



Материалы Всероссийской молодежной научно-практической
конференции с международным участием

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

КНИГА 1

Киров
2012

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Материалы
Всероссийской молодёжной
научно-практической конференции
с международным участием
23–26 апреля 2012 г.

КНИГА 1

Киров 2012

ББК 20.1+74.200.57

Э 40

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»

Конференция проведена по гранту Президента Российской Федерации
для государственной поддержки ведущих научных школ
Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012)

Редакционная коллегия:

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н.; Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.;
А. И. Видякин, в. н. с., д. б. н.; Н. П. Савиных, профессор, д. б. н.;
И. Г. Широких, профессор, д. б. н.; Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н.;
Е. В. Дабах, доцент, к. б. н.; Е. А. Домнина, доцент, к. б. н.; Г. Я. Кантор, с. н. с.,
к. т. н.; Л. В. Кондакова, доцент, к. б. н.; С. Ю. Огородникова, доцент, к. б. н.;
С. Г. Скугорева, н. с., к. б. н.

Э 40 Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы
Всероссийской молодёжной научно-практической конференции с
международным участием. Книга 1. (23–26 апреля 2012 г.). Киров: ООО
«Лобань», 2012. 250 с.

ISBN 978-5-4338-0049-6

В сборник Всероссийской молодёжной научно-практической конференции с между-
народным участием «Экология родного края: проблемы и пути решения» (книга 1 и 2) вошли
статьи студентов, аспирантов, учёных, педагогов регионов Российской Федерации и зарубе-
жья. В них отражено современное состояние природных и техногенных территорий в райо-
нах с высокой антропогенной нагрузкой. Большое внимание уделено результатам исследова-
ний с применением современных и ставших классическими методами биоиндикации и био-
тестирования в оценке окружающей среды. Отражены проблемы региональной и социальной
экологии.

Учитывая актуальность и значимость исследований, представленных в большинстве
материалов, сборник будет полезен студентам, магистрантам, аспирантам, ученым как мето-
дическое пособие для проведения занятий и научной деятельности.

ISBN 978-5-4338-0049-6

ББК 20.1+74.200.57

© Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет», 2012
© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНА

| | |
|--|----|
| <i>Огаркова Н. А., Соболева Е. С., Мокрушин С. Л.</i> Некоторые особенности морфологии и внутренних свойств дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом центральной части Вятских Увалов | 9 |
| <i>Гребнева Т. С.</i> Ландшафтно-исторические исследования Вятского края..... | 11 |
| <i>Огаркова Н. А., Прокашев А. М.</i> К проекту положения по созданию Красной книги почв Кировской области | 14 |
| <i>Чепурнов Р. Р.</i> Особенности геологического строения проектируемого национального парка «Атарская лука» | 17 |
| <i>Мокрушин С. Л., Соболева Е. С., Огаркова Н. А.</i> Современные условия формирования пойменных почв Государственного природного заповедника «Нургуш»..... | 20 |
| <i>Романчук А. А.</i> Нормативно-методические аспекты проблемы исчисления размера вреда, причинённого нарушением требований законодательства в области охраны земель..... | 23 |
| <i>Морозова Е. С., Дымова А. А., Фокина А. И.</i> Есть ли проблема загрязнения почв г. Кирова нефтепродуктами? | 26 |
| <i>Олькова А. С., Шабалина Ю. С.</i> Ферментативная активность почв г. Кирова | 29 |
| <i>Ефремова В. А., Елькина Т. С., Кондакова Л. В., Домрачева Л. И.</i> Оценка биологической токсичности городских почв с использованием цианобактерий рода <i>Nostoc</i> | 31 |
| <i>Ефремова В. А., Кондакова Л. В.</i> Влияние автомагистралей на почвенные водоросли урбанизированных территорий | 34 |
| <i>Мельникова А. С., Кондакова Л. В.</i> Экотоксикологическая оценка почв г. Кирова..... | 36 |
| <i>Запольских Т. С., Адамович Т. А., Огородникова С. Ю.</i> Изучение активности уреазы в почвах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината | 40 |
| <i>Пирогова О. С., Кондакова Л. В.</i> Группировки почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова..... | 42 |
| <i>Обухова А. В., Фокина А. И.</i> Содержание свинца и кадмия в грибах различных экотопов | 44 |
| <i>Прохорова Е. С., Охорзин Н. Д.</i> Эколого-географическая характеристика бассейна рек среднего течения р. Моломы..... | 46 |
| <i>Баранова В. В., Макаренко З. П., Поярков Ю. А., Полубоярцев С. А., Шапков Ю. В.</i> Экологическая оценка р. Чепцы и ее притоков по маршруту байдарочной экспедиции от пгт. Фаленки Фаленского района до г. Кирово-Чепецка | 49 |

| | |
|--|----|
| Распопова О. А., Ашихмина А. Ю., Трухин А. Н. Оценка качества воды р. Вятка в зоне отдыха «Александровская дача» г. Слободского | 52 |
| Ильина Е. К., Макаренко З. П., Поярков Ю. А. Результаты гидрологических исследований Белохолуницкого пруда и рек Белая Холуница, Погорелка в г. Белая Холуница Белохолуницкого района Кировской области | 54 |
| Губанова Е. С., Хохлов А. А. Состояние водопользования в пгт. Лебяжье на примере МУП «Коммунсервис» | 57 |
| Ожиганова Е. А., Сведенцова Е. А., Скугорева С. Г. Влияние предприятий на состояние малых рек г. Кирова..... | 59 |
| Вараксина Н. В., Олькова А. С., Ашихмина Т. Я. Исследование содержания алюминия в водопроводной воде | 62 |
| Крюкова А. А., Скугорева С. Г. Содержание тяжелых металлов в воде из родников г. Кирова | 64 |
| Олькова А. С., Ситникова К. К. Определение качества питьевых вод по показателю хронической токсичности с помощью тест-объекта <i>Daphnia magna</i> Straus | 67 |
| Уразбахтина А. Б. Результаты исследований циано-водорослевых ценозов на территории Южно-Уральского Государственного природного заповедника | 70 |
| Кутявина Т. И., Кондакова Л. В. Изучение водорослей Омутнинского водохранилища | 71 |
| Михеева М. А., Федорова А. И. Влагодобеспеченность каштана конского обыкновенного в разных экологических условиях г. Воронежа..... | 74 |
| Митюкова А. М., Бурков Н. А. Управление качеством атмосферного воздуха на основе сводных расчетов загрязнения атмосферы | 77 |
| Шулятьева А. А., Ожиганова Е. А., Скугорева С. Г. Влияние автомобильного транспорта на состояние атмосферного воздуха в г. Кирове в 2011 г..... | 79 |
| Безденежных К. А., Кондакова Л. В. Оценка качества воздуха методом лихеноиндикации в г. Кирове..... | 82 |
| Пестова Д. В., Хохлов А. А. Проблемы озеленения в г. Котельнич..... | 83 |
| Колосова Е. С., Рябова Е. В., Пестов С. В. Повреждение листьев древесных растений вредителями и болезнями в районе предприятий ОАО «Объединенная химическая компания Уралхим»..... | 84 |
| Зиновьева Д. А., Широких И. Г. Характеристика межорганизменных взаимодействий природных изолятов стрептомицетов | 87 |

СЕКЦИЯ 2 ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ

| | |
|--|-----|
| Илюшечкина Н. В., Краснова Е. Н. Онтогенетическая структура ценопопуляций короставника полевого (<i>Knautia arvensis</i> Coult.) в разных условиях произрастания | 91 |
| Иксанова Л. А., Петров С. С. Анализ морфометрических показателей популяций <i>Hordeum jubatum</i> L. в Давлекановском районе Республики Башкортостан..... | 94 |
| Снитко Е. Н., Петров С. С. Сообщества <i>Thermopsis lanceolata</i> R.Br. в Предуралье Республики Башкортостан | 96 |
| Блинова А. В., Савиных Н. П. Побегообразование ландыша майского... 98 | |
| Исупова Т. Ю., Тарасова Е. М. Сравнительный экологический анализ <i>Cyripedium calceolus</i> L..... | 101 |
| Чермных Л. Н., Савиных Н. П. К биоморфологии лапчатки распростёртой | 104 |
| Гараева К. А., Савиных Н. П. О состоянии и возобновлении дуба черешчатого в пойме р. Вятки | 107 |
| Рохлова Е. Л. <i>Echinocystis lobata</i> (Michaux) Torr. & A.Gray. – новый адвентивный вид флоры Карелии..... | 110 |
| Лачоха Е. П. Возобновление <i>Quercus robur</i> L. в пойменных лесах заповедника «Нургуш» | 112 |
| Клабукова И. П., Пересторонина О. Н. Эколого-ценотические группы папоротников Кировской области | 114 |
| Рылова С. Ю. Пырейные луга таежной зоны Кировской области | 116 |
| Шубина Е. А., Пересторонина О. Н. Оценка состояния лесных фитоценозов Куменского района..... | 119 |
| Руба Е. О., Миезите О. В., Дрейманис А. Оценка рисков повреждений копытными при выращивании еловых молодняков в Латвии..... | 121 |
| Гетте И. Г., Пахарькова Н. В. Применение флуоресцентных методов для характеристики особенностей зимнего покоя растений разных систематических групп | 125 |
| Бобошина И. В., Боронникова С. В., Светлакова Т. Н., Лацугин М. С. Использование IRAP-метода для изучения генетического разнообразия <i>Populus tremula</i> L..... | 127 |
| Васильченко П. А., Целищева Л. Г. Фауна и экология дождевых червей (Lumbricidae) в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» | 130 |
| Оносов А. А., Целищева Л. Г. Пространственная структура населения двупарноногих многоножек (Diplopoda) в заповеднике «Нургуш» в 2009 г.... | 133 |
| Пестов С. В. К фауне слепней заказника «Сойвинский» (Республика Коми) | 136 |
| Габдулхакова Э. В., Целищева Л. Г. Структура популяции <i>Nemastoma lugubre</i> в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» | 139 |
| Репин А. Г., Целищева Л. Г., Юферов Г. И. Пространственная динамика населения муравьёв пойменных сообществ заповедника «Нургуш» | 142 |

| | |
|---|-----|
| <i>Лобанов Д. Н., Масленникова О. В.</i> Гидробионты водоемов на выработанных торфяниках на примере Лугоболотной опытной станции | 145 |
| <i>Бартова О. С., Столбова Ф. С.</i> Видовой состав и распространение бесхвостых земноводных в окрестностях г. Кирова и в некоторых районах Кировской области | 147 |
| <i>Масленникова О. В., Приходько М. В.</i> Пути заражения лесной куницы гельминтами в междуречье р. Вятки и р. Камы | 149 |
| <i>Феофилатова А. Д., Домнина Л. В., Кондрухова С. В.</i> Мониторинг орнитофауны Солдатского леса в окрестностях г. Уржума Кировской области | 151 |
| <i>Устинова М. С., Охлопков И. М.</i> Особенности существования собак-парий в условиях северного города (на примере г. Якутска, Республики Саха (Якутия)) и пути разрешения этой проблемы | 153 |
| <i>Ермакова О. В., Раскоша О. В.</i> Структурные и функциональные перестройки коры надпочечников мышевидных грызунов в условиях хронического действия малых доз ионизирующего излучения | 155 |
| <i>Тишкина Е. В., Федюкова А. С., Распутин П. Г., Андреева С. Д., Федоровская Н. С.</i> Строение лимфоидных структур селезенки при действии холодового стресса на поджелудочную железу крыс | 156 |
| <i>Ермолина С. А., Малинин С. Ф.</i> Возрастная динамика содержания тяжёлых металлов во внутренних органах нутрии | 157 |

СЕКЦИЯ 3

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

| | |
|---|-----|
| <i>Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я.</i> Оценка динамики природно-техногенного комплекса в районе объектов ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» с использованием данных дистанционного зондирования земли | 160 |
| <i>Бабкина Е. В., Хорошавина О. В.</i> Мониторинг подземных вод на полигоне глубинного захоронения жидких отходов в районе КЧХК | 163 |
| <i>Менялин С. А., Титова В. А.</i> О состоянии окружающей среды в районе размещения объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области | 166 |
| <i>Домнина Е. А., Ашихмина Т. Я.</i> Биологический мониторинг компонентов природной среды в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области..... | 169 |
| <i>Титова В. А.</i> Результаты государственного экологического контроля и мониторинга подземных и поверхностных вод в районе размещения объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области в 2011 г..... | 170 |
| <i>Скугорева С. Г., Ашихмина Т. Я.</i> Загрязнение радионуклидами водных объектов вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината | 172 |

| | |
|--|-----|
| Журавлева Е. С., Скугорева С. Г. Оценка содержания неорганических катионов в водных объектах вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината | 175 |
| Прошина А. Н., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Содержание неорганических анионов в водных объектах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината | 179 |
| Сведенцова Л. Н., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Загрязнение донных отложений р. Вятки в среднем её течении..... | 182 |
| Кирилловых Е. С., Адамович Т. А. Оценка состояния водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината | 185 |
| Лимонов Ю. Ю. Анализ загрязнения реки Вятки аммонийным азотом в период весеннего паводка 2002–2011 гг. | 188 |
| Смирнова Т. О., Адамович Т. А., Ашихмина Т. Я. Использование комплексных показателей загрязнения в оценке состояния поверхностных водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината | 190 |
| Татаркин И. В., Демин Д. В., Севостьянов С. М. Аминокислотный реагент, снижающий токсическое воздействие тяжелых металлов на биологические системы | 192 |
| Геревич Т. С., Лялина Е. И., Горностаева Е. А., Кабалоев З. В. Влияние предприятий г. Владикавказа на содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды | 195 |
| Сунцова Е. С., Дабах Е. В., Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я., Целоусов С. А. Изучение содержания радионуклидов в почве и донных отложениях в районе Кирово-Чепецкого химического комбината | 198 |
| Петухова Е. С., Ельшина Е. П., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания тяжёлых металлов в растительных объектах | 200 |
| Степанова С. В., Нашивочникова А. В., Пахарькова Н. В. Влияние тяжелых металлов (на примере Cu, Cd) на растения..... | 203 |
| Сухих Г. В., Ашихмина Т. Я. Оптимизация системы комплексного экологического мониторинга в районе влияния Кильмезского захоронения ядохимикатов | 205 |
| Ворожцова К. А., Зяблицев В. Е., Кондакова Л. В. Обоснование использования отходов гальванотехники в сельском хозяйстве..... | 208 |
| Олькова А. С., Баталова Е. В. Изучение проблемы обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Оричевском районе Кировской области | 210 |
| Захарщица Н. Е., Зяблицев В. Е., Зяблицева Е. В. Рекуперация бытовых и промышленных отходов методом метанового брожения..... | 214 |
| Варанкина Е. М., Будина Д. В., Метелева Д. С., Хитрин С. В., Ярмоленко А. С. Исследование адсорбционных свойств модифицированных лигнинов | 217 |
| Варанкина Е. М., Будина Д. В., Метелева Д. С., Хитрин С. В., Ярмоленко А. С. Абсорбция ионов свинца модифицированными лигнинами | 218 |

| | |
|---|-----|
| Корякина Т. Е., Костяев А. А., Данилов Д. Н., Коваленко И. Ф. | |
| Применение диметилацетамида в составе гемоконсервантов..... | 219 |
| Татаркин И. В., Демин Д. В., Севостьянов С. М. Оценка токсичности компостов на основе осадков сточных вод, обезвреженных и обеззараженных реагентами на аминокислотной основе..... | 221 |
| Селезнев Р. В., Данилов Д. Н. Экологические аспекты получения и использования наноматериалов | 223 |
| Ханжин А. А., Охапкина В. Ю. Биологические методы определения токсичности культур микромицетов рода <i>Fusarium</i> в лабораторных условиях | 225 |
| Лялина Е. И., Корепанова О. П., Фокина А. И. Влияние особенностей пробоподготовки воды на правильность определения марганца методом инверсионной вольтамперометрии | 228 |
| Лялина Е. И., Фокина А. И. Методика определения марганца на инверсионно-вольтамперометрическом анализаторе марки «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04» | 230 |
| Потапов С. В., Фокина А. И., Кантор Г. Я. Получение правильных результатов анализа в условиях систематической погрешности | 233 |
| Баскин З. Л. Непрерывные хроматографические методы и системы газоаналитического контроля | 235 |
| Зяблицев В. Е., Втюрина К. О., Ворожцова К. А. Влияние электроактивации воды на состояние и свойства живых и неживых систем ... | 239 |
| Карманова Е. В., Скугорова С. Г. Изучение влияния различных факторов на эффективность анализа методом ионной хроматографии | 241 |
| Романова Д. Н., Смирнова О. А., Жаворонков В. И. Явление фотолюминесценции и его изучение..... | 243 |
| Григорьев В. В., Жаворонков В. И. Методы электронно-оптической регистрации биологических объектов и их применение при исследовании окружающей среды | 246 |

СЕКЦИЯ 1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНА

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ВНУТРЕННИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СО ВТОРЫМ ГУМУСОВЫМ ГОРИЗОНТОМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВЯТСКИХ УВАЛОВ

Н. А. Огаркова, Е. С. Соболева, С. Л. Мокрушин
Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_geo@vshu.kirov.ru

В пределах ареала дерново-подзолистых почв подзоны южной тайги выявлена и предварительно изучена серия разрезов дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом (Пд ВГГ) на покровных бескарбонатных суглинках, примером которых может служить разрез 28а (Куменский р-н). Он заложен под ельником разнотравно-звездчатковым в средней части пологого склона водораздела северо-западной экспозиции с абсолютными высотами 206–208 м.

Строение профиля:

Гор. 0, 0–5 см: влажный, серовато-буроватый, с глубины 3 см – буровато-черный, рыхлый, слабо-среднеразложившийся опад из хвои, сучков и шишек ели, стеблей трав, с глубины 3 см – сильноразложившийся, переход ясный, ровный.

Гор. АУ, 5–18 см: влажный, темно-серый с коричневатым оттенком, среднесуглинистый, зернисто-мелкокомковатый с признаками слоистости, рыхлый с редкими корневыми порами, диаметром менее 1 мм, изредка встречаются черновато-бурые мелкие рыхлые стяжения гидроксидов железа и марганца, величиной до 1 мм и более, обильно пронизан корнями, переход ясный, волнистый.

Гор. АЕIh, 18–29 (до 45) см: влажный, углисто-черный со сталистым оттенком, местами с белесоватым, среднесуглинистый, зернисто-пластинчатый, уплотненный, локально, особенно по нижней части встречается белесая скелетана, частые мелкие рыхлые стяжения 1 мм в поперечнике, корней мало, переход ясный, волнисто-языковатый.

Гор. ЕIВ, 29–35 см: влажный, белесовато-буроватый с частыми темными гумусовыми пятнами, тяжелосуглинистый, зернисто-пластинчатый, уплотненный, слабая белесая скелетана, часто встречаются мелкие буроватые стяжения гидроксидов железа, корни редкие, переход ясный, языковатый.

Гор. Вt1, 35–66 см: влажный, красновато-бурый, вдоль языков горизонта ЕIВ – белесоватый, зернисто-ореховатый с признаками укрупнения структурных отдельностей в нисходящем направлении, плотный, глинистый, в верхней части горизонта часто встречаются мелкие буровато-черные стяжения гидрок-

сидов железа, около 1 мм в диаметре (с глубиной их количество постепенно уменьшается), на поверхности структурных отдельностей наблюдаются глинистые кутаны, корней мало, переход постепенный.

Гор. Вt2, 66–97 см: сырой, красновато-бурый с темной, слабо выраженной гумусовой лакировкой на поверхности агрегатов и вдоль корневых ходов, глинистый, ореховато-призмовидный, частые черновато-бурые стяжения гидроксидов железа, размером 1–2 мм в диаметре, на поверхности структурных отдельностей замечены глинистые кутаны, корни единичные, вдоль горизонта выявлен субвертикальный корень древесной растительности диаметром 5–7 мм, переход постепенный.

Гор. Вt2С, 97–130 см: сырой, бурый, с красноватым оттенком, глинистый, призмовидный, менее оструктуренный, чем Вt2, плотный, слегка вязкий, наблюдается слабовыраженная гумусовая лакировка на поверхности агрегатов и вдоль корневых ходов, переход постепенный, заметный по исчезновению структуры и усилению вязкости.

Гор. С, 130–150 см: сырой, бурый, с темной гумусовой лакировкой на поверхности агрегатов и черноватыми пятнами; глинистый, бесструктурный, плотный, с редкими тонкими порами корневого происхождения, продолжается выше отмеченный корень.

Представленное описание свидетельствует с одной стороны, о сходстве морфологического облика Пд ВГГ с типичными дерново-подзолистыми почвами южной тайги. С другой стороны, обращают на себя внимание отличительные особенности строения почвенного профиля:

– Верхний и нижний гумусовые горизонты различаются по внешнему облику. Горизонт АУ обладает признаками типичного аккумулятивного (зернисто-комковатая структура, значительная гумусированность). Горизонту АЕlh свойственно сочетание признаков аккумулятивных и элювиальных горизонтов: углисто-черная окраска, непрочная зернисто-плитовидная структура, белесая скелетана, низкое содержание корней.

– Незначительное проявление гумусовой лакировки, свидетельствующей о протекании процессов лессиважа и выщелачивания.

– Четко выражены признаки иллювиирования глинистого тонкопылеватого вещества в виде обильных кутан, покрывающих структурные отдельности.

Гранулометрический состав свидетельствует о четкой дифференциации профиля (табл.). Верхняя 30-сантиметровая толща почв обеднена физической глиной и имеет преимущественно среднесуглинистый состав. Между обоими гумусовыми горизонтами практически отсутствуют различия в содержании частиц менее 0,01 мм. В средней части профиля их доля незначительно возрастает и остаётся практически неизменной на уровне горизонта С. Причиной элювиально-иллювиальной дифференциации является внутрипрофильное распределение илистых частиц с минимумом в горизонтах АУ и АЕlh, причем для нижнего отмечена тенденция к меньшему содержанию ила. Горизонты В отличаются максимальной концентрацией илистой фракции. В почвообразующей породе её количество остается практически неизменным, так как осаждение илистых частиц в бескарбонатных породах происходит на большей глубине из-за отсут-

ствия геохимических и механических барьеров. Миграция ила в нижние слои профиля происходит при лессиваже, которому способствует промывной водный режим, господствующий на данной территории.

Таблица

Гранулометрический состав дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом центральной части Вятских Увалов

| Разрез, № | Горизонт | Глубина (см.) | Содержание фракций, % | | | | | | |
|-----------|----------|---------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|
| | | | 1–0,25 | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | менее 0,001 | менее 0,01 |
| 28 а | АУ | 5–11 | 2,9 | 4,6 | 57,1 | 10,4 | 12,5 | 12,4 | 35,4 |
| | AEIh | 20–30 | 1,0 | 4,9 | 54,0 | 16,8 | 14,4 | 9,0 | 40,2 |
| | EIB | 30–33 | 0,9 | 3,4 | 60,6 | 9,4 | 11,7 | 14,0 | 35,1 |
| | Bt1 | 45–55 | 0,1 | 8,4 | 48,4 | 10,4 | 11,4 | 21,4 | 43,1 |
| | Bt2 | 76–86 | 0,3 | 5,9 | 47,4 | 7,7 | 9,0 | 29,8 | 46,4 |
| | B2C | 108–110 | 0,1 | 8,5 | 42,5 | 8,4 | 10,2 | 30,3 | 48,9 |
| | С | 150–160 | 0,1 | 5,0 | 44,4 | 8,4 | 10,6 | 31,4 | 50,5 |
| 28 б | АУ | 8–18 | 2,4 | 4,0 | 54,6 | 9,4 | 17,4 | 12,3 | 39,0 |
| | AEIh | 22–26 | 0,7 | 3,8 | 59,4 | 8,2 | 20,1 | 7,8 | 36,1 |
| | EIB | 28–32 | 0,1 | 3,1 | 56,1 | 10,5 | 14,1 | 16,1 | 40,7 |
| | Bt1 | 40–50 | 0,1 | 2,3 | 47,8 | 7,6 | 12,6 | 29,6 | 49,7 |
| | Bt2 | 70–80 | 0,1 | 4,1 | 44,9 | 7,8 | 11,5 | 31,6 | 51,0 |
| | Bt2 | 90–100 | 0,1 | 3,6 | 46,1 | 7,1 | 12,9 | 30,3 | 50,2 |
| | Bt2C | 118–128 | 0,1 | 8,6 | 40,6 | 6,6 | 13,6 | 30,5 | 50,8 |
| С | 135–145 | 0,1 | 3,5 | 46,8 | 5,4 | 14,4 | 29,8 | 49,6 | |
| 28 в | АУ | 8–18 | 0,7 | 7,0 | 56,4 | 8,1 | 15,0 | 12,8 | 35,8 |
| | AEIh | 20–27 | 1,6 | 3,7 | 57,4 | 9,9 | 15,7 | 11,6 | 37,2 |
| | EIB | 30–40 | 1,5 | 1,7 | 62,9 | 8,4 | 15,2 | 10,3 | 33,9 |
| | Bt1 | 53–63 | 0,2 | 3,0 | 47,2 | 4,7 | 8,5 | 36,4 | 49,6 |
| | Bt2 | 90–100 | 0,01 | 4,6 | 50,0 | 6,6 | 9,7 | 29,1 | 45,4 |
| | Bt2C | 118–128 | 0,01 | 9,0 | 41,2 | 8,4 | 10,3 | 31,1 | 49,8 |
| | С | 137–147 | 0,01 | 10,4 | 45,3 | 9,2 | 11,4 | 23,7 | 44,3 |

ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЯТСКОГО КРАЯ

Т. С. Гребнева

Вятский государственный гуманитарный университет

Главной целью ландшафтно-исторических исследований является установление закономерностей антропогенной эволюции ландшафтов, которое базируется на комплексном изучении ландшафта, хозяйственной деятельности в определённом временном срезе. При этом подходе сопоставляются трансформированные и естественные ландшафты в исторические периоды. Ретроспективные исследования помогают выявить механизмы и тенденции современного состояния ПТК для прогнозирования дальнейших изменений с помощью изучения эволюции природной среды и антропогенной трансформации ландшафтов. Это определяет актуальность анализа существовавших в регионе систем

природопользования как этапов становления современной природно-хозяйственной системы, включая присущие ей экологические проблемы.

Современные ландшафты – это определенная временная стадия в общей эволюции ландшафтов; интенсивность их трансформации и структура определяется как их естественным развитием, так и характером антропогенных воздействий. Основные ритмы развития общественной формации определяются историей заселения территории. Таким образом, инициальное преобразование ландшафтов Вятского края началось около 15 тыс. лет назад, но особенно интенсивно на протяжении последних 3–4 столетий. С течением времени изменилась структура по причине постепенного вовлечения человеком в процесс природопользования всех компонентов географической оболочки.

Так, на древнем этапе с присваивающим типом природопользования преобладали условно-неизменённые ландшафты. При реконструкции природопользования на ранних этапах хозяйственного освоения ландшафтов важнейшей предпосылкой служит предположение, что оно в этот период было, хотя и вынужденно, адаптивным окружающей природе на основе эмпирически выработанного веками приспособления к местным условиям. Каждый вид ведения хозяйства сопровождался специфическими особенностями взаимоотношений с природой, т.е. складывался особый вид природопользования, что привело к формированию природно-хозяйственных систем.

В XVI в. Вятский край занимал одно из первых мест среди территорий Русского государства по интенсивности заселения и хозяйственного освоения. В хозяйстве коми-пермяков большую роль играли охотничий промысел, отход на лесозаготовки и лесосплав в горнозаводских вотчинах. Удмуртская деревня располагала знаниями и устойчивыми навыками в области сельского хозяйства при слабом развитии ремесла и незначительном отходничестве. Основную массу русских поселенцев составляли крестьяне. Они занимались земледелием, применяя подсечно-огневую и трехпольную системы. Быстро истощавшиеся пахотные земли надо было держать под паром в течение нескольких лет, часто возникала необходимость расчищать под пашни новые участки леса. Сокращению площадей с ценной деловой древесиной способствовало также широкое использование местным населением лесных материалов для собственных нужд. С появлением производящего типа природопользования (I–XVII вв.), первоначальным вариантом которого было подсечно-огневое земледелие и животноводство, дополнившиеся позднее пашенной трёхпольной системой, формируются первые существенно изменённые человеком геокомплексы.

Направленность антропогенных воздействий, их эволюцию можно установить исходя из развития способа производства.

Завершение формирования агроландшафтов фронтального (площадного) типа охватывает период с середины XVIII в. по конец XIX в. и характеризовалось неоднократной сменой систем землепользования, скачкообразным увеличением площадей хозяйственных угодий с полным разрушением пространственной структуры природного ландшафта и трансформацией практически всех природных компонентов, в первую очередь растительности (рис. 1).



Рис. 1. Карта лесов Вятской губернии в 1895 г.

По типу использования преобладали сельскохозяйственные геокомплексы, для которых характерна перестройка природной системы; естественный растительный покров заменялся полевыми и луговыми культурами. С увеличением поверхностного стока существенно менялся характер почвообразовательного процесса. В целом геосистема становилась более однообразной и менее устойчивой в сравнении с девственным природным ландшафтом.

Следующие этапы промышленного освоения в сочетании с сельскохозяйственной деятельностью привели к значительному расширению природно-техногенных геосистем. В 1913 г. площадь лесов составляла 38% (рис. 2). В советский период повышение облесённости Кировской области связано со снижением доли сельского населения в виду оттока селян в города, на стройки Урала, Сибири и Дальнего Востока в процессе индустриализации страны. Общая площадь лесов в постсоветский период увеличилась за счёт зарастания обширных вырубок и заброшенных сельскохозяйственных угодий. С некоторыми вариациями она остается постоянной и до настоящего времени: лесные земли занимают 51% (6090 тыс. га) общей площади Кировской области.

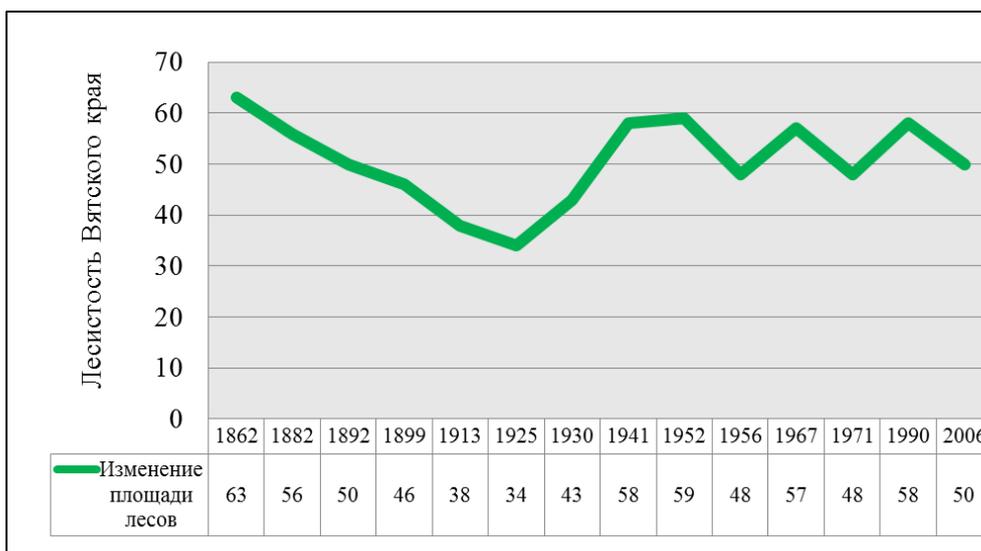


Рис. 2. Динамика лесных площадей Вятского края 1862–2006 гг.

Литература

Бельтюков П. Е. Лесное хозяйство Вятского края // Вятское хозяйство, Киров: Вятка, 1930. 125 с.

Гребнева Т. С., Прокашев А. М. История заселения и хозяйственного освоения Вятской земли // Глобальные и региональные проблемы исторической географии. Мат. IV Международной конференции по исторической географии 25–28 апреля 2011 г. СПб., 2011. С. 652–655.

К ПРОЕКТУ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Огаркова, А. М. Прокашев

Вятский государственный гуманитарный университет,

kaf_geo@vshu.kirov.ru

Острая экологическая ситуация в различных регионах нашей планеты сделала актуальными те направления в охране природы, которые позволяют принципиально ускорить решение насущных экологических проблем. К числу таких направлений относится комплексный функционально-экологический подход, при котором объектами сохранения становятся все составляющие природного комплекса. Разработанное в МГУ им. М. В. Ломоносова учение об экологических функциях почв, вскрывающее их важную роль в функционировании, устойчивости и сохранении экосистем различных рангов, стимулировало становление охраны почв как специального природоохранного направления. Данное направление, развивающееся в России под эгидой создания Красной книги эталонных, редких и исчезающих почв, направлено на активизацию работ по сбережению не только биологического, но и почвенного, геологического, а также других видов природного разнообразия.

В задачи ведения Красной книги входит не только выявление зональных эталонов почв, почвенных комплексов и редких почв, но и организация почвенных микрорезерватов и микрорезерватов с ценными почвенными объек-

тами и почвенными комплексами, а также картографирование структур почвенного покрова в их пределах. Кроме того, объекты Красной книги Кировской области будут являться составной частью единого банка почвенных данных по эталонным и редким почвам и коллекциям почвенных монолитов, отражающих характерные или уникальные свойства почв страны и отдельных регионов. Не менее важной задачей является мониторинг состояния почв и почвенного покрова России и субъектов РФ на предмет предотвращения возможного негативного антропогенного или стихийного природного воздействия на почвенный покров и выявления неизвестных ранее ценных почвенных объектов.

Объектами Красной книги почв являются зональные (подзональные) типы и подтипы почв, и почвенные комплексы, реликтовые и исчезающие почвы, являющиеся эталонами современных условий и факторов почвообразования или педосферными памятниками природы, отражающими генезис и эволюцию почвенного покрова за длительный период развития зональных ландшафтов, почвенно-географических областей, провинций и провинций различных регионов России. В первую очередь, при выборе объектов, должны рассматриваться наиболее широко распространённые подтипы и виды почв, сформированные на наиболее типичных в регионе почвообразующих породах и нуждающиеся в особых мерах охраны на всей территории субъекта Федерации.

Основные мероприятия по ведению Красной книги почв включают:

- сбор и анализ данных;
- организацию мониторинга состояния и прогноза развития, занесенных в Красную книгу почв;
- создание и пополнение банка данных о почвах, занесенных в Красную книгу почв;
- занесение в установленном порядке в Красную книгу почв (или исключение из нее) того или иного подтипа, вида или разновидности почв;
- подготовку, издание и распространение Красной книги почв;
- разработку предложений по специальной охране и организации системы особо охраняемых природных территорий, включающих почвенные микрозаповедники, заказники, почвенные памятники природы, и мер по их реализации.

Сбор и анализ данных о свойствах и режимах почв для ведения Красной книги почв обеспечивается в результате проведения необходимых почвенных обследований территорий и мониторинга почв, занесенных в Красную книгу почв. Для систематизации, анализа и накопления данных о площадях, местоположении, состоянии, изменениях свойств и режимов почв, лимитирующих факторах, принятых и необходимых мерах охраны почв, занесенных в Красную книгу почв, могут быть определены учреждения-кураторы из числа научно-исследовательских учреждений, учебных заведений, иных учреждений и организаций, связанных по характеру своей деятельности с изучением почв. Региональные Департаменты экологии Минприроды России совместно с районными комитетами по экологии организуют работы краевых, областных и районных учреждений-кураторов по проведению почвенных обследований территории; сбор, систематизацию и уточнение информации по охраняемым и находящимся под угрозой деградации и исчезновения почв и направляют эти данные в соот-

ветствующие региональные природоохранные органы; обеспечивают мониторинг состояния охраняемых почв.

Краевые, областные Департаменты экологии в этих целях выполняет следующие виды работ: обеспечивают обработку данных о почвах, находящихся под угрозой деградации и исчезновения, полученных от районных комитетов и учреждений-кураторов; организуют работу Комиссии по региональным Красным книгам почв; разрабатывают методические указания и инструкции, необходимые для сбора, систематизации и анализа данных о редких, уникальных и исчезающих почвах, занесенных в региональные Красные книги почв; определяют головные научно-исследовательские учреждения, вузы и иные организации, формирующие банки данных по охраняемым почвам, координируют деятельность ведущих учреждений-кураторов региональных Красных книг почв; осуществляют подготовку к изданию и распространению материалов по Красной книге почв; обеспечивают хранение информации и других материалов по почвам, занесенным в Красную книгу почв; принимают меры к постоянному совершенствованию ведения Красной книги почв; финансируют ведение Красной книги почв из регионального бюджета; представляют по необходимости в региональные Администрации и другие органы Российской Федерации материалы по Красной книге почв.

Мониторинг состояния почв и особо охраняемых природных резерватов с педогенными объектами, занесенными в Красную книгу почв, представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза за состоянием данных объектов и охраняемых территорий в целях своевременного выявления изменений, предупреждения и устранения негативных процессов, влияющих на их свойства и условия функционирования почв. Создание и пополнение банка данных для хранения научной информации о почвах, занесенных в Красную книгу почв организует Департамент экологии при участии головных научных учреждений, вузов и иных организаций.

В Красную книгу почв заносятся редкие, уникальные, исчезающие виды почв, нуждающиеся в специальных государственно-правовых действиях, направленных на установление особой охраны и разработку мер по их восстановлению. Основанием для занесения в Красную книгу почв служат данные об опасном сокращении площадей соответствующих видов почв, а также изменении свойств и режимов, определяющих деградацию и исчезновение соответствующих педогенных объектов. Основанием для исключения из Красной книги почв или изменения категории статуса того или иного вида почв служат данные о восстановлении его площади, положительных изменениях свойств, режимов и других показателей.

Издание Красной книги почв осуществляется не реже одного раза в 5–10 лет. Она предоставляется в распоряжение районных органов Минприроды России, местным органам исполнительной власти, Комитету природопользования, комитетам земельных ресурсов различного уровня, другим заинтересованным организациям и учреждениям. Департамент экологии обеспечивает регулярное информирование учреждений, связанных с деятельностью в области охраны и использования природных ресурсов, по вопросам текущих изменений

в списках и юридическом статусе почв, занесенных в Красную книгу почв и исключенных из нее.

Для оценки положительной или отрицательной динамики, происходящей в процессе использования почв и почв, занесенных в Красную книгу региона, необходимо создание специального хранилища почвенных монолитов, выступающих в качестве эталонов изменения.

Подготовку предложений по специальным мерам охраны и по организации особо охраняемых природных почвенных территорий осуществляет Департамент экологии и природопользования. При создании почвенных заказников и микро-заповедников предусматривается максимальное использование существующей сети особо охраняемых природных территорий и создание специальных – почвенных. Осуществление природоохранных мероприятий по сохранению почв, занесенных в Красную книгу почв, проводят специально уполномоченные государственные органы региона в области охраны окружающей природной среды.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «АТАРСКАЯ ЛУКА»

Р. Р. Чепурнов

*Вятский государственный гуманитарный университет,
romario2007.07@mail.ru*

Один из аспектов своеобразия территории проектируемого национального парка «Атарская лука» состоит в раскрытии геологической структуры Вятского Увала рекой Вяткой, прорезающей его в центральной части. Судя по имеющимся материалам геологических исследований, в строении описываемого участка принимают участие верхнепермские отложения, включающие породы уфимского, казанского и татарского ярусов. Уфимские отложения слагают ядро Вятского вала и местами выходят на поверхность по правому берегу Вятки в пределах восточной части Кукарской петли. Они представлены частым чередованием карбонатных и сильно загипсованных глин, алевролитов с прослоями загипсованных песчаников и известняков (Кузницын, 1996). Наиболее распространены ярко-красные глины и песчаники. Красноцветные отложения свидетельствуют о том, что район в уфимское время представлял собой аллювиальную равнину, чередовавшуюся с озерными бассейнами. С геологической точки зрения этот участок может быть центральной частью национального парка.

Вышележащие отложения казанского яруса представлены верхним и нижним подъярусами. Нижнеказанские образования обнажаются по р. Вятке ее притокам – Суводи, Ишети, Немде, а также в низовьях оврагов. Выделяют 4 пачки: нижняя пачка известково-песчаниковая (2–7 м) богата фауной брахиопод; выше залегает мощная песчано-глинистая пачка (20–30 м), а еще выше залегает маломощная пачка органогенных известняков (2–10 м) с большим количеством брахиопод и мшанок; верхняя пачка представлена рифогенными, мас-

сивными, неслоистыми, кристаллическими известняками. Рифовые известняки выходят в логах и по берегам рек в виде отдельных массивов (Кузницын, 1996).

Отложения верхнеказанского подъяруса занимают большую площадь, слагая не только верхние части склонов долин рек и оврагов, но и поднимаясь на водоразделы. По литологии снизу вверх различают 6 пачек. Песчаниковая пачка (16–36 м) – часто вскрывается в средней части оврагов, представлена мелкозернистым песком с конкрециями крепкого песчаника. Известняковая пачка (12–13 м) – массивно-слоистая, органогенная с обилием микро и макрофауны – пелециподы, гастроподы, брахиоподы, обнажается в оврагах и береговых склонах, иногда на водоразделах. Верхняя песчаниковая пачка (5–7 м) – серые песчаники с растительными остатками и известковые песчаники с прослоями мергеля и глин. Доломитовая пачка (4 м) – встречается редко, характеризуется отсутствием фауны. Песчано-глинистая пачка (12 м) – глины с прослоями песчаников и мергелей. Пачка плитчатых известняков наиболее выдержана по мощности и простиранию. Это глинистые известняки и мергели, тонко- и толсто плитчатые, с фауной остракод. Наблюдается на большой площади по верховьям оврагов. Обнажения самых верхних пермских отложений татарского яруса (уржумский горизонт) слагают наиболее высокие участки рельефа по всей площади, но чаще на юге и востоке. На водоразделах они перекрыты покровными суглинками. В разрезе преобладают слоистые мергели и красновато-коричневые, синеватые и бурые глины («уржумские плитняки») (Хромов и др., 1992).

Неоген-плиоценовые отложения выделены вдоль долины р. Вятки. По геологическим данным они выполняют узкие (шириной 1,5–2,0 км) и глубокие врезы в казанские породы. В основании обычно залегает слой серого мелкозернистого полиминерального песка (мощность 2–3 м) с гравием и мелкой галькой известняка, доломита, реже кварца. Они перекрываются светло-коричневой, иногда светло-серой плотной слюистой алевритовой глиной с прослоями серого мелкозернистого песка или алеврита. Четвертичные отложения почти сплошным чехлом перекрывают пермские и неогеновые отложения, прерываясь лишь на крутых эродированных склонах Вятки и ряда ее притоков. Наиболее древние из них слагают зандровую и аллювиально-флювиогляциальную равнину в районе Суводского бора и в междуречье рек Пижмы и Вятки. Это чистые кварцевые пески с гравием и галькой с небольшими линзами суглинков и глин. Мощность песков в долине реки Вятки до 8 м и около 1 м на водоразделах и склонах. Делювиально-солифлюкционные отложения почти сплошным чехлом покрывают склоны речных долин. Их мощности зависят от крутизны, экспозиции склонов и в меньшей степени от состава коренных пород. Наиболее представительные толщи наблюдаются в нижних пологих частях склонов долины реки Вятки северной и северо-восточной экспозиции, где они достигают 8–15 м (Государственная геологическая карта РФ, 2001).

Река Вятка в районе Атарской луки имеет наиболее узкую долину в своем среднем течении. Это единственное место на территории Кировской области, где ее долина на отдельных участках характеризуется отсутствием поймы и надпойменных террас. Глубина вреза долины составляет 100–120 м; подмывает

мые коренные склоны крутые, нередко обрывистые, с частыми оползнями как древними, так и современными, с осыпями и конусами выноса. В строении долины (не в самом узком месте) выделяются две надпойменных террасы и пойма. Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы мощностью 17–24 м развиты преимущественно на левобережье. В их основании залегает русловая фация (2–8 м), представленная мелко- и разнотернистыми желтовато-бурыми, буровато-серыми, кварцево-полевошпатовыми песками с гравием и галькой местных пород: песчаник, известняк, аргиллит. Пойменная фация аллювия в долине Вятки и Лудяны сложена мелкозернистым глинистым песком с горизонтальной слоистостью (Государственная геологическая карта РФ, 2001).

Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы широко развиты не только в долине Вятки, но и в ее притоках. Они залегают с размывом на верхнепермских, а в долине р. Вятки – ниже ее левого притока р. Ишеть и на плиоценовых образованиях. В излучинах Вятки при пересечении ею Вятского вала этот аллювий слагает вершины врезанных меандр. Наибольшая мощность вблизи устья Вои, где она колеблется от 15,5 до 26 м. В аллювии первой надпойменной террасы выделяются русловые, пойменные и реже – старичные фации. Русловая фация сложена мелко- и среднетернистыми, от серых до желто-бурых, кварцево-полевошпатово-слюдистыми песками, с косой и реже горизонтальной слоистостью. Пойменная фация представлена преимущественно суглинками, супесями, реже – желтовато- и буровато-серыми глинами с тонкой горизонтальной слоистостью. Старичные фации встречаются реже и сложены серовато-коричневыми, заторфованными суглинками, иловатыми глинами, торфами.

Современные образования представлены аллювием пойменных террас. Голоценовый аллювий среди всех аллювиальных свит наиболее четко делится на русловые, пойменные и старичные фации, выполненные внизу песками, гравием и галькой, вверху алевритами, глинами и суглинками. К русловой фации относится одно из главных геологических достопримечательностей национального парка – «поющие пески». На протяжении 3 км тянется пляж с участком белого кварцевого песка, представляющего собой смесь мелкозернистых частиц горного хрусталя и молочного кварца. Этот песок обладает специфическим звуковым пьезоэлектрическим эффектом, из-за которого и получил название «поющий» (Ворончихин, 1996).

Таким образом, разнообразие отложений и четкое раскрытие особенностей геологического строения по берегам рек, прорезающих структуры Вятского вала может служить одним из оснований для создания национального парка. Такое разнообразие и амплитуда возраста геологических отложений на небольшом расстоянии интересны в научно-познавательном отношении и позволяют проводить содержательные геологические экскурсии. Кроме того прирусловые четвертичные отложения р. Вятки представляют большой интерес для палеонтологов, поскольку особенности речной долины в зоне прорыва рекой Вятского вала обусловили образование во время таяния ледников отложений с фрагментами останков крупных плейстоценовых млекопитающих. У бывшей пристани Атары в 1966 г. был обнаружен полный скелет первобытного бизона.

СОВРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

С. Л. Мокрушин, Е. С. Соболева, Н. А. Огаркова

Вятский государственный гуманитарный университет, kaf_geo@vshu.kirov.ru

Особенностью Государственного природного заповедника (ГПЗ) «Нургуш» является его нахождение в пределах поймы среднего течения р. Вятки, что предопределило развитие здесь относительно молодых пойменно-долинных ландшафтов и почв четвертичного (неоплейстоценового) возраста (Государственная ..., 2001).

Большую роль в образовании аллювиальной равнины, на которой находится заповедник «Нургуш», сыграла эрозионно-аккумулятивная деятельность вод реки Вятки. В результате образовалась древняя террасированная долина.

Река Вятка в районе заповедника имеет долину шириной примерно 18–20 км с глубиной вреза около 50–55 м. В тектоническом отношении долина реки в районе заповедника характеризовалась довольно стабильным состоянием на фоне периодических восходящих движений в соседней зоне Вятских Увалов. Долина Вятки в пределах ГПЗ представлена серией из 4 террас – пойменной (заливной) и трёх надпойменных.

Наиболее древняя и высокая из них III надпойменная терраса представлена, главным образом, только в левобережной части долины. Эта терраса сформировалась в среднем плейстоцене около 170–140 тыс. лет назад. Средняя мощность аллювия составляет 20–25 м. Он представлен преимущественно русловой, в меньшей степени периферийно-русловой, старичной, пойменной фациями. В составе русловых фаций преобладают кварцевые, иногда с гравием и галькой пески; в пойменных и старичных фациях обычны суглинки разной степени опесчаненности (Государственная ..., 2001).

II надпойменная терраса выражена по обеим сторонам долины Вятки. Она образовалась во время позднего плейстоцена – около 140–50 тыс. лет назад. Террасовый комплекс общей мощностью около 15–20 м сложен песками, суглинками, с преобладанием русловых фаций, перекрытых сверху суглинками и песками, а также погребёнными торфами (Государственная ..., 2001; Иванова, 1966; Прокашев и др., 1999).

I надпойменная терраса позднеплейстоценового возраста – 50–10 тыс. лет назад, непосредственно примыкает к заповедной территории. Мощность преимущественно песчаного по составу аллювия, составляет примерно 15–16 м. Аллювиальные отложения обогащены гравием и галькой, иногда встречаются суглинки с линзами погребённого торфа мощностью до 1,2 м (Государственная ..., 2001).

Для I надпойменной террасы наиболее характерными являются почвы, принадлежащие к типам подзолов и дерново-подзолов.

Современная заливная терраса имеет ширину до 10 км при мощности аллювия от 8 до 20 м. Поверхность поймы возвышается на 5–8 м над меженным

уровнем Вятки, образуя нижнюю, господствующую, ежегодно затопляемую, и верхнюю (высокая пойма) незатопляемую ступени. В целом, рельеф поймы относительно плоский, но при этом осложнён множеством грив и староречных понижений. В составе поймы характерны все основные фации аллювия – от русловой до старичной и их производных.

В пойме наиболее широко представлены аллювиальные дерновые (слоистые, дерновые, зернистые, глееватые), аллювиальные дерново-глеевые (слоистые, перегнойно-глеевые), аллювиальные болотные (иловато-глеевые, иловато-торфяно-глеевые, иловато-торфяные, иловато-торфяно-перегнойные, иловато-перегнойные) типы почв.

Среди них наиболее характерны почвы, принадлежащие к первой типовой группе. Меньшую роль в структуре почвенного покрова занимают представители второй и третьей групп. Небольшие контуры аллювиальных болотных, иловато-болотных и иловато-глеевых почв встречаются, главным образом, в притеррасных понижениях, например, в долине р. Прость. Общим для всех перечисленных таксонов является важная роль геологического по природе пойменно-аллювиального процесса в формировании почв, предопределяющего вертикальную дифференциацию профиля с более или менее закономерной сменной сверху вниз горизонтов тяжелого гранулометрического состава (пойменная фация) облегченными, супесчано-песчаными (русловая фация). Среди процессов педогенной природы важное значение принадлежит дерновому (гумусообразование, гумусонакопление), подстилкообразованию, торфообразованию, перегнойному, оглеению и др. (Государственная ..., 2001; Прокашев, Кузницын, 2000; Прокашев, 2009).

Для исследования почв на территории заповедника было сделано несколько почвенных разрезов. Ниже приведено описание одного из них.

Разрез Н 98.09 – 1 («Нефедово») аллювиальной дерновой зернистой среднегумусной тяжелосуглинистой почвы на современной аллювии заложен под ельником кисличником на слабовыпуклой мелкобугристой поверхности центрально-притеррасной поймы р. Вятки, примерно в 20–23 м к юго-западу от оз. Нефедово. Увлажнение пойменное, достаточное, сезонно избыточное, почвенно-грунтовые воды не обнаружены.

Гор. О' (0–1 см): сырой, оранжево-буровато-желтый, рыхлый, очень слабо-разложившийся и свежий опад из хвои, листьев березы, липы, стеблей хвоща, земляники, переход резкий, ровный, корней нет.

Гор. О₀'' (1–3 см): сырой, черновато-бурый, слабо-среднеразложившийся рыхлый, хвойно-лиственный опад, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. О''' (3–5 см): сырой, буровато-чёрный, сильно разложившийся рыхлый хвойно-лиственный опад, корней много, переход ясный, ровный.

Гор. АУ (5–30 см): влажный, тёмно-коричневый, глинистый, зернистый, рыхлый, на глубине 12–13 см с чёрной органической прослойкой, корней много, переход ясный, волнистый.

Гор. В₁ (30–48 см): сырой, бурый, супесчаный, непрочно-комковато-бесструктурный, рыхлый, корней меньше, чем в гор. А₁, переход ясный, близкий к постепенному, заметный по усилению опесчаненности.

Гор. В₂ (48–83 см): сырой, бурый с сероватыми, супесчаный, с нечётко выраженными опесчаненными прослойками и пятнами, рыхлый, корней мало, переход ясный, волнистый, заметный по утяжелению гранулометрического состава.

Гор. В₃ (83–130 см): сырой, коричневый, тяжелосуглинистый, мелкокомковато-среднезернистый, уплотнённый, корни редкие, переход ясный, заметный по усилению опесчаненности.

Гор. В₄С (130–160 см): влажный, серый, с буроватым оттенком, песчаный, с пятнистыми слабо оглинёнными участками, бесструктурный, рыхлый, корней нет, переход постепенный, заметный по исчезновению оглинённых пятен коричневого цвета.

Гор. С (160–200 см): влажный, серый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, корней нет.

Профиль данной почвы сформирован на пойменной и русловой фациях аллювия. По гранулометрическому составу почва в верхней части профиля тяжелосуглинистая, при этом наблюдается закономерное облегчение гранулометрического состава вниз по профилю, часто свойственного для пойменных отложений.

Гранулометрический состав почвы (табл.) определяется, прежде всего, составом материнских пород заповедника. Общая закономерность заключается в смене тяжелых – глинистых отложений, слагающих гумусово-аккумулятивный горизонт АУ более облегченными – супесчано-песчаными в направлении нижних горизонтов С. Ежегодное поступление свежих наносов с внешними водами в условиях паводкового и застойно-паводкового водного режима существенно препятствует реализации процессов элювиальной природы, характерных для местных зональных почв. Поэтому отмеченные выше особенности вертикальной дифференциации профиля обусловлены главным образом геологическим фактором, то есть закономерностями аллювиальной седиментации на данном участке поймы.

Таблица

Гранулометрический состав аллювиальной дерновой зернистой среднегумусной глинистой почвы на современном аллювии (разрез Н-9809-1)

| Горизонт, глубина, см | Содержание фракций в мм, % | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|
| | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| АУ(5–15) | 3,20 | 13,72 | 29,16 | 13,20 | 18,48 | 22,24 | 53,92 |
| АУ (15–25) | 1,50 | 23,94 | 28,24 | 8,84 | 16,44 | 21,04 | 46,32 |
| В ₁ (35–45) | 30,30 | 31,82 | 25,00 | 2,56 | 3,00 | 7,32 | 12,88 |
| В ₂ (60–70) | 28,6 | 41,64 | 16,84 | 2,88 | 1,76 | 8,28 | 12,92 |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| В ₃ (100–110) | 2,40 | 18,16 | 31,84 | 8,44 | 14,52 | 24,64 | 47,60 |
| В ₄ С (140–150) | 42,90 | 48,10 | 4,16 | 1,52 | 0,44 | 2,88 | 4,84 |
| С (190–200) | 72,60 | 24,60 | 1,60 | 0,28 | 0,12 | 0,80 | 1,20 |

В настоящее время на территории заповедника наблюдается тенденция к нисходящему развитию рельефа. Это способствует активному протеканию пойменно-аллювиального процесса, с ежегодным отложением на поверхности почв органико-минерального наплавления различного, преимущественно тяжелого суглинисто-глинистого состава, относительно богатого минеральным питанием и обеспечивающего условия для гумусообразования и гумусонакопления. В то же время низкий гипсометрический уровень, обилие котловинно-ложбинных форм рельефа и затяжной режим поемности – факторы переувлажнения и заболачивания значительной части почвенного покрова заповедника, восстановительных процессов и оглеения почв.

Литература

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Серия Средневолжская. О-38-ХVIII (Свеча), О-39-ХIII (Котельнич). Объяснительная записка. / Составители Б. И. Фридман, Г. С. Кулинич. СПб., 2001. 116 с.

Иванова Н. Г. О возрасте второй надпойменной террасы р. Вятки // ДАН СССР, сер. геологическая, 1966, т. 166, № 2.

Прокашев А. М. Почвы заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. материалов Всеросс. науч.-практич. конф. (г. Киров, 29 октября 2009 г.). Киров, 2009. С. 121–126.

Прокашев А. М., Бородин Н. В., Тертычная Т. В., Максимов Ф. Е. Состав, возраст и устойчивость пойменных отложений ГПЗ «Нургуш» (Кировская область) // География на рубеже веков: проблемы регионального развития. Курск, 1999. Т. 1. С. 205–206.

Прокашев А. М., Кузницын М. А. Циклы эрозии и формирование долины Средней Вятки в районе заповедника «Нургуш» // Актуальные проблемы природопользования: Мат. 6-й науч.-практич. конф. Кирово-Чепецк, 2000. С. 68–70.

НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ИСЧИСЛЕНИЯ РАЗМЕРА ВРЕДА, ПРИЧИНЁННОГО НАРУШЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ

А. А. Романчук

*Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория,
st_cahek@inbox.ru*

Рациональное использование земельных ресурсов должно являться широкой комплексной программой, касающейся всех сторон организационной хозяйственной жизни общества. На современном этапе актуальной становится разработка этой проблемы, требующая агрохимического исследования, тщательного изучения имеющихся земельных ресурсов, системы показателей и методов объективного анализа фактического уровня использования земель и планирования его на перспективу, определения на этой основе общих направлений и разработки системы конкретных мероприятий повышения плодородия почвы, улучшения использования земель применительно к местным природно-климатическим и экономическим условиям. Не менее важное значение имеет также оценка вреда, нанесённого землям хозяйственной и иной деятельностью, ведь

результат любой деятельности, естественно, должен окупать тот ущерб, который был нанесён ради достижения этого результата.

Вред окружающей среде – это негативное изменение окружающей среды в результате её загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов (ст. 1 Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Согласно п. 1 ст. 78 Федерального закона «Об охране окружающей среды», определение размера вреда окружающей среде, причинённого нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, осуществляется исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учётом понесенных убытков, а также в соответствии с проектами рекультивационных и иных восстановительных работ, при их отсутствии в соответствии с таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, утверждёнными органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление в области охраны окружающей среды.

В соответствии с п. 4.3. «Методических указаний по оценке и возмещению вреда, нанесённого окружающей природной среде в результате экологических правонарушений», утв. Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды 6 сентября 1999 г., исчисление убытков осуществляется путём специальных обследований и аналитических расчётов на основании действующих нормативных актов, методической документации, кадастровой оценке природных ресурсов, а также такс для исчисления размера взыскания причинённого вреда.

В п. 31 «Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», утв. приказом Минприроды России и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. № 525-67, сказано, что определение размера причинённого вреда производится по методикам и нормативам, утвержденным в установленном порядке, либо на основе соответствующей проектной документации восстановительных работ, а при их отсутствии – по фактическим затратам на восстановление нарушенного состояния земель с учётом понесенных убытков.

В основу расчёта по «Методике определения размера ущерба от деградации почв и земель», утв. Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г., положены нормативы стоимости, определяющие возмещение убытков за изъятие участков земель и регламентируемые "Положением о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства", утверждённым Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. № 77, которое Постановлением Правительства РФ от 19 февраля 2008 г. № 98 признано утратившим силу. Поэтому в настоящее время применение указанной методики в полной мере возможно лишь в части определения степени деградации почв и земель.

«Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», утв. Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. № 238, предусматривает исчисление в стоимостной форме размера вре-

да, причинённого почвам в результате химического загрязнения, несанкционированного размещения отходов производства и потребления и самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами. Однако эта методика не предполагает определение вреда от биологического загрязнения земель, а также снятия, перемещения и уничтожения плодородного слоя почвы, хотя эти виды нарушений встречаются не реже, чем предусмотренные указанной методикой.

Согласно п. 11 «Методики исчисления размера вреда, причиненного объектам животного мира, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, а также иным объектам животного мира, не относящимся к объектам охоты и рыболовства, и среде их обитания», утв. Приказом МПР РФ от 28 апреля 2008 г. № 107, при уничтожении либо запечатывании (асфальтировании, бетонировании или покрытии иными материалами) почвы (подстилки) и иных местобитаний объектов животного мира, относящихся к беспозвоночным животным, размер вреда исчисляется исходя из затрат, которые необходимо произвести для замены почвенного слоя растительным грунтом.

В соответствии с п. 3.1 «Порядка определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г., размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объёма работ по очистке загрязнённых земель.

В п. 9 «Правил возмещения собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков убытков, причиненных изъятием или временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц», утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 мая 2003 г. № 262, сказано, что при определении размера убытков, причинённых собственникам земельных участков, землепользователям, землевладельцам и арендаторам земельных участков ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, учитываются затраты на проведение работ по восстановлению качества земель.

П. 2.4.1 «Временных методических рекомендаций по расчёту размера убытков, причинённых собственникам земельных участков, землевладельцам и арендаторам земельных участков изъятием для государственных или муниципальных нужд или временным занятием земельных участков, ограничением прав собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков либо ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц», утв. Росземкадастром 11 марта 2004 г.: «Размер реального ущерба, причинённого собственникам, землепользователям и землевладельцам незастроенных и застроенных земельных участков, ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, определяется в размере расходов собственника, землепользователя, землевладельца на восстановление

права на незастроенный и застроенный земельный участок, нарушенного ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц.

Расходы собственника, землепользователя, землевладельца на восстановление права на незастроенный и застроенный земельный участок, нарушенного ухудшением качества земель в результате деятельности других лиц, определяются в размере суммы затрат, которые собственнику земельного участка, землепользователю, землевладельцу необходимо произвести на восстановление качества земель с целью приведения их в состояние, в котором они находились до ухудшения их качества».

Анализ судебной практики РФ по возмещению вреда окружающей среде свидетельствует о том, что имеется практика исчисления вреда исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния объекта окружающей среды, а также в соответствии с проектами восстановительных работ, и размер ущерба, определённый таким образом, соответствует принципам оценки вреда и убытков, изложенным в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», а также в Гражданском кодексе Российской Федерации, в частности, в статье 15. Однако при этом практически не выполняются принцип учёта значения земли как основы жизни и деятельности человека, принцип приоритета охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве перед использованием земли в качестве недвижимого имущества, а также принцип сочетания интересов общества и законных интересов граждан, изложенные в статье 1 Земельного кодекса Российской Федерации.

Таким образом, в настоящее время нормативно-методическое обеспечение исчисления размера вреда окружающей среде, причинённого нарушением требований законодательства в области охраны земель, ещё не достаточно и не полно, что мешает объективной оценке размера экологического ущерба земле как природному объекту и решению важнейших задач сохранения и рационального использования природных ресурсов и реализации основных принципов природоохранного, земельного и гражданского законодательства.

ЕСТЬ ЛИ ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ г. КИРОВА НЕФТЕПРОДУКТАМИ?

*Е. С. Морозова, А. А. Дымова, А. И. Фокина
Вятский государственный гуманитарный университет,
lenchik.morozova.90@mail.ru*

Нефть – это все то, без чего современный человек уже практически не мыслит своего существования. Это ресурс, благодаря которому современная цивилизация достигла таких впечатляющих высот. Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами (НП) стало серьезной экологической проблемой. Только вдумайтесь в результаты исследования содержания НП в почвах в других городах России: Москва – 5–5100 мг/кг, Нижний Новгород – 726–6270 мг/кг, Самара – 1750–13950 мг/кг, в местах нефтедобычи в Казахстане содержание

достигает 86000 мг/кг, при фоновом уровне нефтепродуктов для не добывающих нефть районов 40 мг/кг ([www. protown.ru](http://www.protown.ru)). Последствия воздействия углеводородов нефти двоякое – с одной стороны они могут оказывать положительное воздействие на почвенную биоту, с другой – угнетать жизнедеятельность. Из-за двойственности влияния и трудности отличия между углеводородами природного и техногенного происхождения до сих пор не установлено значений ПДК для нефтепродуктов и приоритетного метода для количественного определения их в объектах окружающей среды.

В состав основных систем самоочищения почвы входят микроорганизмы. Выявление роли организмов и создание систем очистки на их основе является одной из ведущих задач экологов.

Целью работы стало количественное и качественное определение НП в почвах г. Кирова.

В ходе работы проведено изучение влияния цианобактерий (ЦБ) *Nostoc paludosum* 18 на динамику содержания нефтепродуктов в почве после загрязнения бензином марки А-92 в модельном опыте.

Объекты и методы исследования. Пробы почв отбирали на территории г. Кирова осенью 2010 и 2011 гг. с двух глубин: 0–15 см и 15–30 см. Местами пробоотбора стали парковые зоны (Александровский сад и Гагаринский парк), а также перекрестки улиц города с различной загруженностью автотранспортом (ул. К. Маркса с ул. Профсоюзной, ул. Московской с ул. Производственной, ул. Энгельса с ул. К. Маркса, ул. Ленина и ул. Профсоюзной, ул. Воровского с ул. Производственной). Спонтанное загрязнение почвы бензином марки А-92 моделировали на образцах почв из парковой зоны. Опыт состоял из двух серий: почва с внесением бензина и ЦБ и с внесением бензина, но без внесения ЦБ. Количество клеток на 1 грамм почвы составило $8,13 \cdot 10^5$. Загрязняли почву бензином марки А-92 в количестве 2000 мг/кг и 10 000 мг/кг. Доза для внесения выбрана в соответствии с ранжированием почв по степени загрязнённости (Мотузова и др., 2007). Контролем служила почва без добавления бензина. Тщательно перемешанные с вносимыми компонентами образцы раскладывали слоем 5 см в картонные коробки. Повторность двукратная. Анализ проводили на 2, 7 и 51 сутки. Время выбрано произвольно.

Образцы почвы исследовали параллельно тремя методами: ИК-спектрометрией (Методика измерения ..., 1998), флуориметрией (Методика выполнения, ... 1998) и газовой хромато-масс-спектрометрией (Россинский и др., 2011). Применение нескольких методов оправдано тем, что, несмотря на наличие аттестованных методик, нет однозначного мнения по возможности универсального применения только одной из них. Каждый метод решает свои задачи, имеет как плюсы, так и минусы. Разница в результатах анализа обусловлена направленностью каждой методики выявлять определённый круг углеводородов, который может несколько не совпадать между методами.

Результаты и их обсуждение. В 2010 году самое высокое содержание НП обнаружено в образце, отобранном вблизи перекрестка ул. Воровского с ул. Производственной (среднее содержание НП, определенное на «Флюорат 02-3М» составляет 490 мг/кг и 1100 мг/кг на «КН-2М»). ОДК нефтепродуктов для

нашей зоны составляет 2000 мг/кг ([www. lumex.ru](http://www.lumex.ru)). При хранении образцов в течение 45 суток содержание алифатических фракций НП в образцах почв, отобранных вблизи автодорог, несколько снизилось. Содержание НП в образце парковой зоны осталось на первоначальном уровне, что свидетельствует о наличии достаточно стабильных углеводородов и отсутствии легких фракций.

В 2011 г. увеличилось содержание ароматических углеводородов в районах с высокой автотранспортной нагрузкой (увеличение в 10 раз, определяемых методом флуориметрии и увеличение в 6 раз, при определении методом ИК-спектроскопии).

С помощью газового хромато-масс-спектрометрического анализа выявили, что в состав загрязнения входят, в основном, парафины состава C₁₀–C₄₀, как правило, являющиеся компонентами топлива для транспортных средств (бензин, дизельное топливо) или материалов для строительства дорог.

В модельном опыте после загрязнения почвы бензином содержание НП в пробах значительно уменьшается уже в течение первых суток (до 20 раз). Причём значительно снижается количество алифатических фракций в вариантах с внесением ЦБ (в 4 раза при дозе внесения 2000 и в 20 раз при дозе внесения 10000 мг/кг). К концу опыта содержание НП во всех вариантах приближается к контролю. Интересен тот факт, что в пробах с внесением бензина через сутки резко увеличивается содержание ароматических углеводородов. Чем больше доза внесения, тем выше содержание ароматических соединений в почве. Появление ароматических углеводородов связано с естественными процессами, происходящими в почве после внесения бензина.

Итак, существует ли в г. Кирове проблема загрязнения почв НП? Да, безусловно. Почва большинства участков по содержанию НП относится к низкому и среднему уровню деградации (содержание НП от 1000 до 2000 мг/кг – низкий уровень и от 2000 до 3000 мг/кг – средний), образцы с перекрестков ул. Воровского с ул. Производственной и ул. Ленина с ул. Профсоюзной могут быть отнесены к высокому уровню деградации (от 3000 до 5000 мг/кг).

Со временем происходит накопление в почве придорожной зоны достаточно устойчивых фракций НП, и дальнейшее антропогенное их поступление в окружающую среду, будет приводить к повышению их содержания в почве. Парафины, содержащиеся в почве, хотя и не обладают ярко выраженным токсическим действием на живое, могут нарушать экологическое равновесие в почвенной системе, происходит изменение морфологических и физико-химических характеристик, снижается продуктивность земель.

Внесение ЦБ влияет на содержание НП в почве в первое время после загрязнения, что может быть использовано при спонтанных разливах бензина.

Литература

Данные федерального портала: [www. protown.ru](http://www.protown.ru)

Интернет сайт компании «Люмекс»: WWW.LUMEX.RU

Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02» ПНД Ф 16.1:2.21-98 Москва, 1998.

Методика измерения массовой доли нефтепродуктов в почве и донных отложениях методом ИК- спектрометрии. Количественный химический анализ почв. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект, 2007. 237 с.

Росинский А. П., Алалыкин А. А. Газовая хромато-масс-спектрометрия. Методическое пособие. Киров, 2011. 37 с.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ г. КИРОВА

А. С. Олькова, Ю.С. Шабалина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru*

Городские агломерации и урбанизированные районы – это территории глубоко измененной природы деятельностью человека. К антропогенным факторам, оказывающим влияние на экологическое состояние городов, относятся: промышленность, автомобильный (и железнодорожный) транспорт, предприятия ЖКХ, ТЭЦ и так далее. Одной из актуальнейших проблем урбоэкологии является проблема загрязнения городских почв – урбоземов. Для диагностики их состояния используют химические, биологические, санитарно-эпидемиологические показатели. Среди интегральных показателей, хорошо зарекомендовавших себя для выявления степени антропогенной нагрузки, выделяют биохимические методы определения ферментативной активности почв [1].

По результатам наших прошлых исследований и литературным данным уровень активности каталазы является наиболее объективным и четко интерпретируемым критерием состояния почвенного пула микроорганизмов [1].

Целью исследования стало изучение активности каталазы почвы г. Кирова.

Каталаза катализирует реакцию разложения перекиси водорода с образованием воды и молекулярного кислорода: $H_2O_2 + \rightarrow O_2 + 2H_2O$.

Перекись водорода образуется в процессе дыхания живых организмов и в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ. Методы определения каталазной активности почвы основаны на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с почвой по объему выделяющегося кислорода [4].

Пробы почв отбирались в разных частях города. В селитебной зоне отобрано 2 пробы: в Юго-Западном районе г. Кирова и районе Малые Чижы. Транспортную зону представляли 3 участка: площадь Лепсе, район железнодорожного вокзала, перекресток Октябрьского проспекта и улицы Московской. Исследуемыми рекреационными зонами стали Александровский сад и парк Дворца пионеров. В промышленной зоне отобрана одна проба в районе Шинного завода.

Пробы отобраны осенью 2011 г. по методу конверта из верхнего генетического горизонта.

Активность почвенной каталазы определяли по методу А. Ш. Галстяна [2]. Использовался прибор из двух соединенных резиновым шлангом бюреток.

Бюретки заполняют водой. Навеску (1 г) почвы вносят в одно колено колбы Ландольта и 0,5 г карбоната кальция. В другое отделение колбы приливают 5 мл 3%-ного раствора перекиси водорода. Колбу плотно закрывают каучуковой пробкой со стеклянной трубкой, которая соединена с измерительной бюреткой с помощью резинового шланга. Начало опыта отмечают по секундомеру в тот момент, когда перекись смешивается с почвой, и содержимое сосуда встряхивают. Взбалтывание смеси производят в течение всего опыта. Уровень жидкости отмечают через 1 минуту. Контролем служат стерилизованная сухим жаром (180°C) почва. Активность каталазы выражают в миллилитрах O₂, выделяющегося за 1 мин. на 1 г почвы.

Полученные результаты отражены табл. Для оценки степени активности фермента пользовались шкалой биологической активности почв Гапанюк-Малахова [3].

Таблица

Значения каталазной активности почв г. Кирова

| № участка | Описание участка | мл O ₂ /мин | Степень активности |
|-----------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 1 | Александровский парк | 4,1±0,06 | средняя |
| 2 | Парк Дворца пионеров | 10,1±0,2 | высокая |
| 3 | Юго-Западный район | 6,4±0,2 | средняя |
| 4 | Малые Чижи | 9,7±0,3 | средняя |
| 5 | Площадь Лепсе | 2,3±0,06 | слабая |
| 6 | Ж/д вокзал | 6,5±0,2 | средняя |
| 7 | Октябрьский - Московская | 8,7±0,17 | средняя |
| 8 | Шинный завод | 3,9±0,4 | средняя |

Активность каталазы городских почв варьировала в пределах 2,3–10,1 мл O₂/мин. Большинство исследуемых проб характеризовались средней активностью фермента. В рекреационной зоне парка возле Дворца пионеров выявлен наиболее высокий показатель, что свидетельствует об относительном благополучии данного участка. В то же время пробе из Александровского сада соответствовали одни из самых низких значений активности каталазы, что можно объяснить особенностями рельефа: ливневый сток и талые воды города стекают по направлению к реке через этот район.

Почва в районе остановки «Малые Чижи» отличается достаточно высоким содержанием каталазы. По оценочной шкале показания приближаются к характеристике «высокая» степень активности. Это соответствует малой промышленной и транспортной нагрузке данного района. Другая селитебная зона (Юго-Западный район) является более техногенно нагруженной, что отразилось в снижении активности каталазы до 6,4 мл O₂/мин.

Самыми низкими показателями активности фермента отличились район площади Лепсе и район Шинного завода, что объясняется как высокой транспортной, так и промышленной нагрузкой на эти территории.

Ферментативная активность почв свидетельствует о благополучии микробного ценоза. При этом необходимо отметить, что его состояние зависит не только от уровня антропогенной нагрузки, но и от других факторов, например,

количества органического вещества, увлажненности почвы, растительного покрова почвы и т. д.

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Наименьшей активностью каталазы отличились почвы района ОАО «Кировский шинный завод» и района площади им. Лепсе, что свидетельствует о проявлении высокой антропогенной нагрузки.

2. Наиболее благополучными по уровню активности каталазы оказались почвы парка Дворца пионеров и района «Малые Чижы». Это соответствует сложившейся ситуации с малой антропогенной нагрузкой.

3. Активность каталазы может быть использована в качестве индикатора состояния городских почв.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

Литература

1. Олькова А. С., Пукальчик М. А., Ашихмина Т. Я. Исследование активности почвенных ферментов в целях биоиндикации зоны влияния ОУХО «Марадыковский» // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Матер. третьей областной науч.-практ. конф. молодежи 24–25 апреля 2008г. Киров: ООО «О-Краткое», 2008. С. 127.

2. Галстян А. Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв // Почвоведение, 1978.

3. Гришина Л. А., Копчик Т. Н., Моргун Л. В. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. М: Изд-во Московского университета, 1991.

4. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство РГУ, 2003.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИАНОБАКТЕРИЙ РОДА *NOSTOC*

*В. А. Ефремова*¹, *Т. С. Елькина*², *Л. В. Кондакова*¹, *Л. И. Домрачева*^{1, 2, 3}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*
nm-flora@rambler.ru

³ *Лаборатория биомониторинга Института биологии*
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

В настоящее время на урбанизированных территориях проживает большинство жителей нашей планеты. Поэтому существует тесная связь между здоровьем людей и «здоровьем» городов, в частности – «здоровьем» городских почв. Для оценки уровня токсичности или безопасности тех или иных зон города широко применяются различные методы и методики, основанные на определении физико-химических или биологических параметров. Среди подобных методов диагностики состояния окружающей среды всё большую популярность завоевывают приёмы биоиндикации и биотестирования с использованием организмов различных систематических групп. Практически идеальными биоинди-

каторами и биотест-организмами можно считать цианобактерии (ЦБ), которые не только являются космополитами, заселяющими разнообразные природные экониши практически во всех регионах Земли, но и обладают повышенной интенсивностью размножения в антропогенно загрязнённых экотопах. В частности, факты цианофитизации фототрофных микробных комплексов неоднократно отмечены для городских педоценозов.

Цель настоящей работы – оценка степени токсичности почв различных зон г. Киров с помощью цианобактерий (ЦБ) р. *Nostoc*.

Для реализации поставленной цели по общепринятым методикам для проведения химического и микробиологического анализа отбирали почвенные образцы в следующих городских зонах: транспортной (перекрёстки улиц К. Маркса-Профсоюзной, Октябрьского проспекта-Профсоюзной, Московской-Производственной), промышленной (районы биохимзавода, ОЦМ и ТЭЦ-5), парковой (Александровский сад). В качестве тест-организмов использовали четырёхнедельные альгологически чистые культуры трёх видов ностока (*N. paludosum*, *N. linckia*, *N. muscorum*). Уровень токсичности почвенной вытяжки для выбранных штаммов ЦБ определяли тетразольно-топографическим методом, сущность которого состоит в микроскопической дифференциации жизнеспособных и мёртвых клеток по наличию или отсутствию внутри клеток кристаллов формаза, имеющего малиново-красную окраску (Домрачева и др., 2008). Индекс токсичности почвенных образцов вычисляли по методике (Кабилов, 1995).

Результаты и обсуждения. В ходе проведённого исследования нами было установлено, что, во-первых, различные виды ностока обладают различной степенью чувствительности по отношению к химическим компонентам почвенной вытяжки и, во-вторых, уровень токсичности почвы в разных зонах города различен (табл. 1).

Таблица 1

Гибель клеток цианобактерий р. *Nostoc* в почвенной вытяжке из различных зон г. Кирова (%)

| Вид цианобактерий | Контроль | Зоны города | | |
|---------------------|----------|--------------|--------------|----------|
| | | транспортная | промышленная | парковая |
| <i>N. paludosum</i> | 1,89 | 19,13–25,23 | 4,70–25,77 | 12,37 |
| <i>N. linckia</i> | 1,53 | 13,10–20,67 | 5,47–17,33 | 15,85 |
| <i>N. muscorum</i> | 1,10 | 15,45–18,15 | 18,37–98,19 | 16,75 |

Примечание: в контрольном варианте определяли число нежизнеспособных клеток в чистой культуре ЦБ, которую в дальнейшем использовали для целей биотестирования.

Известно, что если в ходе биотестирования различные организмы дают разную картину состояния обследуемого объекта, то степень токсичности определяют по наиболее чувствительному тест-организму. В нашем случае таким тест-организмом является *N. muscorum*, у которого отмечена повышенная гибель клеток в почве промышленной зоны, вплоть до 98,19% в районе биохимзавода. В то же время чувствительность к загрязнению почвы у всех испытан-

ных штаммов ЦБ в транспортной и парковой зоне примерно одинаковая. Вероятно, *N. muscorum* обладает специфической восприимчивостью к каким-то поллютантам минеральной или органической природы, которые накопились вблизи данного предприятия, являющегося одним из главных загрязнителей атмосферного воздуха г. Кирова.

Вычисление индекса токсичности городских почв показывает, что по данному показателю, определённого с помощью ностоков, исследуемые почвы относятся к разным категориям (табл. 2).

Таблица 2

Индекс токсичности городских почв

| Зоны города | Виды ностоков | | |
|--------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| | <i>N. paludosum</i> | <i>N. linckia</i> | <i>N. muscorum</i> |
| Транспортная | 0,76–0,89 | 0,80–0,86 | 0,83–0,85 |
| Промышленная | 0,75–0,98 | 0,87–0,96 | 0,02 –0,82 |
| Парковая | 0,89 | 0,85 | 0,84 |

Как правило, определение индекса токсичности (ИТ) сопровождается описанием эффекта, который приводит к определению класса токсичности. Эффект признаётся как стимулирующий, если ИТ > 1,1 (6 класс токсичности); норма – при ИТ 0,91–1,1 (5 класс); низкая токсичность при ИТ 0,71–0,90 (4 класс); средняя токсичность при ИТ 0,5–0,7 (3 класс); высокая – при ИТ < 0,5 (2 класс) и сверхвысокая при полной гибели клеток (1 класс токсичности).

Наши результаты показывают, что по индексу токсичности почву в районе биохимзавода следует признать сверхтоксичной (в табл. 2 результат ИТ=0,02 выделен жирным шрифтом) по тестированию с помощью *N. muscorum*. Все остальные полученные показатели ИТ практически свидетельствуют о низкой токсичности исследуемых почв.

Более полные и информативные выводы можно сделать при сравнении результатов химического анализа почвы, а также результатов биотестирования с использованием не только ЦБ, но и других организмов, которые используются при определении токсичности окружающей среды и входят в перечень аттестованных методик, специализированных аккредитованных лабораториях.

Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязнённых средах // Теоретическая и прикладная экология, 2008. № 2. С. 23–28.

Кабилов Р. Р. Альготестирование и альгоиндикация. Уфа, 1995. 125 с.

ВЛИЯНИЕ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ НА ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В. А. Ефремова, Л. В. Кондакова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
VitalinaRose@gmail.com*

Одной из важнейших глобальных проблем в современном мире является состояние урбанизированной территории. Автомобильные дороги составляют неотъемлемую часть любого городского ландшафта. Транспортная зона – это место сильного антропогенного воздействия на окружающую среду. В состав отработанных автомобильных выбросов входит более 200 веществ, в том числе обладающих высокой токсичностью, таких как бенз(а)пирен и соединения свинца. Главенствующую роль для транспортной зоны имеет загрязнения соединениями Pb. Кроме него, загрязнителями являются V, Zn, Cu, Ni, Cr – элементы выбросов дизельных двигателей (Трефилова, 2000). По темпам накопления Pb в почвах зоны различного функционального назначения образуют следующий ряд: крупные автомагистрали и промзоны \geq старые жилые кварталы > агроландшафты > внутрирайонные улицы > рекреационная зона > новостройки (Никифорова, Кошелева, 2007). Одним из надежных методов оценки экологического состояния почв является альгоиндикация. Многими авторами отмечено, что флора почвенных водорослей обочин автомобильных дорог достаточно разнообразна (Суханова, 1995; Кабиров, Суханова, 1997; Кузнецова, 2005 и др.). Изучение влияния автомагистрали на почвенные водоросли сосновых насаждений Московской области позволило выявить наиболее резистентные и чувствительные виды. По данным Т. И. Алексахиной (1998) наиболее устойчивыми к антропогенной нагрузке оказались синезеленые и одноклеточные зеленые виды – убиквисты, среднетолерантными – диатомовые и одноклеточные желтозеленые, а наиболее чувствительными – зеленые и желтозеленые нитчатки, а также хламидомонады.

Цель исследования – изучить альгофлору почв транспортной зоны г. Кирова.

Объектом исследования являлись почвы районов с высокой автотранспортной нагрузкой. Отбор проб на выявление видового состава почвенных водорослей проводился с глубины 0–5 см весной, летом и осенью 2008–2011 гг. Видовой состав водорослей определяли методом чашечных культур со стеклами обрастания и микроскопирования свежевзятой почвы.

В транспортной зоне г. Кирова обнаружено 64 вида почвенных водорослей, в том числе *Cyanophyta* – 26 видов (40%), *Bacillariophyta* – 10 видов (16%), *Xanthophyta* – 2 вида (3%), *Eustigmatophyta* – 1 вид (2%), *Chlorophyta* – 24 вида (37%), *Euglenophyta* – 1 вид (2%). В альгогруппировках преобладали представители отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Чувствительные к загрязнению желтозеленые водоросли встречались единично. При любом загрязнении почвы они первыми «выбиваются» из водорослевых сообществ. Поэтому Э. А. Штина отмечала, что желтозеленые водоросли, особенно одноклеточные, можно считать

показателями чистоты и здоровья почвы. Их исчезновение становится сигналом неблагополучия почвы (Штина и др., 1998).

Комплекс доминирующих видов был разнообразен и включал представителей 3 отделов: *Cyanophyta* – *Phormidium autumnale*, *Microcoleus vaginatus*, *Leptolyngbya frigidum*, *L. foveolarum*; *Bacillariophyta* – *Navicula pelliculosa*, *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* var. *mutica*, *L. mutica* var. *nivalis*; *Chlorophyta* – *Bracteacoccus minor*, *Chlorella vulgaris*.

Для того чтобы получить наиболее полную информацию об альгогруппировках придорожных газонов, пробы почвы отбирали на разном расстоянии от полотна дороги: 0–10 м, 10–20 м, 30–40 м. Наблюдалась тенденция уменьшения количества видов почвенных водорослей по мере удаления от дороги: 0–10 м – 25 видов; 10–20 м – 21 вид; 30–40 м – 11 видов (табл.). Качественные характеристики альгокомплексов газонов автомобильных дорог в значительной степени отличаются между собой в зависимости от расстояния до полотна дороги. Так основу альгогруппировок придорожных газонов, находящихся в непосредственной близости от полотна дороги (0–10 м) составляли нитчатые цианобактерии – *Phormidium autumnale*, *Leptolyngbya foveolarum*, *L. frigidum* и азотфиксаторы – *Nostoc paludosum*, *N. muscorum*, *Cylindrospermum muscicola*, *C. licheniforme*. На расстоянии 10–20 м наиболее активно развивались *Phormidium autumnale*, *Phormidium formosum*, *Leptolyngbya frigidum*, *Chlorella vulgaris*; на расстоянии 30–40 м доминантами сообществ являлись *Leptolyngbya frigidum*, *Bracteacoccus minor*, *Chlorella vulgaris*. Различия в альгокомплексах газонов автомобильных дорог можно объяснить разным характером распределения транспортных выбросов, на который влияют рельеф местности, загруженность автомагистралей, роза ветров, наличие зданий, сооружений, а также и тем, что в зависимости от расстояния до полотна дороги общее проективное покрытие растительности увеличивается, тогда как у самого полотна она сильно разрежена.

Таблица

**Изменение видового состава почвенных водорослей
по мере удаления от полотна дороги**

| Расстояние от дороги, м | <i>Cyanophyta</i> | <i>Chlorophyta</i> | <i>Bacillariophyta</i> | <i>Xanthophyta</i> | Всего |
|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------|
| 0–10 | 12 | 6 | 6 | 1 | 25 |
| 10–20 | 8 | 7 | 5 | 1 | 21 |
| 30–40 | 3 | 6 | 2 | 0 | 11 |
| Всего по участкам | 16 | 11 | 6 | 2 | 35 |

Плотность популяций фототрофов в средних образцах почвы, отобранных в непосредственной близости от полотна дороги, составила 3,9 млн. клеток/г почвы. На долю цианобактерий пришлось 74,4% популяции, диатомовых – 25,6%. В структуре популяций наблюдались микромицеты с окрашенным мицелием, суммарная длина нитей составила 16,3 м/г почвы. Численность фототрофов в средних образцах почвы, отобранной на расстоянии 10–20 м от полотна дороги, составила 0,4 млн. клеток/г почвы; доминантами сообщества были

диатомовые водоросли. Суммарная длина нитей микромицетов составила 75,3 м/г почвы, так же доминировали микромицеты с окрашенным мицелием (73,2%). На дальнем расстоянии от полотна дороги (30–40 м) при количественном учете средних образцов почв фототрофы не были обнаружены, в структуре популяций преобладали микромицеты с бесцветным мицелием (60,2%), суммарная длина нитей составила 192,7 м/г почвы.

Таким образом, альгофлора транспортной зоны г. Кирова в изученных районах достаточно разнообразна и представлена 64 видами почвенных водорослей. Исследования альгофлоры на разном расстоянии от полотна дороги показали уменьшение количества видов по мере удаления от дороги, что связано с повышенным проективным покрытием травяного полога и близостью древесных насаждений. При удалении от дороги уменьшается доля микромицетов с окрашенным мицелием. Полученные результаты исследований могут служить основанием для дальнейшего мониторинга городских почв.

Литература

Алексахина Т. И. Влияние автомагистрали на почвенные водоросли сосновых насаждений // Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии (сборник статей). М.: МГУ – ИД «Муравей», 1998. С. 307–308.

Кабилов Р. Р., Суханова Н. В. Почвенные водоросли городских газонов // Ботанический журнал. 1997. Т. 82. № 3. С. 46–57.

Кузнецова Е. В. Альгофлора газонов автомобильных дорог г. Мелеуза (Башкортостан) // Актуальные проблемы биологии и экологии: XII молодеж. науч. конф., 4–7 апр. 2005 г., Сыктывкар, 2005. С. 125–126.

Никифорова Е. М., Кошелева Н. Е. Динамика загрязнения городских почв свинцом (на примере восточного округа Москвы) // Почвоведение. 2007. № 8. С. 984–997.

Суханова Н. В. Влияние автомобильного транспорта на группировки почвенных водорослей // Проблемы охраны окружающей среды на Урале: межвуз. сб. науч. тр. / Башкир. пед ин-т. Уфа, 1995. С. 114–123.

Трефилова Н. Я. Геохимическая специализация территорий различного хозяйственного использования // Прикладная геохимия. М., 2000. С. 135–143.

Штина Э. А., Зенова Г. М., Манучарова Н. А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение, 1998. № 12. С. 1449–1461.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ г. КИРОВА

А. С. Мельникова, Л. В. Кондакова

*Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf_eco.vshu.kirov.ru*

Почва служит связующим звеном между живыми и неживыми компонентами биосферы и является накопителем большинства загрязняющих веществ. Опасность загрязнения почв определяется уровнем её возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и прямо или косвенно на человека. Загрязнение почв учитывают при определении и прогнозе степени их опасности для здоровья и условий проживания населения в населённых пунктах, оценке эффективности санитарно-экологических

мероприятий и текущего санитарного контроля над объектами, воздействующими на окружающую среду населённого пункта (Мелехова, Сарапульцева, 2008).

Одним из методов оценки экологического состояния почв является биотестирование – оценка токсических эффектов действия химических веществ и их смесей по физиологическим, морфологическим реакциям, поведенческим изменениям, изменениям выживаемости, плодовитости тест-организмов в условиях, предусмотренных методиками биотестирования.

Тест-организмы оперативно сигнализируют об опасном воздействии химического загрязнения на их жизнедеятельность, причем воздействия не отдельного компонента, а их смесей, часто неизвестной природы, а также воздействия токсических веществ, не выявляемых другими методами анализа.

Цель работы: провести экотоксикологическую оценку почвенного покрова г. Кирова методом биотестирования с использованием *Lepidium sativum* и *Ceriodaphnia affinis*.

Объектом исследования является почвенный покров г. Кирова.

В мае 2011 г. были отобраны 6 проб почвенного покрова на участках г. Кирова: с транспортной нагрузкой - проба № 1 (в районе железнодорожного вокзала), проба № 2 (автодорога в районе ЦУМа); в районе промышленного предприятия – проба № 3 (ОАО «Шинный комплекс «Амтел-Поволжье»); селитебная зона – проба № 4 (двор по ул. Карла Либкнехта 146); рекреационная зона – проба № 5 (парк им. Ю.А. Гагарина) и проба № 6 (дендропарк лесоводов).

В образцах почвы определяли рН потенциометрическим методом, относительную токсичность методом биотестирования на семенах *Lepidium sativum* и ветвистоусых низших ракообразных *Ceriodaphnia affinis*.

Отбор проб почвы и выполнение анализа с использованием *Ceriodaphnia affinis* осуществляли в соответствии с методикой, внесённой в Федеральный государственный реестр ФР.1.39.2007.03221.

При определении фитотоксичности почвенных образцов была использована оценка у *Lepidium sativum* энергии прорастания семян на 3 сутки и всхожести на 5 сутки по ГОСТ 12038-84, высоты и качества проростков, длины корней на 7 и 10 сутки.

Экотоксикологический анализ с применением *Ceriodaphnia affinis* заключается в определении смертности тест-объекта в опытных пробах за 48 час экспозиции. Критерием острой токсичности являлась гибель 50% и более цериодафний по сравнению с контролем. Не оказывающими острого токсического действия признавались пробы, в которых гибель цериодафний не превышала 10%.

Математико-статистический анализ исходных данных производился в MS Excel.

Результаты исследования. По требованиям методики ФР.1.39.2007.03221 перед биотестированием в образцах почвы определяли рН. Вытяжки из почв имели величину рН в диапазоне 7,0 - 8,5. Результаты биотестирования приведены в табл. 1.

Результаты экотоксикологического анализа проб почвы

| № пробного участка | Энергия прорастания семян кресс-салата и всхожесть, % | Процент погибших в тестируемой вытяжке цериодафний, А, % |
|--|--|--|
| № 1 – Район Ж/д вокзала | 3 сут – 64,5; 5 сут.– 100; 7 сут. –100; 10 сут.–100 | A=10% |
| № 2 – Автодорога (Окт.пр., ЦУМ) | 3 сут – 23,3; 5 сут. – 34,4 ; 7 сут.– 48,8; 10 сут. – 55,5 | A=0% |
| № 3 – Промзона (ОАО «Шинный комплекс «Амтел-Поволжье») | 3 сут. –24 ,5; 5 сут. – 42,2 ; 7 сут. – 54,4; 10сут. – 54,4 | A=20% |
| № 4 – Селетebная (Двор, К.Либнехта 146) | 3 сут –75 ,6; 5 сут. – 82,2; 7 сут. – 94,4; 10сут.– 95,5 | A=10% |
| № 5 – Парк (Гагаринский парк) | 3 сут – 35,6; 5 сут.–51,1; 7 сут. – 65,5; 10 сут. –73 | A=0% |
| № 6 – Парк (Дендрологический парк) | 3 сут – 91,1; 5 сут. –100; 7 сут.–100; 10 сут. – 100 | A=60% |

Примечание: жирным шрифтом выделены показатели, свидетельствующие о токсичности пробы по данной группе организмов.

Показатель энергии прорастания семян на 3 сутки во всех пробах намного ниже 91% (проба 6) и колеблется от 23,3% до 75,6%. Всхожесть на 5 сутки на участках № 2 и № 3 составила меньше 50%, что свидетельствует о фитотоксичности почвы для высшего растения (МР 2.1:7.2297-07).

Полученные результаты экотоксикологического анализа по тест-объекту *Lepidium sativum* показали, что не обладают токсическим действием пробы почвы, отобранные в точках: № 1, 4, 5, 6. Несколько проб почвы оказывают токсическое действие на всхожесть семян – № 2, 3. Только одна проба почв, отобранная на участке № 6, обладает высокой степенью токсичности по тест-объекту *Ceriodaphnia affinis*.

При сравнении результатов по двум тест-объектам были выявлены участки, обладающие определенной степенью токсичности. Так верхний горизонт почвы на участке №2 не оказывает токсическое действие на *Ceriodaphnia affinis*, но токсичен для семян *Lepidium sativum*. На участках № 1, 4 и 5 пробы почвы не оказывают токсическое действие на тест-объекты. Особого внимания заслуживают результаты токсикологического анализа почв участка № 3. Почва была в средней степени токсична для обоих тест-объектов.

Рассмотрим дальнейшее развитие проростков *Lepidium sativum* в изучаемых пробах почвы (табл. 2). На 7 сутки наилучшее развитие корневой системы было на селитебном и рекреационном участках №4, 5 и 6. Слабое развитие корней проростков наблюдали в районе автодороги и промышленного предприятия. Лучшие результаты развития побега на 7 сутки были пробы № 1, 4, 5, наименьшее – в пробе № 2. В остальных пробах развитие побега шло практически одинаково.

На 10 сутки опыта развитие корневой системы у проростков, в вариантах №4, 5, 6 было наивысшее. Длина корней кресс-салата в пробах № 2 и 3 была

практически одинакова и в 2 раза меньше по сравнению с пробой почвы № 4 с селитебного участка. Длина побега кресс-салата во всех пробах различалась не сильно. Проростки в вариантах № 3, 6, крепкие, хорошо развитые, но прирост побегов в этих пробах на 10 сутки по сравнению с другими был нулевым, к тому же проба № 6 по результату тестирования на дафниях показала высокую токсичность, которая кресс-салатом на первом этапе опыта не выявилась.

Таблица 2

Развитие проростков кресс-салата

| Участок | Изменения длины корней и побега кресс-салата, мм | | | |
|---|--|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | 7 сутки Длина корня | 7 сутки Длина побега | 10 сутки Длина корня | 10 сутки Длина побега |
| № 1 – Район Ж/д вокзала | 63,59±6,55 | 59,83±3,18 | 78,53±4,22 | 78,43±7,27 |
| № 2 – Автодорога (Окт. пр., памятник у ЦУМа) | 35,27 ± 5,20 | 26,35±2,46 | 56,50±6,75 | 62,67±7,85 |
| № 3 – Промзона (ОАО «Шинный комплекс «Ам-тел-Поволжье») | 42,88±5,35 | 46,28±5,35 | 53,39±8,35 | 50,62±5,02 |
| № 4 – Селитебная (Двор, К. Либнехта 146) | 85,03±4,40 | 39,54±1,63 | 103,30±7,19 | 87,46±6,25 |
| № 5 – Парк им. Ю. А. Гагарина | 68,79±6,19 | 65,37±6,53 | 91,52±7,52 | 87,52±5,49 |
| № 6 – Дендрологический парк лесоводов | 73,83±4,73 | 58,88±3,86 | 97,60±5,70 | 61,69±3,08 |

Выводы: 1. Тестирование по определению энергии прорастания, всхожести семян *Lepidium sativum* показало наличие разной степени токсичности в изучаемых пробах. Процент всхожести семян составил от 34,4% до 100%. Только одна проба почв, отобранная на участке № 6, обладает высокой степенью токсичности по тест-объекту *Ceriodaphnia affinis*. По ответным реакциям двух тест-организмов почва на участке № 3 обладает средней степенью токсичности.

2. Тестирование по развитию проростков выявило разную реакцию растений *Lepidium sativum* на качество почвы. Отмечалось хорошее развитие проростков на почве с участков рекреационной и селитебной зон г. Кирова, угнетение проростков наблюдали в пробах почвы с автотранспортной нагрузкой и с промышленной зоны.

3. Используемые в исследовании тест-объекты отличились по чувствительности к действию поллютантов, поэтому для получения объективной оценки степени токсичности природных сред необходимо изучение ответных реакций тест-организмов, относящихся к разным систематическим группам и трофическим уровням.

Литература

Мелехова О. П., Сарапульцева Е. И., Евсеева Т. И. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб.

заведений. / Под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. 2-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.

ГОСТ 12039 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Издательство стандартов, 1985.

Зейферт Д. В. Использование кресс-салата как тест-объекта для оценки токсичности природных и сточных вод Стерлитамакского промузла // Башкирский экологический Вестник, 2010. № 2. С. 39–50.

Зейферт Д. В. Перспективы фитоиндикации поверхностных вод и сточных вод промышленных предприятий с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum*) // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Сб. матер. VIII Всерос. научн.-практ. конф. с международным участием в 2 частях. Ч. 1. (г. Киров, 1–2 декабря 2010 г.). Киров: ООО «Лобань», 2010. 230 с.

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний / Федеральный реестр (ФР) ФР.1.39.2007.03221. М.: Акварос, 2007. 49 с.

МР 2.1:7.2297-07 Методические рекомендации Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. М.: Акварос, 2007. 10 с.

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ УРЕАЗЫ В ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Т. С. Запольских¹, Т. А. Адамович¹, С. Ю. Огородникова^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
ecolab2@gmail.com*

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) относится к предприятиям 1-ой степени опасности. В состав Кирово-Чепецкого промышленного комплекса входят более 14 предприятий, крупнейшими из которых являются: Завод полимеров и Завод минеральных удобрений. На промплощадках предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса расположены захоронения токсичных и радиоактивных отходов (свыше 1 млн. 200 тыс. тонн) (Ашихмина и др., 2009).

Данные предприятия являются источниками загрязнения природных сред и объектов. Одним из аспектов оценки экологического состояния территории может быть определение активности почвенных ферментов. Ферментативная активность является важным показателем плодородия почвы, отражает деятельность почвенной биоты и может служить для диагностики происходящих в ней изменений. Наиболее часто для оценки ферментативной активности почв используют определение активности уреазы. Известно, что уреазы являются гидролитическим ферментом, участвует в цикле разложения азотистых органических соединений: белков, нуклеиновых кислот (Хазиев, 2005).

Целью работы было определение активности уреазы в почвах, расположенных в зоне влияния предприятий Кирово-Чепецкого промышленного комплекса.

Оценка биологической активности уреазы в почвах вблизи КЧХК проводилась в 2011 г. в весенний, летний и осенний период на 17 участках, расположенных на различном удалении от КЧХК. Исследованные почвы представляют собой типичные для данной территории: аллювиальную дерновую, подзолистую и антропогенно нарушенную почвы.

Определение активности фермента проводили фотометрическим методом, основанном на учете количества аммиака, выделившегося в процессе ферментативного гидролиза мочевины (Хазиев, 2005).

Установлено, что активность уреазы в почвах, расположенных на территории вблизи КЧХК, в 2011 г. изменялась в зависимости от сезона и зависела от типа почв (табл.).

Таблица

Зависимость активности уреазы от типа почвы и сезона отбора пробы

| Тип почвы | Сезон года | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Весна | Лето | Осень |
| Подзолистая | $\frac{0,3 - 1,0}{0,7}$ | $\frac{46,9 - 53,3}{50,1}$ | $\frac{6,0 - 13,8}{9,9}$ |
| Аллювиальная дерновая | $\frac{5,8 - 19,8}{12,8}$ | $\frac{6,5 - 20,6}{13,6}$ | $\frac{4,4 - 11,4}{7,9}$ |
| Антропогенно нарушенная | $\frac{1,7 - 4,7}{3,2}$ | $\frac{2,2 - 3,7}{3,0}$ | $\frac{4,4 - 8,0}{6,2}$ |

Примечание: над чертой – интервал изменения активности уреазы, под чертой – среднее значение активности уреазы

Активность исследуемого фермента в аллювиальных дерновых почвах в весенний период варьировала от 5,8 до 19,8 мг NH₃/10 г почвы сут⁻¹, в летний период на этих же участках активность уреазы была выше, чем весной, и изменялась в пределах от 6,5–20,6 мг NH₃/10 г почвы сут⁻¹, а осенью была несколько ниже и изменялась в интервале 4,4–11,4 мг NH₃/10 г почвы сут⁻¹. В подзолистых почвах активность уреазы в летний период отличалась высокими значениями (до 53,3 мг NH₃/10 г почвы сут⁻¹), осенью значения ферментативной активности в исследуемых почвах закономерно снижались. Выявлены участки подзолистой почвы, которые характеризуются высокой активностью уреазы. Повышенная активность изучаемого фермента на участках, расположенных в Глухом бору и на берегу карьера Завода минеральных удобрений со стороны Глухого бора, может быть обусловлена наличием в почве достаточно высокого содержания соединений азота техногенного происхождения (Адамович, Скугорева, 2011). Активность уреазы в антропогенно нарушенных почвах, была несколько ниже, чем в подзолистой и аллювиальной дерновой. Скорость разложения мочевины изменялась в весенний период и летний период в пределах от 1,7 до 4,7 NH₃/г почвы сут⁻¹; в осенний период активность была выше и варьировала в интервале 4,4–8,0. Низкая активность уреазы в весенне-летний период, по сравнению с осенью, вероятно, связана с небольшим содержанием в почве азотсодержащих органических соединений. Кроме того, невысокая ферментативная активность

антропогенно нарушенных почв является следствием угнетения почвенного микробного комплекса в ходе хозяйственной деятельности.

Таким образом, была изучена активность фермента уреазы в почвах, расположенных на территории вблизи объектов Кирово-Чепецкого химического комбината. Выявлены участки с высокой активностью уреазы, обусловленной загрязнением почвы азотом, и участки с низкой активностью фермента – антропогенно нарушенные почвы. При изучении активности почвенных ферментов, участвующих в циклах азота в почве, необходимо учитывать специфику загрязнения территории вблизи объектов КЧХК.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

Адамович Т.А., Скугорева С. Г., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Экологическое состояние природного комплекса на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Проблемы региональной экологии, № 3. 2010. С. 197–205.

Ашихмина Т. Я., Лемешко А. П., Кантор Г. Я., Дабах Е. В. Комплексное обследование территории в районе хранения радиоактивных отходов Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ ФГУП «РосРАО» // Современная радиоэкологическая обстановка в Кировской области. Объектный мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО». Матер. науч.-практ. конф. 10–11 декабря 2009 г. Киров, 2009. С. 63–76.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

ГРУППИРОВКИ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ СЕЛИТЕБНОЙ ЗОНЫ г. КИРОВА

О. С. Пирогова, Л. В. Кондакова

Вятский государственный гуманитарный университет

Основные экологические проблемы городов связаны с деятельностью крупных промышленных объектов, с транспортными потоками, большой плотностью населения. На урбанизированных территориях формируются своеобразные сообщества водорослей и цианобактерий, различающиеся по видовому разнообразию, составу доминантных комплексов, экологической структуре. Альгоиндикация, как один из методов биоиндикации, широко используется в оценке качества природной среды.

Цель исследования: изучить группировки почвенных водорослей селитебной зоны г. Кирова.

Объектом исследования являлись почвы городских дворов с разным уровнем антропогенной нагрузки, а также старых и новых построек. Отбор проб проведен осенью 2010 и летом 2011 гг., всего было отобрано 35 проб. Отбор проб проводили общепринятыми в почвенно-альгологических исследованиях методами. Изучение видового состава проводили прямым микроскопиро-

ванием свежевзятой почвы и методом чашечных культур со стеклами обрастания (Штина, Голлербах, 1976).

Всего в почвенных пробах селитебной зоны города выявлено 62 вида почвенных водорослей и цианобактерий, в том числе Cyanophyta – 26 видов (42%), Chlorophyta – 20 видов (32%), Bacillariophyta – 11 видов (18%), Xanthophyta – 4 вида (6%), и Eustigmatophyta – 1 вид (2%).

Отмечены сезонные изменения видового состава альгофлоры. В осенних пробах преобладали цианобактерии и диатомовые водоросли (рис. 1). Из цианобактерий встречались *Anabaena sp*, *Nostoc punctiforme*, *Tolypotrix tenuis*, *Phormidium autumnale*, *Ph. uncinatum*, *Ph. molle*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Microcoleus vaginatus*. При прямом микроскопировании свежевзятых образцов отмечено значительное развитие диатомей: *Navicula pelliculosa*, *Luticola mutica*, *Nitzschia palea*, *Pinnularia intermedia*. Из зеленых водорослей отмечены *Bracteacoccus minor*, *Chlorella vulgaris*, *Coccomyxa sp*, *Klebsormidium nitens*, *Stichococcus*. Желтозеленые и эустигматофитовые водоросли были представлены видами *Eustigmatos magnus*, *Botrydiopsis eriensis* и *Xanthonema exilis*. Всего в осенних пробах было выявлено 52 вида почвенных водорослей.

В летних пробах 2011 г. было выявлено 39 видов почвенных водорослей, в том числе Cyanophyta – 15 видов (39%), Chlorophyta – 16 видов (42%), Bacillariophyta – 6 видов (16%), Eustigmatophyta – 1 вид (3%).

Доминантами сообществ являлись цианобактерии *Leptolyngbya foveolarum*, *Phormidium autumnale*, *Ph. molle*, *Ph. uncinatum*, *Nostoc punctiforme* и зеленые водоросли – виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Coccomyxa*. В условиях сильного затенения деревьями и уплотнения почвы, видовое разнообразие понижалось, толерантность проявляли виды *Leptolyngbya frigidum* и *Nitzschia amphioxys*. Наличие благоприятного светового режима и свежего торфяного субстрата сказалось на видовом разнообразии водорослей в пробе почвы, отобранной во дворе нового кирпичного дома, обнаружено 22 вида почвенных водорослей.

Сравнение альгофлоры дворов старых и новых построек выявило отличия в составе альгофлоры. В почве газонов дворовых территорий новых построек были выявлены виды, которые не встречаются во дворах старого жилого фонда: *Borzia trilocularis*, *Cylindrospermum sp*, *Phormidium corium*, *Phormidium fragile*, *Chlamydomonas conversa*, *Chloroplana terricola*, *Klebsormidium flaccidum*, *Klebsormidium nitens*, *Planktosphaeria maxima*, *Luticola mutica*. Возможно, данные виды занесены со свежим торфяным субстратом.

Отмечены морфологические изменения клеток диатомей (рис. 2), что согласно данным литературы, может быть связано с загрязнением среды (Артамонова, 2002).



Рис. 1. *Phormidium autumnale*,
Nitzschia palea



Рис. 2. Морфологические изменения
панциря *Luticola mutica*

Таким образом, видовой состав альгофлоры селитебной зоны города достаточно разнообразен и зависит от природных и антропогенных факторов.

Литература

Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА И КАДМИЯ В ГРИБАХ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОТОПОВ

А. В. Обухова, А. И. Фокина
Вятский государственный гуманитарный университет,
anna-obuxova@rambler.ru

Грибы являются не только вкусным продуктом питания многих людей, но и ценными поставщиками белка, витаминов в организм человека. Установлено, что грибы содержат важные питательные и физиологически активные вещества, нужные человеку. Недаром их сравнивают по питательности с такими высококачественными продуктами как мясо, хлеб, овощи. Грибы содержат в большом количестве белки, жиры и углеводы [1]. Почва, на которой произрастают грибы, влияет на их качество.

Загрязнение почвы различными химическими веществами, а главным образом твердыми, жидкими и газообразными отходами промышленности, продуктами топлива, выхлопными газами от автотранспорта и т. д. приводит к изменению химического состава почв. Одними из самых распространённых загрязнителей почвы являются тяжелые металлы (ТМ).

Целью работы было определение содержания тяжелых металлов (Cd и Pb) в грибах, собранных в различных экотопах: в городской среде, в лесу и на лугу.

Объекты и методы исследования. Объектами были пробы различных видов грибов (маслята зернистые, опята луговые, сыроежки) и почва, отобранная в месте произрастания грибов. Сыроежки отбирали из трёх экотопов: луг вблизи с. Монастырское Кировской области, еловый лес, придорожная полоса вдоль улицы Некрасова г. Кирова. Пробы отбирали летом 2011 г. все одновре-

менно. Для оценки влияния вида грибов на степень накопления ТМ отобраны пробы масленников и опят вблизи с. Монастырское.

Предметом исследования было содержание Cd и Pb в пробах грибов и почвы. Содержание ТМ в почве определяли методом атомной абсорбционной спектроскопии [2], а в грибах – инверсионной вольтамперометрии [3].

Результаты и их обсуждение. Результаты определения содержания ТМ в образцах грибов и почве представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Содержание свинца и кадмия в пробах грибов

| Вид гриба | ТМ | Содержание, мг/кг сухой массы | ПДК, мг/кг |
|-------------------------------|----|-------------------------------|------------------------|
| Маслята зернистые | Cd | 0,03±0,01 | Cd – 0,10 Pb – 0,50 |
| | Pb | 0,40±0,08 | |
| Опята луговые | Cd | 0,04±0,01 | |
| | Pb | 0,33±0,07 | |
| Сыроежки (с. Монастырское) | Cd | 0,03±0,01 | |
| | Pb | 0,24±0,05 | |
| Сыроежки (еловый бор) | Cd | 0,08±0,02 | |
| | Pb | 0,25±0,05 | |
| Сыроежки (город) | Cd | 0,16±0,03 | |
| | Pb | 0,62±0,11 | |

В ходе исследования установлено, что в грибах, произрастающих в городской черте, содержание ТМ (Cd, Pb) превышают нормы ПДК, в среднем, в 1,6 раза по содержанию Cd, и в 1,3 раза по содержанию Pb. В это же время содержание ТМ в образцах, полученных в естественной среде (в лесу и на лугу), не превышают значений ПДК.

Значения содержания ТМ в почве представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание ТМ в пробах почвы

| Вариант пробы почвы, соответствующий пробе грибов | ТМ | Содержание, мг/кг | | ПДК, мг/кг | |
|---|----|-------------------|-----------------|--------------------------|--------------------|
| | | Валовая форма | Подвижная форма | Валовая форма | Подвижная форма |
| Маслята зернистые (почва дерново-подзолистая, pH = 3,79) | Cd | 0,11±0,01 | 0,02±0,002 | Cd – 0,5–2 Pb – 30–35 | Cd – 1 Pb – 4–6 |
| | Pb | 4,18±0,42 | 0,59±0,059 | | |
| Опята луговые (почва дерново-подзолистая, pH = 3,64) | Cd | 0,11±0,01 | 0,01±0,001 | | |
| | Pb | 4,06±0,41 | 0,62±0,062 | | |
| Сыроежки (с. Монастырское) (почва подзолистая, pH = 3,56) | Cd | 0,16±0,02 | 0,03±0,003 | | |
| | Pb | 3,91±0,39 | 0,63±0,063 | | |
| Сыроежки (город) (почва подзолистая, pH = 6,61) | Cd | 0,32±0,03 | 0,12±0,012 | | |
| | Pb | 16,94±1,69 | 1,74±0,017 | | |
| Сыроежки (еловый бор) (почва подзолистая, pH = 3,86) | Cd | 0,12±0,01 | 0,08±0,008 | | |
| | Pb | 4,19±0,42 | 0,68±0,068 | | |

Для выявления корреляции между содержанием металлов в грибах и почве использован коэффициент Пирсона. Корреляция между содержанием свинца в почве и грибах слабая (0,4), хотя и есть. Корреляция между содержанием кадмия в почве и грибах гораздо выше, её можно определить как достаточно высокая (0,7). Это позволяет сделать вывод о существовании зависимости концентрации тяжелых металлов в грибах не только от концентрации данных металлов в окружающей среде, но и от свойств самих элементов (способности вступать в химические связи с другими элементами и соединениями и т. д.)

Причём, степень корреляции содержания ТМ в грибах с содержанием подвижной формы металлов в почве несколько выше, чем валовой.

Итак, в результате проведенного исследования было установлено:

1. В пробах грибов и почв, собранных в окрестностях с. Монастырское Кировской области, превышения содержания свинца и кадмия не выявлено;
2. Обнаружено превышение ПДК по обоим металлам в пробах грибов, собранных вдоль автомагистрали г. Кирова. При этом почва с этого же участка по определяемым показателям благополучна;
3. Между содержанием ТМ в грибах и почве есть корреляция, для кадмия – в большей степени;
4. Разницы между степенью поглощения ТМ разными видами грибов одного и того же экотопа не выявлено.

Литература

1. Васильков Б. П. Съедобные и ядовитые грибы. Л.: СПб.: Наука, 1963. 264 с.
2. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М. 13 с.
3. Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.
4. Давыдова С. Л., Тагасов В. И. Тяжелые металлы как супертоксиканты. М.: Изд-во РУДН, 2002. 140 с.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕК СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. МОЛОМЫ

Е. С. Прохорова, Н. Д. Охорзин
Вятский государственный гуманитарный университет,
kaf-geo@vshu.kirov.ru

Территория исследования расположена на северо-западе Кировской области Моломо-Лузкого физико-географического округа и простирается от восточных границ области до среднего течения реки Моломы.

В геологическом строении территория района исследования имеет следующие особенности: она располагается на территории Русской платформы, которая сложена массивными кристаллическими горными породами, а сверху покрыта мощным чехлом (1750–2000 м) осадочных отложений. Они представ-

лены здесь континентальными песчаными и глинистыми отложениями триаса и отложениями мелководных морей и озер юрского периода.

Рельеф этой территории, как и рельеф всего округа, формировался под воздействием тектоники, четвертичного оледенения, ветровой и водной эрозии. Северные Увалы, в своей основе которых находятся пологие тектонические поднятия мезозойских пород. Наиболее возвышенная полоса Северных Увалов тянется по линии г. Мураши – с. Верхняя Волманга, где встречаются абсолютные высоты до 225 м [1].

Климат района умеренно-континентальный с холодной продолжительной и многоснежной зимой, с затяжной весной, ранней осенью и умеренно теплым коротким летом. При этом характерно доминирование циклонической циркуляции, распространяющейся с Атлантического океана и частое вторжение холодных арктических воздушных масс. Годовой радиационный баланс тепла составляет не более 22 ккал/см². Средняя температура января составляет –14–16 °С, июля +17+19 °С. Среднегодовое количество осадков 500–600мм.

Гидрографическая сеть территории исследования представлена средним течением р. Моломы и ее левобережными притоками: реками Кузюг, Шубрюг и Боровица. Долина реки Моломы в среднем течении имеет ширину от 1 до 3 км, пойма шириной до 0,5 км, двухсторонняя: левобережная пойма становится открытой луговой, заболоченной, а правобережная – более сухой, покрытой лесом. Русло умеренно извилистое, дно песчано-илистое. Ширина его в межень составляет 30–50 м, глубина на плесах 1–2 м, на перекатах – не более 0,5 м. Течение реки спокойное, скорость течения в межень 0,15–0,20 м\сек., весной – до 1,0 м\сек. Река Кузюг – левый приток р. Моломы. Его основное направление течения на северо-запад. Эта очень извилистая река, делающая 8–10 поворотов на 1 км пути. Длина реки 132 км, ширина 20–25м, глубина 1,5–2м, скорость течения 0,4 м/сек. Модуль стока равен 11 л/сек с одного квадратного километра площади бассейна. Река Шубрюг имеет длину 130 км. Его основное направление течения на юго-запад. Ширина 15–20 м, глубина 1–1,5м, скорость течения 0,2 м/сек. Все реки бассейна среднего течения р. Моломы в зимнее время на протяжении 5,5 месяца скованны ледяным покровом, толщина которого в среднем составляет 60–70см. Вскрытие происходит в третьей декаде апреля.

60–80% годового стока воды проходит в период весеннего половодья (апрель – июнь). В летне-осеннее время (июль – октябрь) сток составляет 17–23% годового. По качеству воды эти реки относятся к разряду 3"А" – загрязненные. Приоритетные загрязняющие вещества: железо общее(ПДК-1,6), медь(ПДК-1,1), ХПК(ПДК-1,1), азот аммонийный(ПДК-1,1) [2].

По лесорастительному районированию территория исследования относится к южно-таежной подзоне европейской части России. Основные лесобразующие породы: ель европейская, береза повислая, сосна обыкновенная. Леса покрывают больше половины площади. Среди них преобладают хвойные леса (54%) с господством ели (52%). Под пологом ели в напочвенном покрове растут разнообразные зеленые мхи и мох сфагнум. В зависимости от мохового покрова различают ельники-зеленомошники, ельники-долгомошники (с кукушкиным льном) и сфагновые ельники. Ельники-зеленомошники любят влажные, но не

заболоченные подзолистые суглинистые почвы и представляют собой лучший тип ельников, дающий лучшую еловую древесину. Особенно распространены ельники-зеленомошники с кислицей, брусникой и черникой. Ельники-долгомошники занимают более влажные подзолисто-болотные почвы. Сфагновые ельники растут на заболоченных почвах.

Свыше 5% лесной площади занимают сосновые боры. Они растут на водноледниковых отложениях и в речных долинах. Из лиственных пород выделяются березовые (24%) и осиновые (22%) леса. В небольшом количестве имеются пихта, ольха, ива. Кроме деревьев, в лесах всегда много различных кустарников. Среди них знакомые всем рябина, можжевельник, шиповник, волчьи ягоды, волчье лыко, жимолость.

Болотная растительность занимает более 3% площади, главным образом в северных районах. Верховые болота заняты сфагновым мхом. Здесь много болотных полукустарничков багульника, болотного мирта, подбела, голубики и клюквы. Низинные болота отличаются господством трав. Здесь много осоки, пушицы, хвоща. На почве преобладают зеленые мхи. Из древесных пород растут ольха, ивы, береза.

Луговая растительность распространена в речных поймах, которые ежегодно заливаются весенними водами. Заливные луга богаты разнотравьем и злаками. Самые ценные из них — тимофеевка луговая, мятлик, овсяница луговая, полевица, клевер. За пределами пойм встречаются материковые суходольные луга. Они образуются на месте бывших лесных вырубок, на дне балок, в ложбинах.

Разнообразен животный мир края. В болотах и водоемах живут выдры, норки, бобры и ондатры, водоплавающие птицы - гуси, лебеди, утки. В лесах обитают лоси, бурые медведи и волки, зайцы и лисы, горностаи, куницы, белки, тетерева, глухари, рябчики. Среди редких представителей фауны - лесной хорь, норка европейская, барсук, заяц-русак, белая куропатка, филин, серая неясыть, длиннохвостая неясыть, белая сова, лебедь-шипун, беркут, перепел, коростель, дупель.

В процессе природопользования необходимо принимать меры по сохранению биологического разнообразия, естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов, устойчивого управления лесами, повышения их потенциала. Охране подлежат как непосредственно виды травянистых растений, занесенных в Красную книгу РФ, так и деревья, являющиеся местообитанием или входящие в состав местообитания видов, занесенных в Красную книгу РФ и региональные Красные книги.

Оптимизация норм лесопользования, ограничение лесосек по площади, рассредоточение сплошных рубок по территории, связанной с необходимостью соблюдения сроков примыкания лесосек, запрет рубок в ЛВПЦ, выделение при отводе лесосек ключевых биотопов позволит поддерживать оптимальную возрастную и породную структуру лесов, сохранить местообитания краснокнижных видов и свести ущерб к минимуму.

При планировании лесозаготовительных работ с учетом этих требований лесоразрабатывающим предприятиям необходимо сохранять:

– участки с наличием природных объектов, имеющих природоохранное значение (заболоченные участки леса в бессточных понижениях; окраины болот; болота с редким лесом; участки леса вокруг постоянных и временных водных объектов);

– отдельные ценные деревья в любом ярусе и единичные старые деревья различных пород.

– крупные устойчивые сухостойные и усыхающие деревья с дуплами и гнездами.

Ведение хозяйственной деятельности в лесу – рубки, строительство дорог отрицательно влияет на миграцию и размножение животных, нарушая их жизненный уклад. Вырубки и дороги могут пересекать или преграждать традиционные пути миграции животных, отдаляя их места обитания от мест питания, водопоя, охоты и нарушая тем самым экологическое равновесие. Этот отрицательный эффект необходимо минимизировать, по возможности, избегая пересечения мест интенсивной миграции. Если дорога неизбежно пересекает места перемещения животных, необходимо предпринимать меры, снижающие отрицательный эффект. Для предотвращения аварийной ситуации в таких местах необходимо устанавливать предупреждающие знаки и знаки снижения скорости. Шум при лесозаготовительных работах и дорожном строительстве является фактором беспокойства во время появления потомства у животных. Поэтому в весенний период в таких местах необходимо снижать шумовые нагрузки, не проводя лесохозяйственные работы около мест гнездований и жизни животных.

Литература

1. Природа Кировской области. Ч. II. Физико-географические районы / Отв. ред. Д. Д. Лавров. Киров, 1966. 368с.
2. Экологического состояния природы Кировской области. Региональный отчет за 2009 год. 2010.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА р. ЧЕПЦЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ ПО МАРШРУТУ БАЙДАРОЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ОТ пгт. ФАЛЕНКИ ФАЛЕНСКОГО РАЙОНА ДО г. КИРОВО-ЧЕПЕЦКА

*В. В. Баранова¹, З. П. Макаренко¹, Ю. А. Поярков¹,
С. А. Полубоярцев², Ю. В. Шапков²*

¹ КОГОАУ «Лицей естественных наук»,

² Вятский государственный гуманитарный университет

В последнее время Правительство Кировской области уделяет большое внимание организации экологического туризма. В связи с этим стало актуальным проведение экологической оценки туристических маршрутов по рекам Кировской области (Региональный доклад, 2011; Озеров, 2005; сайты: <http://ru.wikipedia.org>, <http://www.sbo-paper.ru>, <http://shckola-cor.narod.ru>).

Целью работы являлось: дать экологическую оценку р. Чепцы и ее притоков от пгт. Фаленки до г. Кирово-Чепецка.

При проведении экспедиции были поставлены задачи: дать географическое описание и климатические условия территории; определить химический состав р. Чепцы, ее притоков; определить гидрологические параметры р. Чепцы; исследовать радиационный фон берегов р. Чепцы; провести микробиологический анализ проб воды и дать комплексную экологическую оценку р. Чепцы и ее берегов.

Исследования проводились с помощью методик: химического анализа, географического исследования, определения радиационного фона, микробиологического анализа.

Гипотеза исследований: чем ближе к устью р. Чепцы, тем хуже экологическое состояние берегов р. Чепцы.

Объект исследования: р. Чепца, ее притоки и ее берега.

Предмет исследования: экологическое состояние р. Чепцы и ее берегов.

Результаты химического анализа показали, что 3,36% проб воды не соответствует требованиям СанПиН. Наблюдается превышение содержания аммония в 2–4 раза в р. Чепце у Чепецкого перевоза и в 29 км от пгт. Фаленки, а также в р. Новая (ПДК=2,5 мг/л). Содержание карбонатов превышает требования СанПиН в 2.1–3 раза во всех пробах воды; повышенное содержание органических загрязнений в р. Чепце и р. Малая Кордяга. Повышенное содержание аммония, органических загрязнений в р. Чепце, особенно в районе пгт. Фаленки, говорит о трансгентных загрязнениях химического комбината г. Глазова.

Превышение содержания фенолов наблюдалось в пробах у пос. Кордяга и в устье р. Филипповки, что можно объяснить наличием картонно-бумажной фабрики в пос. Кордяга (табл.).

Радиационный фон на берегах р. Чепцы ниже ПДК (20 мкр/час); наибольшее значение получено вблизи пос. Чепецкий.

Все пробы воды бактериологически чистые: общее количество бактерий колониеобразующих единиц (КОЕ) меньше ПДК; кишечная палочка *E. Coli* не обнаружена.

Комплексная экологическая оценка р. Чепцы по экологическим показателям (химический состав, радиационный фон, бактериологическое состояние) позволило определить, что самое чистое место на р. Чепце, определенное во время экспедиции, находится в 60 км от устья р. Чепцы (рис.).

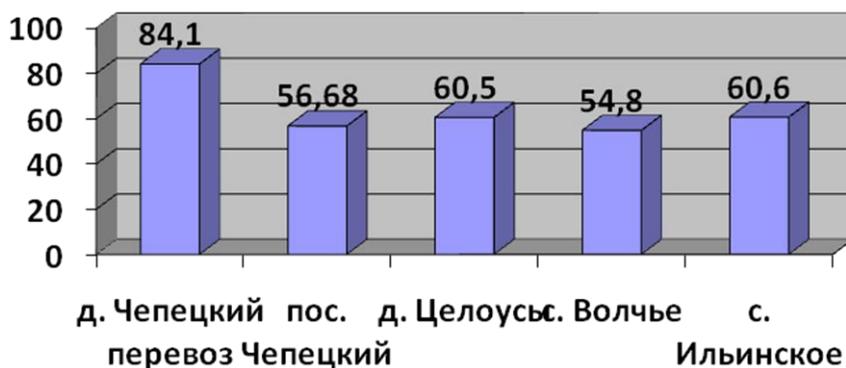


Рис. Диаграмма общего числа баллов по комплексной оценке экологического состояния р. Чепцы и ее берегов

Результаты исследования химического состава проб воды из р. Чепцы и ее притоков

| № | Место отбора пробы | Чепецкий перевоз | Р. Новая | Р. Чепца 29 км | Стоянка у Зыряново | Р. Коса | Р. Чепца ниже устья р. Косы | Р. Кодяга | Р. Млая Кодяга | Второй понтон | Р. Филлиповка | Р. Чепца 3 км от Ильинского | СанПиН 2.1.5. 980-00 Требования к водным объектам |
|----|---|------------------|----------|----------------|--------------------|-----------|-----------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------|-----------------------------|---|
| 1 | Запах, баллы | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | <2 |
| 2 | рН | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,38 | 6–9 |
| 3 | Сульфаты, (мг/л) | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | <500 |
| 4 | Окисляемость (мгО ₂ /л) | 12 | 8 | 12 | 12 | 6 | 12 | 8 | 12 | 8 | 8 | 12 | <10 |
| 5 | Хлориды, Cl ⁻ (мг/л) | 1–10 | Отс. | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | <350 |
| 6 | Нитриты, NO ₂ ⁻ (мг/л) | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | Отс. | <0,02 |
| 7 | Аммоний, NH ₄ ⁺ (мг/л) | 5–10 | 5–10 | 5–10 | <0,05 | 0,03–0,25 | <0,05 | <0,05 | 0,03–0,25 | 0,03–0,25 | 0,03–0,25 | 0,03–0,25 | <2,5 |
| 8 | Фосфаты PO ₄ ³⁻ (мг/л) | 0,1 | Отс. | 0,1 | Отс. | Отс. | Отс. | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <3,5 |
| 9 | Железо общее Fe ^{+2, +3} (мг/л) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | <0,05 | 0,1 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | 0,1 | <0,5 |
| 10 | Карбонатная жёсткость, CO ₃ ²⁻ (мг/л) | 225 | 210 | 240 | 240 | 270 | 270 | 270 | 300 | 270 | 270 | 270 | <100 |
| 11 | Общая Жёсткость, (ммоль-экв)/л | 2,8 | 2,5 | 4,1 | 3,0 | 3,6 | 3,0 | 2,7 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 3,0 | <10,0 |
| 12 | Степень загрязнения воды | 0,746 | 0,685 | 0,774 | 0,463 | 0,423 | 0,490 | 0,431 | 0,502 | 0,485 | 0,438 | 0,502 | |
| 13 | Фенолы, (мг/л) | следы | следы | следы | следы | следы | следы | 0,002 | следы | следы | 0,0015 | следы | <0,001 |

Литература

Знакомство с географией. <http://shckola-cor.narod.ru>

Материал из Википедии – свободной энциклопедии. <http://ru.wikipedia.org>

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2010 году. (Региональный доклад) / Под общей редакцией А. В. Албеговой. Киров: ООО «Триада плюс», 2011. С. 111.

ОАО «Косинская бумажная фабрика». <http://www.sbo-paper.ru>

Озеров А. Г. Исследовательская деятельность учащихся в природе: Учебно-методическое издание. М.: ФЦДЮТиК, 2005. 216 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ р. ВЯТКА В ЗОНЕ ОТДЫХА «АЛЕКСАНДРОВСКАЯ ДАЧА» г. СЛОБОДСКОГО

О. А. Распопова, А. Ю. Ашихмина, А. Н. Трухин
Вятский государственный гуманитарный университет

Зона отдыха жителей г. Слободского «Александровская дача» находится выше по течению от ближайшего источника загрязнения «Машиностроительного завода». Называется оно так потому что на берегу реки в живописнейшем месте ранее находился дом известного купца Александра. Неоднократно приходилось наблюдать, как отдыхающие используют речную воду для приготовления пищи. В связи с этим возник вопрос о пригодности речной воды для употребления.

Поиск ответа на этот вопрос в местной прессе не увенчался успехом. За последние два года информация о качестве воды в р. Вятка не освещалась, несмотря на то, что почти на каждом предприятии существует должность эколога, который контролирует выбросы отходов производства. Возник интерес в изучении этой темы, т. к. мест отдыха в городской черте очень много, некоторые из них находятся ниже по течению от городских предприятий.

Выдвинутая гипотеза предполагает, что вода в р. Вятка у «Александровской дачи» в окрестностях города Слободского низкого качества.

Объектом исследования данной работы явилась р. Вятка, а *предметом* – пробы воды, взятые в реке в зоне отдыха «Александровская дача».

Цель работы: оценить качество воды в р. Вятка в зоне отдыха жителей города Слободского – «Александровская дача».

Для достижения цели были определены четыре задачи:

1. Выявить мнения отдыхающих о качестве воды в р. Вятка;
2. Подобрать методики исследования качества воды;
3. Провести анализ проб воды;
4. Составить рекомендации отдыхающим.

Для решения первой задачи было опрошено 20 человек, отдыхающих на «Александровской даче». Социологический опрос показал, что большинство опрошенных уверены в высоком качестве воды – 60% респондентов считают, что вода пригодна для приготовления пищи, а 20% опрошенных считают, что вода из р. Вятка не пригодна для использования, при этом 20% респондентов затруднились с ответом.

Для оценки качества воды отбор проб в р.Вятка у «Александровской дачи» произведен в октябре месяце. Глубина забора – 30 см.

Место и время отбора исключало элемент случайности. Пробы отбирались в две бесцветные бутылки, общим объемом 3 л. Чисто вымытая посуда перед непосредственным взятием пробы три раза ополаскивалась отбираемой водой. Заполнялась маленькой струей по стенке бутылки под верхний обрез горлышка для того, чтобы уменьшить насыщение воды кислородом и, как следствие, предотвратить протекание химических реакций. На каждой бутылке была прикреплена этикетка с указанием пробы, а в лабораторном журнале отмечены условия, отвечающие этому номеру. Пробы после отбора хранились в холодильнике сутки.

От момента взятия проб до начала анализа прошел самый минимум времени, чтобы проба не претерпела нежелательные изменения.

При выборе методов исследования качества воды определяющим фактором явилось наличие оборудования и реактивов в лаборатории. Исходя из возможностей лаборатории выбраны методы исследования: органолептические – определение запаха, цвета, прозрачности; химические – определение аммиака и ионов аммония, нитритов, хлоридов, сероводорода, окисляемости воды; бактериологический – наличие различных простейших.

Органолептические методы исследования показали, что вода имеет гнилостный запах, низкую прозрачность и превышающие норму показатели цветности. В нашем исследовании прозрачность составила 10 см (в норме более 10 см), а цветность составила 40° (в норме 35°). Эти данные говорят о непригодности воды по органолептическим показателям.

Химическими методами было определено превышение ПДК по аммиаку и ионам аммония, данный показатель составил – 2,5–5,0 мг/л, при ПДК – 2,6 мг/л. При этом пробы воды имеют допустимое содержание нитритов – 0,050 мг/л, допустимую окисляемость – 2 мг/л, и не содержат хлоридов, сероводорода и его солей, что является очень хорошим показателем (ПДК содержания нитритов – 3,3 мг/л, ПДК окисляемости воды – 5,0 мг/л, ПДК хлоридов допускается до 350 мг/л). Но превышение ПДК по аммиаку и ионам аммония указывает на непригодность воды по химическим показателям.

Основными источниками загрязнения вод являются: неправильное использование минеральных и органических удобрений, в состав которых в больших количествах входят соединения аммония; сточные воды от животноводческих ферм, стоки с пастбищ и мест скопления скота, бытовые и хозяйственно-фекальные стоки.

Бактериологический метод определения качества воды подтвердил, что в воде находится огромное количество различных простейших, но учитывая низкое разрешение школьных микроскопов, определить видовую принадлежность (и соответственно – опасность) невозможно.

В целом результаты проведенных нами исследований проб воды из р. Вятка подтверждают выдвинутую нами гипотезу – вода в р. Вятка в районе «Александровской дачи» около г. Слободского низкого качества: не соответ-

ствуется требованиям по органолептическим, химическим, бактериологическим показателям.

Воду нельзя употреблять без предварительной очистки. Для улучшения органолептических показателей качества воды можно провести очистку воды через угольные фильтры. Для дезинфекции необходимо кипячение и обеззараживание марганцовокислым калием (марганцовка).

Но эти методы позволят лишь частично улучшить качество воды. Безопаснее для здоровья отдыхающих использовать воду из родника или привозить с собой запас питьевой воды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛОХОЛУНИЦКОГО ПРУДА И РЕК БЕЛАЯ ХОЛУНИЦА, ПОГОРЕЛКА В г. БЕЛАЯ ХОЛУНИЦА БЕЛОХОЛУНИЦКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Е. К. Ильина, З. П. Макаренко, Ю. А. Поярков
КОГОАУ «Лицей естественных наук»*

Целью работы явилось проведение гидрологических исследований Белохолуницкого пруда и рек Белая Холуница и Погорелка в г. Белая Холуница.

При проведении исследования были поставлены следующие задачи: изучить литературу по теме исследования; сделать химический, микробиологический анализ воды; сравнить результаты полученных анализов с результатами из СЭС; сделать заборы ила и провести микробиологический анализ; изучить и описать растительный мир в пруду и возле него; изучить и описать животный мир пруда и возле него; выявить состояние атмосферного воздуха; сделать выводы по общей экологической обстановке пруда.

Исследования проводились с использованием методик химического, токсикологического, микробиологического анализов; методики визуального наблюдения флоры и фауны.

Белохолуницкий пруд имеет искусственное происхождения г. Белая Холуница находится в 80 км от г. Кирова; его протяжённость при максимальном затоплении – около 8 км, а наибольшая ширина – около 1,5 км; максимальные глубины пруда при максимальном уровне затопления достигают 4–5 м. Основным источником питания водохранилища является р. Белая Холуница, а также множество более мелких речек (водотоков третьего порядка) и ручьёв. Это правые притоки (начиная с верховьев) Чернушка, Талушка, Викулиха, Копия, Колотушка, Холодный ключ, Чёрный Лог, Родинская и левые притоки – Пустая, Пода, Утёмовский Лог, Мостовка, Ермачиха, Травинка, Мочище (рис.).

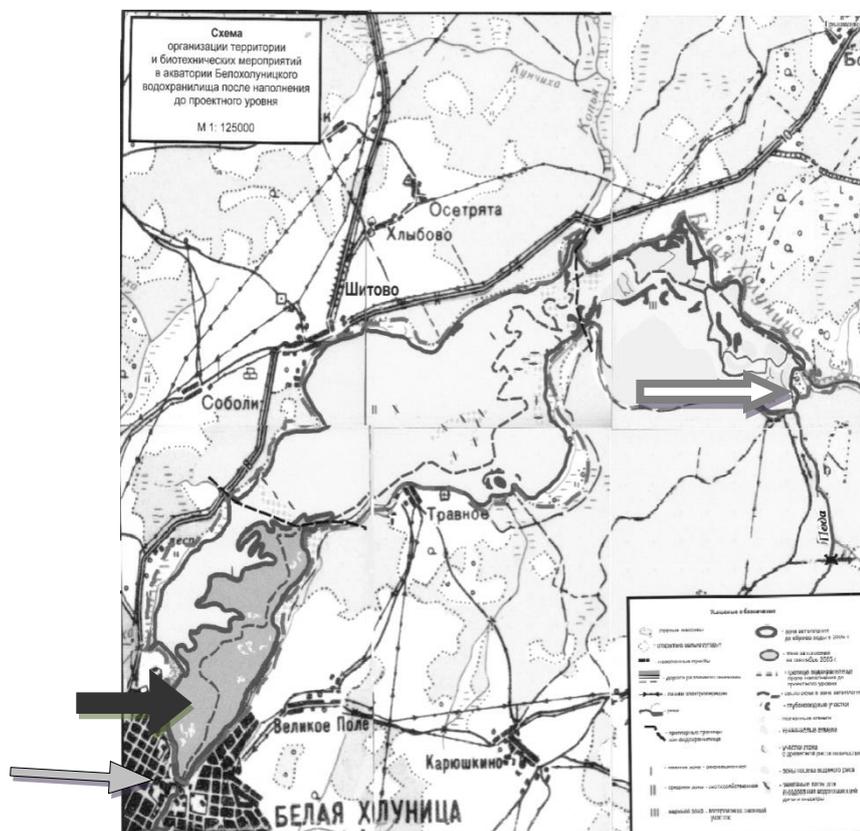
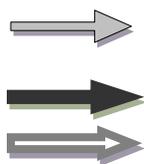


Рис. Карта Белохолуницкого пруда



Место, откуда была произведена проба воды (р. Белая Холуница при выходе из Белохолуницкого пруда)

Место, откуда была произведена проба воды (Белохолуницкий пруд)

Место, откуда была произведена проба воды (устье р. Белая Холуница и Белохолуницким прудом).

Проведен химический анализ проб воды Белохолуницкого пруда и р. Погорелке, который показал, что все пробы воды не соответствуют требованиям СанПиН для водных объектов: запах проб воды в пруду и р. Белая Холуница превышает требованиям в 1,5–2,25 раза, в р. Погорелке содержание карбонатов в 4, 5 раза больше требований, в Белохолуницком пруду и р. Белая Холуница содержание карбонатов в 1,05–1,8 раз больше требований СанПиНа; общая жесткость воды в р. Погорелке превышает требования СанПиН в 1,8 раза; содержание аммония в р. Белая Холуница до Белохолуницкого пруда находится на уровне требований СвнПиН (табл. 1).

При микробиологическом анализе проб воды из Белохолуницкого пруда р. Погорелки выявлено, что только в р. Погорелке обнаружена кишечная палочка, и её содержание превышает требованиям СанПиН в 1000 раз (табл. 2).

Все пробы воды из рек Белая Холуница и Погорелка и Белохолунцкого пруда (рис.) по тест-объекту не токсичны и лишь в устье р. Белая Холуница перед Белохолуницким прудом вода слабо токсична. Все пробы воды, кроме пробы воды из устья р. Белой Холуницы и Русско-сельской воды (они слабо фитотоксичны), не фитотоксичны.

На основании проведённой оценки экологического состояния Белохолуницкого пруда предлагается оформить его памятником природы. И, как следствие, это позволит провести ряд мероприятий по очистке пруда, принятию мер

по снижению браконьерства, запрету сброса неочищенных сточных вод, сохранению растений и животных.

Мэрии г. Белая Холуница рекомендуется построить биологические очистные сооружения для д. Великое Поле, что позволит прекратить сброс неочищенных хозяйственно-фекальных вод в р. Погорелку.

Таблица 1

**Результаты исследования химического состава проб воды
из р. Белая Холуница до впадения в белохолуницкий пруд,
из Белохолуницкого пруда, из р. Белая Холуница при выходе из пруда,
из р. Погорелка**

| № | Место отбора пробы | Р. Белая Холуница до Белохолуницкого пруда | Белохолуницкий пруд г. Белая Холуница | Р. Белая Холуница после Белохолуницкого пруда | Р. Погорелка | СанПиН 2.1.5.980-00 Требования к водным объектам |
|----|--|--|---------------------------------------|---|---------------------|--|
| 1 | Запах, баллы | 4 | 3 | 4,5 | 1 | <2 |
| 2 | рН | 7,52 | 7,53 | 7,39 | 7,38 | 6–9 |
| 3 | Сульфаты | Отс. | Отс. | Отс. | 1–10 | <500 |
| 4 | Окисляемость (мгО ₂ /л) | 6 | 8 | 8 | 12 | <10 |
| 5 | Хлориды СГ (мг/л) | 1–10 | 1–10 | 1–10 | 1–10 | <350 |
| 6 | Нитриты, NO ₂ ⁻ (мг/л) | 0,007 | Отс. | Отс. | 0,013 | <0,02 |
| 7 | Аммоний, NH ₄ ⁺ (мг/л) | 0,5–2,5 | 0,5–2,5 | 0,25–0,5 | 0,25–0,5 | <2,5 |
| 8 | Фосфаты PO ₄ ³⁻ (мг/л) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | >0,1 очень много | <3,5 |
| 9 | Железо общее Fe ^{+2, +3} (мг/л) | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,5 |
| 10 | Карбонатная жёсткость CO ₃ ²⁻ (мг/л) | 105 | 105 | 180 | 450 | <100 |
| 11 | Общая Жёсткость (ммоль-экв)/л | 2,5 | 4,5 | 4 | 12,5 | <10,0 |
| 12 | Степень загрязнения воды | 0,50 | 0,46 | 0,6 | 0,56 | |

**Результаты микробиологического анализа проб воды
из р. Белая Холуница до Белохолуницкого пруда г. Белая Холуница
Кировской области, из Белохолуницкого пруда, из. Р. Белая Холуница
при выходе из Белохолуницкого пруда, из р. Погорелка г. Белая Холуница
Кировской области**

| Пробы | Лето 2009 | | | Превышение ПДК по обще- му количеству бактерий |
|---|---|--|--------|---|
| | Общее ко- личество бактерий КОЕ, кл/мл | Из них: | | |
| | | Кишечная палочка | Е.Coli | |
| Из р. Белая Холуница до Белохолуницкого пруда | $1,5 \times 10^3$ | Нет | 32 | не наблюдается |
| Из Белохолуницкого пруда. | $2,3 \times 10^3$ | нет | 0 | не наблюдается |
| Из р. Белая холуница при выходе из Белохолуницкого пруда. | $5,5 \times 10^3$ | Обнаружены спо- ровые и вегета- тивные формы | 0 | не наблюдается |
| Из р. Погорелка. | $5,6 \times 10^3$ | 51 | 0 | не наблюдается |

Литература

Копысов В. А. Флора Вятского края. Часть 3. Лишайники. Киров: ООО «Кировская областная типография», 2009. 176 с.

Отчёт о НИР Этап 1 «Разработка плана биотехнических мероприятий по охране и воспроизводству» объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты на Белохолуницком водохранилище».

СанПин 2.1.5.980-00. Требования к поверхностным водам // Экологическая безопасность России. 2005. С. 53–60.

СОСТОЯНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В пгт. ЛЕБЯЖЬЕ НА ПРИМЕРЕ МУП «КОММУНСЕРВИС»

Е. С. Губанова, А. А. Хохлов

*Вятский государственный гуманитарный университет,
KatjuschkaG@yandex.ru*

Проблема обеспечения населения питьевой водой уже давно из ряда социальной перешла в ряд экологической и даже политической. Волнует она и жителей районного центра Лебяжье, где водопровод появился лишь в середине XX века.

Водопотребление поселка обеспечивают ресурсы подземных вод. По возрасту они относятся к верхнепермским отложениям казанского и татарского ярусов пермской системы. Водоносный комплекс казанских отложений залегает на глубине от 47–100 м. Общая мощность водоносной толщи составляет около 180 м. Воды напорные, высота напора изменяется от 0 до 206 м.

Сегодня МУП «Коммунсервис» обеспечивает водой примерно 3000 населения, бюджетные, торговые, бытовые обслуживания. Водопотребление составляет до 80 тыс. м³. в год. До 2007 г. оно было почти на треть больше, так как значительное количество воды использовал маслодельный завод ОАО «Двуречье», временно прекративший свою работу.

На данный момент в поселке из 7 паспортизированных скважин работает только одна, остальные находятся в резерве. Скважины пробурены на 40–80 м глубины. Из 3 станций 1-го подъема действуют только две (Лаптевщина, микрорайон Тулубайка), а одна станция (Редькино) зарезервирована, Станция 2-го подъема в микрорайоне аэропорта находится на ремонте. Действуют 2 водовода: Редькино – Лебяжье и Лаптевские ключи, но при этом отключены все водонапорные башни. То есть при возникновении аварийной ситуации может возникнуть экологическая проблема снабжения населения качественной водой. Основная причина – отсутствие средств. В составе комплекса водоснабжения отсутствуют очистные сооружения, то есть вода подается в систему без дополнительной очистки.

Главными сооружениями являются скважины, расположенные в кирпичных павильонах. Установлена аппаратура для автоматической подачи воды. Скважины огорожены радиусом 30 м – 1-ый пояс санитарной охраны. Дебиты скважин изменяются от 0,35 до 17,5 л/сек, удельные дебиты колеблются от 0,01 до 1,4 л/сек. Геологическое строение земли сказывается на качестве подземных вод. Водопроводная вода имеет повышенную жесткость. По данным химических анализов подземные воды пресные, сухой остаток составляет 0,2–0,9 мг-экв/л.

Наблюдения за качеством воды в водных объектах района осуществляются филиалом федерального учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области» в Уржумском районе (филиал ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области в Уржумском районе»). Нарушений по качеству воды и ее соответствию стандартам не выявлены. Но, при пользовании питьевой водой непосредственно в квартирах жителей поселка возникают проблемы повешенного содержания в воде железа. Это можно объяснить состоянием старых труб

В настоящее время в поселке активно идет процесс замены железных труб на полиэтиленовые. За 2008 г. дополнительно проложено 2,5 км и заменено около 500 м. В 2009 г. работы были продолжены. Заканчивается ремонт станции второго подъема. Данные работы, несомненно, повысят качество воды, подаваемой в дома жителей районного центра.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ НА СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ РЕК г. КИРОВА

Е. А. Ожиганова^{1,2}, Е. А. Сведенцова^{1,2}, С. Г. Скугорева^{1,3}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Кировский областной центр охраны окружающей среды и природопользования, air9lab@gmail.com,*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Качество воды реки Вятка, основного источника водоснабжения г. Кирова, зависит от качества воды ее притоков – малых водных объектов. Они загрязняются быстрее, чем крупные водотоки, процессы очищения протекают в них медленнее. Ливневыми и паводковыми водами с территории промышленных предприятий, автозаправочных станций, железнодорожных переездов, дорог и улиц города смывается большое количество взвешенных частиц, нефтепродуктов, органических и других загрязняющих веществ [2]. Кроме того, источниками постоянного поступления в водные объекты загрязнителей являются выпуски промышленных предприятий и жилищно-коммунальных хозяйств. В связи с этим необходимо осуществлять мониторинг химического состава поверхностной воды наиболее подверженных загрязнению рек, т. е. тех рек, которые являются приемниками выпусков хозяйственно-бытовых и промышленных стоков ряда предприятий.

Целью работы было определить фактическое влияние предприятий на качество воды малых рек г. Кирова (р. Люльченка, р. Мостовица, р. Плоская, р. Хлыновка). На базе СИАК КОГБУ «Областной природоохранный центр» были отобраны и проанализированы пробы поверхностной воды из малых рек в створах, расположенных выше и ниже мест сброса сточных вод промышленных предприятий [1]. В 2011 г. проводили отбор и их химический анализ на содержание ионов аммония, нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов, железа, цинка, свинца, кадмия, никеля, фенола, нефтепродуктов, мышьяка и рН. Полученные значения сопоставлялись с нормами для рыбохозяйственных водных объектов [3].

Река Люльченка является водоемом–приемником наибольшего количества стоков промышленных предприятий (табл.). По мере ее протекания по территории города можно проследить изменение концентраций нитритов и нефтепродуктов. Минимальное их содержание определено на входе в город и выходе. Наибольшие концентрации поллютантов в водах реки определены в промышленных зонах города (рис.).

Наименьшее влияние на природные воды р. Люльченка из всех предприятий оказывает ливневой сток ФГУП Завода «Сельмаш», так как определяемые показатели не превышали ПДК (точки №1, 2). В фоновом створе р. Люльченка выше сброса ОАО «Завода 1 Мая» наблюдается превышение ПДК по содержанию ионов аммония в 1,2 раза, нитритам – в 3,6 раза, фенолу – в 6,4 раза; нефтепродуктам – в 36 раз.

Источники загрязнения малых рек г. Кирова

| Предприятие, осуществляющее сброс | Водоток–приемник |
|-----------------------------------|------------------|
| ТЭЦ-4 | Река Люльченка |
| ОАО «Завод 1 Мая» | |
| ФГУП «Завод Сельмаш» | |
| Химчистка | |
| ООО «Горзеленстрой» | Река Мостовица |
| Завод «Приводных цепей» | |
| ОС ООО «Коммунальщик» | Река Плоская |
| ООО ЛКФ «Кировлакокраска» | Река Хлыновка |

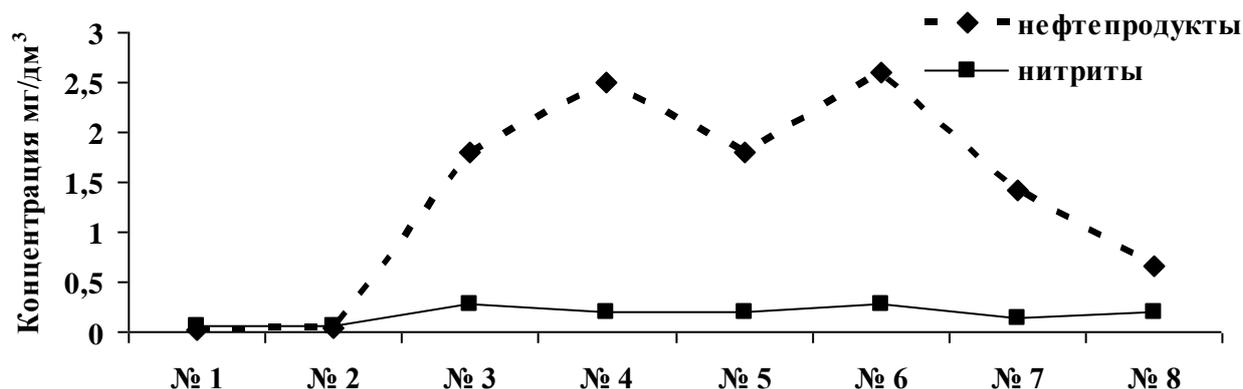


Рис. Концентрации нефтепродуктов и нитритов в створах р. Люльченка.

Примечание: точки № 1, 2 находятся выше и ниже ФГУП «завод Сельмаш», № 3 и № 4 – выше и ниже ОАО «Завод 1 Мая», № 5 и № 6 – выше и ниже химчистки, № 7 и № 8 – выше и ниже сброса ТЭЦ-4

Можно предположить, что сточные воды ОАО Завода «1 Мая» разбавляют концентрации веществ в фоновом створе, так как содержание нитритов и фенола в контрольном створе меньше, чем в фоновом в 1,4 и 3,8 раз соответственно. В тоже время, в контрольном створе увеличивается содержание нефтепродуктов с 1,8 мг/л до 2,5 мг/л. Следовательно, сток ОАО Завода «1 Мая» загрязняет воды р. Люльченка нефтепродуктами.

В контрольном створе р. Люльченка ниже объекта «Химчистка» установлено превышение фона в 1,3–1,5 раза по нитритам, фенолу и нефтепродуктам, что свидетельствует о загрязнении данными компонентами.

В воде р. Люльченка выше сброса ТЭЦ-4 содержание иона аммония и нефтепродуктов выше, чем в контрольном створе в 1,3 и 2,1 раза соответственно. Увеличение содержания определено по нитритам (с 1,9 ПДК до 2,6 ПДК), никелю и фенолу (1,5 до 1,7 ПДК).

В поверхностном слое воды р. Мостовица выше ООО «Горзеленстрой» наблюдается превышение ПДК по содержанию нитритов в 1,8 раза, фенолов – в 1,4 раза и нефтепродуктам – в 5 раз. В контрольном створе отмечается превышение ПДК по иону аммония в 1,2 раза, незначительно увеличивается содержа-

ние нитритов, фенола, нефтепродуктов. Таким образом, сток ООО «Горзеленстрой» оказывает негативное влияние на качество воды р. Мостовица.

В р. Мостовица выше сброса Кировского завода «Приводные цепи» наблюдается превышение ПДК по нитритам в 1,2 раза. Стоки завода разбавляют концентрации фонового створа, так как других превышений выше и ниже Кировского завода «Приводные цепи» не зафиксировано.

В р. Плоская выше сброса ОС ООО «Коммунальщик» наблюдается превышение ПДК по железу в 1,2 раза. В контрольном створе наблюдается превышение содержания иона аммония в 34 раза, нитритам – в 9,4 раза, фенолу – в 68 раз, нефтепродуктам – в 4 раза, мышьяку – в 1,8 раза. Таким образом, сточная вода ООО «Коммунальщика» оказывает отрицательное влияние на р. Плоская.

В фоновом створе р. Хлыновка ООО ЛФК «Кировлакокраска» отмечается превышение ПДК по нитритам в 1,4 раза, железу – в 1,2 раза, нефтепродуктам – в 5,6 раза. В контрольном створе превышение по нитритам, железу остается примерно на том же уровне, а содержание нефтепродуктов уменьшается с 5,6 до 3,6 ПДК. Следовательно, сток с ООО ЛФК «Кировлакокраска» не оказывает негативного воздействия на качество воды в р. Хлыновка.

Таким образом, в ходе исследования установлено, что источником загрязнения малых рек г. Кирова являются как организованные сбросы недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий, объектов ЖКХ, так и неорганизованный сброс ливневых стоков с их территорий и территории жилой застройки.

Установлено, что наиболее загрязненной является р. Плоская ниже сброса ОАО «Коммунальщик», в связи с этим можно рекомендовать проведение мероприятий по реконструкции очистных сооружений на данном предприятии.

Кроме того, для улучшения качества воды малых рек г. Кирова можно рекомендовать ликвидацию несанкционированных свалок бытовых и строительных отходов в прибрежной защитной полосе рек, недопущение утечки сточных вод из системы канализации на рельеф местности, развитие сети ливневой канализации с устройством очистных сооружений.

Литература

1. ГОСТ Р 51592 2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».
2. Городская экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А. Н. Тетиор. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 336 с.
3. СанПиН 2.1.5.980-2000 г. (гигиенические требования к охране поверхностных вод).

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЛЮМИНИЯ В ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ

Н. В. Вараксина, А. С. Олькова, Т. Я. Ашихмина
Вятский государственный гуманитарный университет,
natavv88@inbox.ru

От качества употребляемой воды во многом зависит состояние здоровья человека. В последние годы отмечается сильное увеличение загрязнения водоемов и водотоков, многие из которых служат источниками водоснабжения населенных пунктов.

Источником водоснабжения нашего города является р. Вятка. Качество воды в реке практически на всем своем протяжении по данным регионального доклада оценивается как 3–4 класс («умеренно загрязненная» – «загрязненная»). Основными загрязняющими веществами являются растворенные формы железа, меди, алюминия, органические соединения, нефтепродукты, фенолы, формальдегид, соединения азота (Региональный доклад ..., 2011).

Долгое время о токсических свойствах алюминия было мало сведений. Однако, в силу широкой распространенности элемента, этому вопросу стали уделять внимание как с санитарно-гигиенической и медицинской точки зрения, так и с природоохранной позиции. Стало известно, что токсичность алюминия проявляется во влиянии на обмен веществ, особенно минеральный. Соединения алюминия угнетают функции нервной системы, способны действовать непосредственно на клетки – их размножение и рост. Также избыток солей алюминия снижает задержку кальция в организме, уменьшает адсорбцию фосфора, одновременно в 10–20 раз увеличивается содержание алюминия в костях, печени, семенниках, мозге и в паразитовидной железе (Общественный экологический ..., Чернова, Курочкина, 2011).

Целью нашей работы стало изучение технологии водоподготовки с использованием серноокислого алюминия и определение остаточного содержания иона алюминия в водопроводной воде.

На первом этапе водоподготовки происходит забор воды из реки с помощью насосов, далее вода подается в смесители, где происходит перемешивание воды с коагулянтом, флокулянтом (для очистки и осветления) и хлором (для обеззараживания). Вода, обработанная реагентами, из смесителя подается в распределительные чаши, откуда распределяется по осветлителям. Осветлители со взвешенным слоем осадка предназначены для предварительного осветления воды. Осветленная таким образом вода подается на скорые фильтры. Фильтрация является последним этапом очистки воды.

Фильтр представляет собой резервуар, на дне которого расположена дренажная система. Над дренажем находится поддерживающий слой и поверх его – фильтрующий слой. Очищаемая вода подается в фильтр, фильтруется через песок, собирается дренажной системой, поступает в сборный карман, откуда по трубопроводу поднимается в резервуары чистой воды. Из данных резервуаров вода насосами подается в город для нужд населения.

Необходимо отметить, что в качестве коагулянта используется сернокислый алюминий. Таким образом, алюминий в водопроводную воду может попасть как из реки, так и в процессе её водоподготовки. Кроме того, в качестве отхода на станции водоподготовки образуется осадок, состоящий из взвешенных частиц речной воды вместе с алюминиевым коагулянтом. Такой отход поступает в р. Вятка, загрязняя её техногенным алюминием.

Норматив содержания алюминия в воде хозяйственно-питьевого использования составляет 0,2 мг/л (ГН 2.1.5.1315-03, 2003). При этом норматив может быть увеличен до 0,5 мг/л главным государственным санитарным врачом по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения.

Нами исследовалось содержание иона алюминия в водопроводной воде в период с сентября по декабрь 2011 г. Вода отбиралась в разных частях города: юго-западный район города, район Дворца пионеров, центральная часть города, район Филейки, район остановки Малые Чижы, район остановки Хлыновская. Пробы отбирались ежемесячно. Для района остановки Малые Чижы получены результаты в июле и августе.

Определение алюминия производилось фотометрическим методом с алюминоном на спектрофотометре (ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000). Результаты исследования представлены в таблице (табл.).

Таблица

**Результаты исследования содержания иона алюминия
в водопроводной воде г. Кирова**

| Место пробоотбора (адрес) | Месяц / концентрация иона алюминия (мг/л) | | | | | |
|------------------------------------|---|----------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
| Малые Чижы (Ленина,198) | 0,14 (0,7)* | 0,10 (0,5)* | 0,22 (1,1)* | 0,40 (2,0)* | 0,41 (2,1)* | 0,31 (1,5)* |
| Хлыновская (Хлыновская,1) | – | – | 0,12 (0,6)* | 0,32 (1,6)* | 0,38 (1,9)* | 0,42 (2,1)* |
| Дворец пионеров (Некрасова, 34) | – | – | 0,14 (0,7) * | 0,48 (2,4) * | 0,41 (2,1)* | 0,12 (0,6)* |
| Юго-запад (Воровского,112) | – | – | 0,06 (0,3)* | 0,49 (2,4)* | 0,51 (2,6)* | 0,17 (0,9)* |
| Центр (Ленина,45) | – | – | 0,09 (0,4) * | 0,54 (2,7)* | 0,43 (2,2)* | 0,38 (1,9)* |
| Центр (Р. Люксембург, 77) | – | – | 0,12 (0,6)* | 0,48 (2,4)* | 0,45 (2,2)* | 0,28 (1,4)* |
| Филейка (Свердлова, 8) | – | – | 0,13 (0,6)* | 0,26 (1,3)* | 0,43 (2,1)* | 0,16 (0,8)* |

Примечание: * – кратность превышения норматива ПДК_{х/п} (0,2 мг/л), раз.
Прочерк обозначает, что определения не проводили.

По полученным данным, содержание алюминия в воде варьирует от 0,06 мг/л до 0,54 мг/л, то есть элемент обнаруживался как в концентрациях ниже норматива, так и количествах, превышающих ПДК почти в 3 раза.

Для всех точек пробоотбора наиболее неблагоприятными месяцами по превышению содержания алюминия оказались октябрь и ноябрь 2011 г. В эти месяцы для всех проб, кроме проб, соответствующих улицам Хлыновской и

Свердлова, обнаружены превышения выше уровня 2 ПДК. Вероятно, это связано с температурным режимом. Возможно, на станции водоподготовки вводили большее количество коагулянта, что предстоит выяснить.

В декабре ситуация по большинству точек стабилизировалась, однако, половина образцов не соответствовала нормативу по исследуемому показателю.

Ярко выраженных тенденций, свойственных определенным районам города, пока не выявлено. Исследования продолжаться по выявлению сезонной динамики содержания иона алюминия в водопроводной воде.

На данном этапе можно сделать вывод о том, что проблема загрязнения питьевой водопроводной воды города Кирова соединениями алюминия объективна и требует более детального изучения.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

Литература

ГН 2.1.5.1315-03 ПДК. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. 2003. 62 с.

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2010 г (Региональный доклад) / Под общей ред. А. В. Албеговой. Киров: ООО «Триада плюс». 2011. С. 28–33.

Общественный экологический Internet-проект EcoLife. Методические материалы. Свойства некоторых загрязняющих веществ. Алюминий. <http://eclife.ru/data/tdata/td2-2.php>

ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод методом фотометрическим методом с алюминоном.

Чернова С. П., Курочкина М. В. Создание образцов для контроля качества питьевой воды // Вестник удмуртского университета. Физика. Химия. Вып. 2. 2011. С. 87–90.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ ИЗ РОДНИКОВ г. КИРОВА

А. А. Крюкова¹, С. Г. Скугорева^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В последние годы в связи с увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду все больше внимания уделяется проблеме загрязнения природных вод. В качестве индикаторов их загрязнения могут быть использованы родники, так как их состояние чувствительно к воздействию техногенных факторов. Причиной загрязнения родниковой воды в черте города является близкое расположение к автомагистралям, гаражам, свалкам. Родниковая вода может быть загрязнена различными примесями, среди которых могут быть весьма ядовитые для организма химические вещества. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением является загрязнение тяжелыми металлами.

Целью работы было определить содержание тяжелых металлов (меди, кадмия и свинца) в воде из родников г. Кирова.

Пробы воды отбирали в июле и сентябре 2011 г. и в феврале 2012 г. из четырех родников г. Кирова. Родник № 1 находился в районе нового моста через р. Вятку, № 2 – у Диорамы, № 3 – рядом с Трифоновым монастырем, №4 – в овраге (в районе улиц Ленина–Дрелевского–Герцена). Определение массовой концентрации ионов меди, свинца и кадмия проводили методом инверсионной вольтамперометрии на приборе марки «Экотест-ВА» [2].

В ходе химического анализа установлено, что содержание ионов кадмия во всех пробах родниковой воды было ниже предела обнаружения метода инверсионной вольтамперометрии (0,0005 мг/л).

Концентрация ионов меди в воде, отобранной из родников, варьировала от 0,001 до 0,006 мг/л (рис. 1). В роднике в овраге (№ 4) в июле 2011 г. содержание меди было ниже предела обнаружения метода (0,001 мг/л). При сопоставлении полученных значений с нормативами для подземных вод установлено, что во всех родниках концентрация Cu^{2+} было на три порядка ниже установленной ПДК [1].

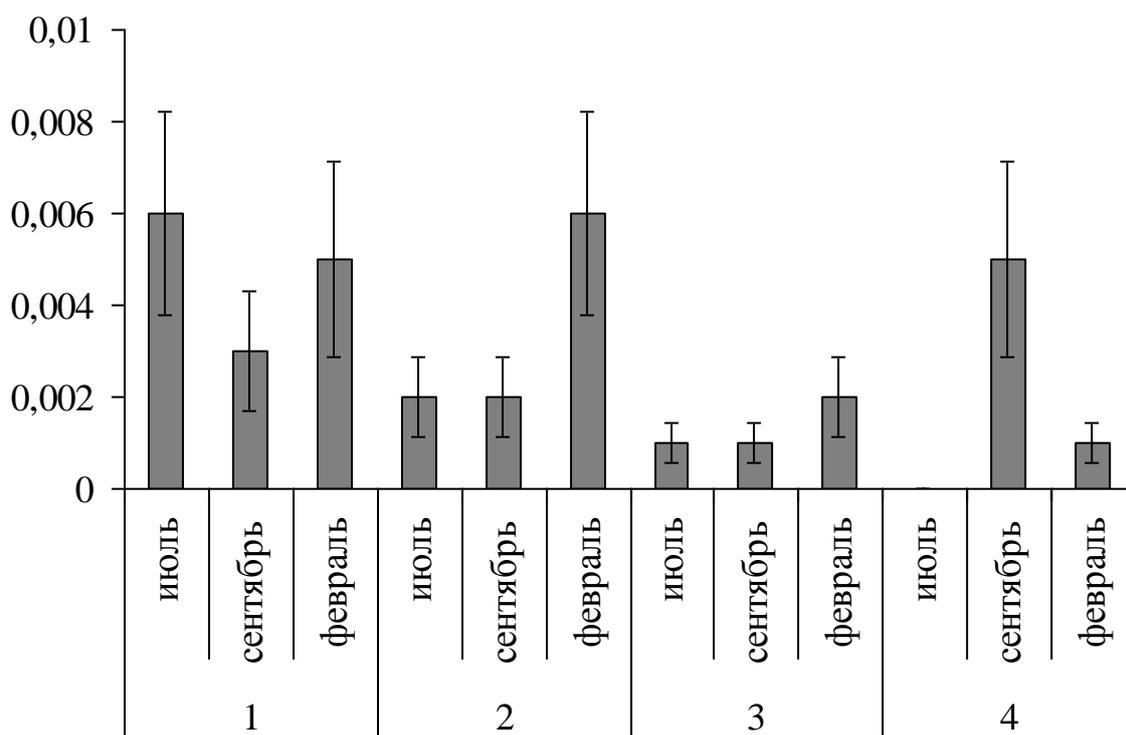


Рис. 1. Содержание ионов меди в пробах родниковой воды, мг/л

Концентрация ионов свинца в пробах воды изменялась от 0,001 до 0,25 мг/л (рис. 2). В содержании Pb^{2+} в родниковой воде прослеживается сезонная динамика: минимальное количество ионов отмечалось в июле 2011 г. и феврале 2012 г., максимальное – в сентябре 2011 г. В сентябре наибольшее содержание ионов определено в роднике у нового моста (№ 1) – 0,25 мг/л, что выше ПДК в 25 раз. В роднике у Трифонова монастыря (№ 3) концентрация

свинца составила 0,15 мг/л, что превысило ПДК в 15 раз. Вода родника у Диорамы (№ 2) содержала свинца в 3 раза больше норматива.

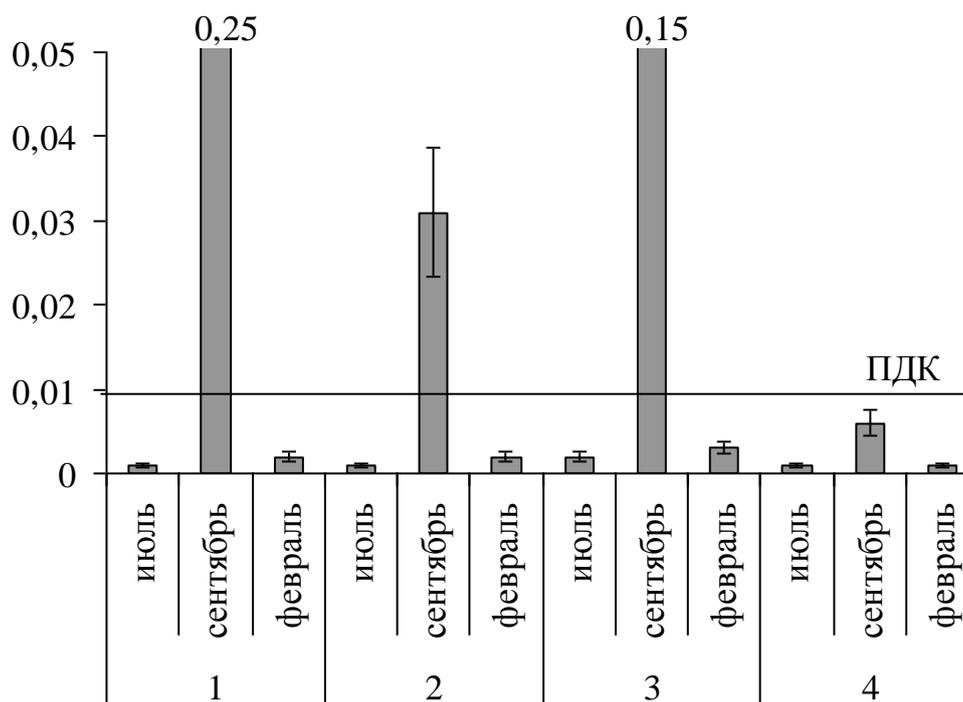


Рис. 2. Содержание ионов свинца в пробах родниковой воды, мг/л

Высокое содержание ионов свинца в роднике у нового моста и у Диорамы можно объяснить близостью их расположения к автодорогам. Повышенное содержание поллютанта в роднике Трифонова монастыря требует проведения дальнейших исследований. Вероятно, сезонность в динамике содержания ионов связана с погодными условиями, в частности с количеством выпавших осадков. Так, в сентябре 2011 г. отмечалось небольшое количество осадков, что могло привести к концентрированию свинца в грунтовых водах (www.pogoda.ru.net). Населению, использующему родниковую воду для питьевых целей, можно рекомендовать перед употреблением проводить очистку воды от избыточных количеств ионов свинца с использованием бытовых фильтров.

Таким образом, по результатам химического анализа установлено, что родники г. Кирова не загрязнены соединениями кадмия и меди. В сентябре 2011 г. отмечаются повышенные концентрации ионов свинца во всех родниках. Наиболее загрязненными свинцом являются родники у нового моста и у Трифонова монастыря. Такую родниковую воду без предварительной очистки пить не рекомендуется.

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Сборник методик выполнения измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта, массовой концентрации формальдегида, ацетальдегида, метанола и диэтилгликоля, методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.
3. www.pogoda.ru.net

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ВОД ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТ-ОБЪЕКТА *DAPHNIA MAGNA STRAUS*

А. С. Олькова, К. К. Ситникова
Вятский государственный гуманитарный университет,
morgan-abend@mail.ru

Вода является основой живого вещества, главным условием жизни. В числе естественных потребностей человека одно из первых мест занимает потребность в питьевой воде. В настоящее время наблюдается сокращение пригодной для питьевого водоснабжения воды, что обусловлено в первую очередь антропогенной деятельностью. В то же время общеизвестна роль воды в обеспечении здоровья населения и создании санитарных условий его жизнедеятельности. Около 7% всех случаев преждевременной смерти людей в мире связано с плохим качеством питьевой воды [2].

Среди всех нормативов качества питьевых вод с медико-экологической точки зрения интересны интегральные показатели, то есть дающие представление о комплексном проявлении свойств веществ, присутствующих в пробе. При установлении острой токсичности питьевых вод редко выявляются отклонения от нормы, однако, в хронических экспериментах воды, относящиеся к одной категории, могут сильно различаться между собой.

Целью нашей работы было определить качество питьевых вод по показателю хронической токсичности с помощью *Daphnia magna* Straus.

Хронический опыт с дафниями служит для глубокого, подробного исследования свойств природных вод. В процессе эксперимента отслеживаются выживаемость особей, их плодовитость, количество молоди и абортивных яиц, морфологические признаки (двигательная активность, окраска, размер) [1, 3].

Оценивалось качество следующих питьевых вод: вода централизованного водоснабжения города Кирова (источник р. Вятка), воды централизованного водоснабжения п. Зенгино Оричевского района и п. Ганино (источники – артезианские скважины), артезианская вода «Ключ здоровья».

Для определения хронического токсического действия проводят биотестирование исследуемой воды. Определение хронической токсичности проводят в трех параллельных сериях. В качестве контроля использовали воду, в которой длительное время содержится культура тест-организмов – это вода из п. Ганино. Биотестирование проводят в химических стаканах вместимостью 150 - 200 см³, которые заполняют 100 см³ исследуемой воды, в них помещают по десять дафний в возрасте 6 – 24 ч. Продолжительность хронического эксперимента 24 дня. Биотестирование по определению хронического токсического действия проводилось с соблюдением требований к температуре, рН, содержанию кислорода, продолжительности фотопериода и качеству культивационной воды. Обязательным условием содержания опыта является ежедневное внесение корма – водоросли хлорелла. Смена растворов на новые осуществлялась через каждые пять суток из проб, хранящихся в холодильнике при температуре от

+2,5 °С до +4 °С. Учет смертности и родившейся молоди в опыте и контроле проводили один раз в сутки ежедневно до конца хронического опыта [3].

Артезианская вода централизованного водоснабжения п. Зенгино не соответствовала требованиям для проведения эксперимента, так как рН воды превышал оптимальные значения, поэтому в эксперимент включал серию воды п. Зенгино с доведением рН до оптимальных значений (подкисление) и неизменную пробу.

Эксперимент проводился в двух вариантах. Вариант 1 – опыт с функциональной нагрузкой, которая заключалась в сокращении количества корма в 3 раза, по сравнению с нормой. Вариант 2 – опыт без нагрузки, то есть в полном соответствии с прописью методики. Функциональная нагрузка снижает адаптационные возможности рачков, что даёт возможность проявиться действию даже сверхмалых доз предполагаемых загрязняющих веществ.

Полученные результаты отражены в табл. и на рис.

Таблица

Изменение плодовитости дафний в пробах питьевой воды

| № | Проба | Вариант с функциональной нагрузкой | | Вариант без функциональной нагрузки | |
|---|--|---|---------------|---|---------------|
| | | Плодовитость (кол-во особей на 1 самку) и отличия от контроля | Смертность, % | Плодовитость (кол-во особей на 1 самку) и отличия от контроля | Смертность, % |
| 1 | Контроль (питьевая вода п. Ганино) | 5,6±1,3 | 6,6 | 8,6±1 | 0 |
| 2 | Питьевая вода г. Кирова | 3,6±0,6 Не достоверно | 0 | 5,5±0,2 Достоверно ниже | 0 |
| 3 | Артезианская вода «Ключ здоровья» | 4,9±0,4 Не достоверно | 0 | 2,6±1,08 Достоверно ниже | 3,3 |
| 4 | Питьевая вода п. Зенгино (с подкислением) | 41±9,5 Достоверно выше | 53,3 | 4,7±0,1 Достоверно ниже | 0 |
| 5 | Питьевая вода п. Зенгино (без подкисления) | 9,3±1,5 Достоверно выше | 10 | 5,3±0,3 Достоверно ниже | 0 |

По показателю гибели особей за период эксперимента все пробы, кроме питьевой воды п. Зенгино с подкислением, оказались благополучны, то есть гибель особей не превышала 10%. Гибель особей в указанной пробе при доведении рН до оптимальных значений может указывать на наличие загрязняющих веществ, которые находятся в недоступном состоянии в щелочной среде и становятся подвижны при подкислении воды. Всплеск рождаемости в данной пробе объясняется, что выжили наиболее «сильные» особи, оставшись при этом в большем объёме среды в расчёте на особь.

В эксперименте без функциональной нагрузки все пробы оказывают хроническое токсическое действие по показателю снижения плодовитости дафний. Ближе всех к контролю по уровню плодовитости оказалась питьевая вода цен-

централизованного водоснабжения г. Кирова. Больше всего рождаемость угнеталась в воде «Ключ здоровья».

С функциональной нагрузкой напротив ближе к контрольным значениям оказалась вода «Ключ здоровья». При этом для данной пробы и для питьевой воды централизованного водоснабжения отличия от контроля оказались не достоверны. Питьевая вода из п. Зенгино при минимальном кормлении рачков оказывала достоверное стимулирующее действие на плодовитость.

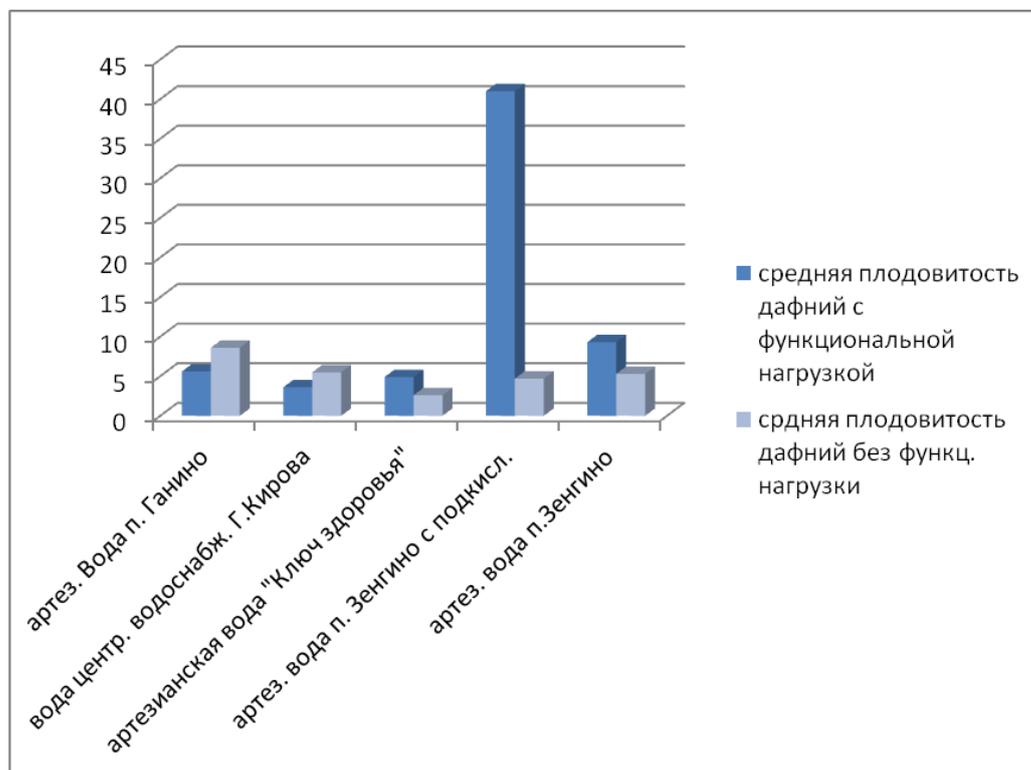


Рис. Плодовитость дафний в пробах питьевой воды

По полученным данным можно сделать вывод, что питьевые воды централизованного водоснабжения г. Кирова, п. Зенгино и артезианская вода «Ключ здоровья» оказывают хроническое токсическое действие на тест-объект *Daphnia magna* Straus, то есть могут содержать загрязняющие вещества, не учтенные при установлении их питьевого качества. Однако, этот вывод не является окончательным: эксперимент необходимо повторить и сопоставить с данными химического анализа.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

Литература

1. Алалыкина Н. М., Ашихмина Т. Я. Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий. Киров, 2008. 335 с.
2. Бурков Н. А. Прикладная экология с практикумом: учебное пособие для специалистов – экологов и студентов вузов. Киров: Вятка, 2008. 448 с.
3. ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва: «АКВАРОС», 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦИАНО-ВОДОРОСЛЕВЫХ ЦЕНОЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

А. Б. Уразбахтина

*Башкирский государственный университет,
aliya_urazbahtina@mail.ru*

В настоящее время альгофлора рек и речушек Южно-Уральского государственного заповедника (ЮУГЗ) малоизучена. Речная сеть заповедника имеет характерный для горной части Южного Урала ортогональный рисунок. Все реки относятся к категории малых рек. Самая длинная река заповедника – Малый Инзер имеет длину 96 км. Она протекает в пределах заповедника, являясь его центральной водной артерией. Остальные реки менее крупные: Тюльма – 62 км, Большой Инзер (в пределах заповедника) – 66 км, Юрюзань (в пределах заповедника) – 36 км, Реветь – 20 км. Еще 13 рек имеют длину от 10 до 19 км. Реки заповедника типично горные, с быстрым течением и каменистыми руслами.

ЮУЗ представляет собой гигантский аккумулятор воды для ряда регионов. Здесь берет начало множество рек и речушек – притоки реки Белой: Тюльма, Большой и Малый Катав, Большой и Малый Инзер, Юрюзань, Байгаза, Капкалка, Хакат-каза, Кургуза, Кушьелга, Багрышта, Кайлыш, Кузьелга, Реветь и др. Интенсивные рубки горных лесов в 70-х годах (до организации ЮУЗ) привели к их истощению и оскудению, что способствовало обмелению рек.

Целью нашего исследования являлось изучение таксономического состава циано-водорослевых ценозов рек и речушек на территории ЮУГЗ.

Отбор проб водорослей проводили в 2007 году в период летней межени. Пробы бентоса отбирали трубкой диаметром 1 см смешением отдельных образцов. Сбор и обработка альгологического материала проводились по общепринятым в альгологии методам исследований [1]. Статистическую обработку данных осуществляли с применением программы Microsoft Excel, Microsoft Word.

Всего было отобрано 150 альгологических проб. Обилие водных и почвенных водорослей оценивали по 5-балльной шкале [2]. Система водорослей приведена по сводке И. И. Васильевой-Кралиной (1999) с уточнением [3].

За период исследования было обнаружено 128 видов водорослей, представленных 160 внутривидовыми таксонами, относящихся к 6 отделам, 9 клас-

сам, 29 родам, 35 семействам, 50 родам. Доминируют водоросли отдела Bacillariophyta (68%), Chlorophyta (21%) и Cyanoprokaryota (11%) (рис.).

Среди диатомовых по количеству таксонов выделялись роды *Navicula*, *Cymbella*, *Fragilaria*. Наиболее часто встречались виды *Synedra ulna*, *Navicula cryptocephala*, *Cocconeis pediculus*. Доминантами по обилию были виды *Nitzschia acicularis*, *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna*, *Cocconeis pediculus*. Среди зеленых водорослей наиболее разнообразны были роды *Cosmarium*. Чаше встречались виды *Chlorella vulgaris*, *Cosmarium botrytis*, *C. margalitiferum*, *Pediastrum boryanum*. Доминантами по обилию были виды *Cosmarium botrytis*, *Chlorella vulgaris*, *Pediastrum boryanum*.

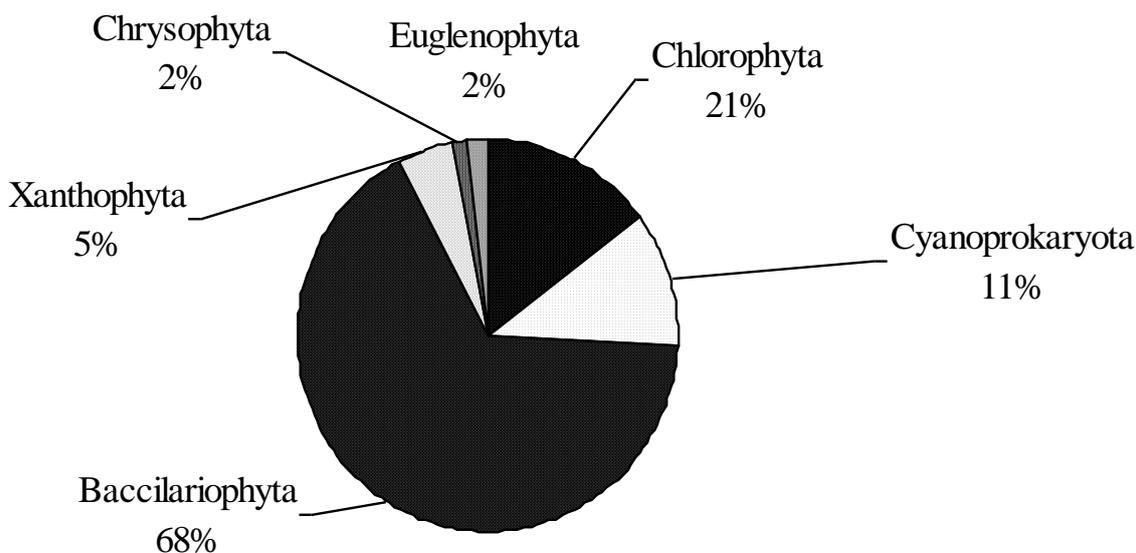


Рис. Соотношение основных отделов циано-водорослевых ценозов на территории ЮУГЗ

Таким образом, проведенные исследования показали, что доминирующим отделом циано-водорослевых ценозов на территории Южно-Уральского государственного заповедника является *Bacillariophyta* (68%).

Литература

1. Водоросли / Под ред. С. П. Вассера // Справочник Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
2. Дубовик И. Е., Шарипова М. Ю., Минибаев Р. Г. Основы ботаники. Альгология. Учебное пособие. Уфа: РИО БашГУ, 2004. 150 с.
3. Разнообразие водорослей Украины / Под ред. С. П. Вассера, П. М. Царенко // Альгология, 2000, № 4.

ИЗУЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОМУТНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т. И. Кутявина, Л. В. Кондакова
Вятский государственный гуманитарный университет

Водоросли играют большую роль в жизни водоёмов. Их органическое вещество начинает пищевые цепи, оно поедается микроскопическими животными, которые становятся пищей мелких рачков – кормом мальков, а иногда и

взрослых особей рыб. Водоросли участвуют в самоочищении воды, стимулируя выделяемым ими кислородом активность бактерий и инфузорий-деструкторов.

Массовое развитие водорослей вызывает «цветение» воды. Данное явление негативно сказывается на качестве воды. Среди водорослей, вызывающих «цветение» воды есть виды, ядовитые для животных и человека.

Цель работы – дать предварительный анализ видового состава водорослей Омутнинского водохранилища для его экологической оценки.

Омутнинское водохранилище является вторым по размеру водохранилищем в Кировской области. Оно находится в Омутнинском районе. Создано в 1773 г. путём сооружения плотины на реке Омутной.

Впервые изучение водорослей в Омутнинском водохранилище проведено в 1947 г. Э. А. Штиной (Штина, 1997). По её данным доминантный фитопланктон водохранилища представлен видами: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena spiroides*, *Anabaena scheremetievi*, *Melosira granulata*, *Ceratium hirundinella*, *Scenedesmus* sp. Численность составляла 27 млн. клеток/л. В 1947 г. фитопланктон водохранилища был оценён как олигосапробный (чистый).

В летний сезон 2011 г. были отобраны пробы воды для изучения состава водорослей Омутнинского водохранилища. Пробы отбирались с поверхностного горизонта на 16 участках водохранилища. На рис. представлена карта мест отбора проб. Участки № 1–2 и 13–14 находятся в средней части Омутнинского водохранилища, выше места впадения реки Песчанки, вблизи правого берега и в его центральной части соответственно. Берега вблизи данных участков характеризуются большими углами наклона. Территория занята лесными массивами. На правом берегу водохранилища располагается лечебно-оздоровительный санаторий «Лесная сказка».

Участки № 3–4, 7 и 12 расположены в водохранилище в пределах городской черты. На данные участки поступают дождевые и талые воды с территории города. Участки № 5, 8 и 10 расположены в районе организованного выпуска сточных вод профилактория «Металлург».

Результаты химического анализа воды данных участков свидетельствуют о значительном поступлении со сточными водами в водоём соединений азота (ионов аммония, нитрат- и нитрит-ионов). Концентрация ионов аммония в сточных водах профилактория составляет 6,6 мг/дм³, что почти в 3 раза превышает предельно допустимую концентрацию для водоёмов культурно-бытового назначения.

Участки № 6, 9 и 15 находятся на р. Песчанке, выше места впадения в Омутнинское водохранилище. Берега данных участков характеризуются большими углами наклона. На этой территории расположены садоводческие общества. Результаты химического анализа воды с данных участков свидетельствуют о большом содержании ионов аммония в воде.

Участок № 11 располагается в верховье водохранилища, вблизи места впадения р. Омутной. Один участок (№ 16) расположен на р. Омутной, выше места впадения её в водохранилище. В окружении последних двух участков находится лес. Производственных и промышленных объектов, влияющих на качество воды, на берегах данных участков нет.

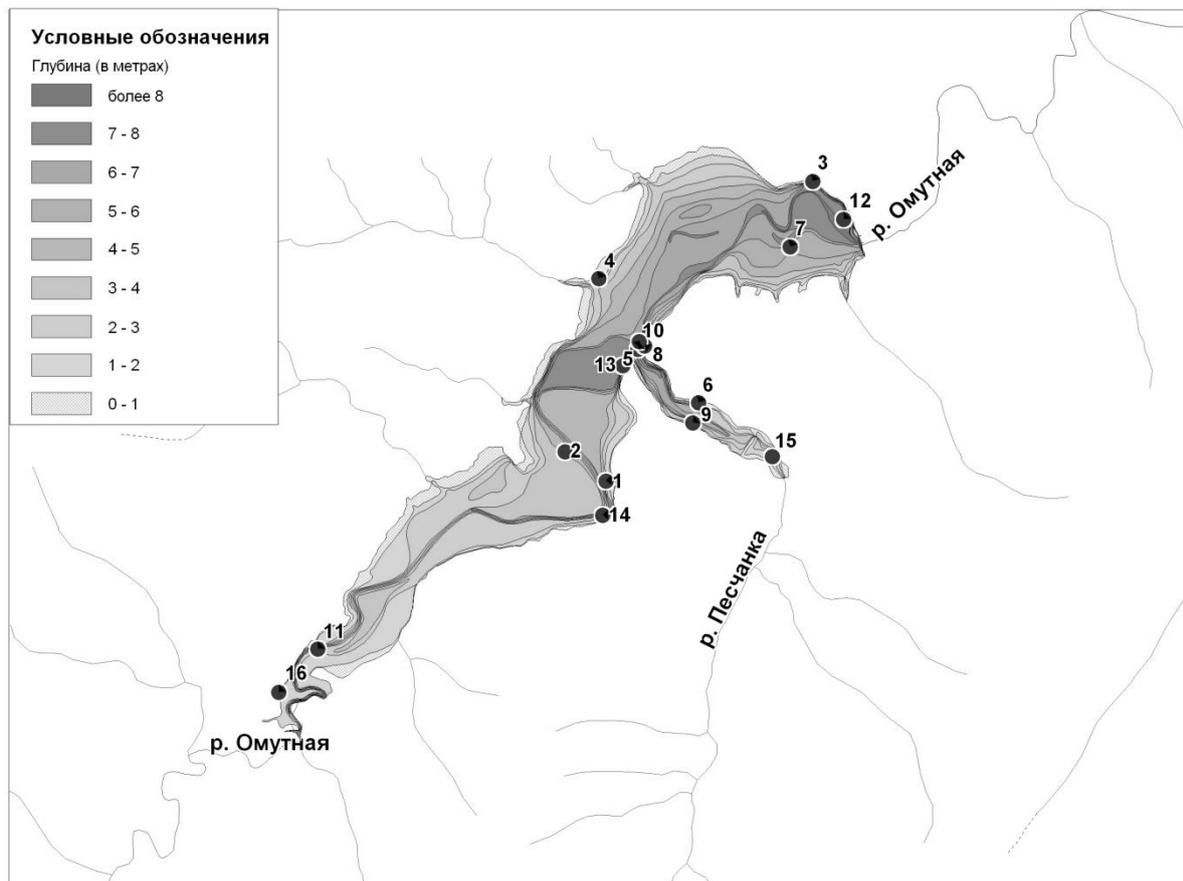


Рис. Карта-схема мест отбора проб воды для определения видового состава водорослей

В отобранных пробах были выявлены доминирующие виды водорослей: *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena crassa*, *Anabaena spiroides*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena limmermanii*, *Anabaena planctonica*, *Nostoc sp.* (Cyanophyta), *Stephanodiscus sp.*, *Navicula sp.*, *Nitzschia palea*, *Pinnularia sp.* (Bacillariophyta), *Mallomonas sp.* (Chrysophyta), *Peridinium cinctum* (Dinophyta), *Sphaerocystis planctonica*, *Chlorella vulgaris* (Chlorophyta). Распределение разных отделов водорослей по акватории водохранилища было неодинаково. На восьми участках водохранилища (участки № 1–2, 5–6, 8–9, 13–14) зафиксированы цианобактерии, способные вызывать «цветение» воды, среди них *Aphanizomenon flos-aquae* и *Anabaena spiroides*. На семи участках (№ 3–4, 7, 11–12, 15–16) данные виды цианобактерий не встречались.

На основании анализа проб воды Омутнинского водохранилища выявлены участки с преобладанием цианобактерий, способных вызывать «цветение» воды. Данные участки расположены вблизи лечебно-оздоровительного санатория «Лесная сказка», профилактория «Металлург» и садоводческих обществ,

которые возможно оказывают влияние на развитие фитопланктона водохранилища. Анализ проб воды в июле 2011 г. показал, что фитопланктон Омутнинского водохранилища может быть оценён как мезосапробный.

Литература

Штина Э. А. Флора водорослей бассейна реки Вятки. Киров: Киров. обл. тип., 1997. 96 с.

ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ КАШТАНА КОНСКОГО ОБЫКНОВЕННОГО В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ г. ВОРОНЕЖА

М. А. Михеева, А. И. Федорова

Воронежский государственный университет, marin-m@yandex.ru

Почвы г. Воронежа относятся к различным типам: чернозем выщелоченный и типичный, дерновые, серые лесостепные. Однако преобладают городские преобразованные почвы-урбаноземы или антропогенно-преобразованные.

Территория Ленинского и Центрального административных районов, где проводились исследования, размещена на Правобережье Воронежского водохранилища. Здесь преобладают черноземные почвы. Они сильно изменены антропогенной деятельностью: погребены под асфальтом или насыпными грунтами, переуплотнены. В профиле выделяются камни и другие включения антропогенного происхождения.

Плотность почв характеризует способность почвы накапливать значительное количество влаги для растений. Высокое уплотнение почвы вызывает угнетенное состояние или гибель растений. Плотность почвы или ее объемный вес зависит от ее механического состава, структуры и содержания органического вещества. Плотность почвы сильно влияет на поглощение влаги, воздухопроницаемость, развитие корневых систем. Оптимальная плотность для большинства культурных растений 1,0–1,2 (Добровольский, 1997). В условиях г. Воронежа (контроль – поле в районе ВГАУ) плотность равнялась 1,2. Плотность почв в пределах города была, по нашим определениям 1,52, что свидетельствует о ее уплотнении (ул. Плехановская, ул. Кирова).

Особенно сильно почвы уплотнены в поверхностных горизонтах, т.е. в корнеобитаемом слое. Уплотнение почв снижает накопление влаги вдвое, что приводит к ухудшению водно-воздушного режима, затрудняет поглощение влаги корнями деревьев и кустарников.

Исследования показали (всего 53 образца), что в правобережной части города основную долю (около 80%) составляют нейтральные или близкие к ним почвенные разности (рН около 7). Слабощелочные почвы отмечены лишь вдоль Московского пр-та, что вероятно, обусловлено строительным мусором и пылью. Пробы со слабокислой реакцией встречались редко и распространены фрагментарно: Ботанический сад ВГУ, парк Пятницкого. Это обусловлено длительным произрастанием растительности, которая подкисляет почву. В рекреа-

ционной зоне (Кольцовский сквер, Первомайский сад) почвы имеют рН нейтральную (Федорова, Шунелько, 2000).

В целом, почвы под зелеными насаждениями в г. Воронеже в большинстве случаев близки к нейтральной величине рН, лишь в левобережной части города, на более легких почвогрунтах, были слабощелочные. Первое обусловлено специфичностью местных почв с большой буферностью и содержанием кальция, второе – влиянием условий города (строительный мусор, пыль).

Содержание гумуса в верхнем слое (0–30 см), где сосредоточены, в основном, корневые системы колеблется в пределах от 2 до 7,5%. Здесь преобладают малогумусные (4–6%) и среднегумусные (6–7,5%) почвенные разности. На Правобережье преобладают среднегумусные почвы. В левобережной части города, которая представлена в основном, супесчаными почвогрунтами, содержание гумуса, составляет от 1,3 до 5%.

Для определения влажности почвы применялись общепринятые в почвоведении методы и приборы: почвенный бур, весы, сушильный шкаф, алюминиевые бюксы. Определение содержания воды в листьях проводилось весовым методом. Константы находили согласно общепринятым в почвоведении методиками, исключая объемный вес, для которого нужен почвенный разрез.

Изучение влагообеспеченности конского каштана конского производилось на солнечной и теневой сторонах улиц, т.к. все повреждения проявляются на солнечной стороне.

Исследования проводились в 2007 г. Помимо построения хроноизоплет в процентах, введено определение продуктивной влаги. Продуктивная влага – это полевая влажность за исключением влажности завядания. Конечный результат выражается в мм. Эти данные подсчитывались в 10 см слое, но мы для удобства их суммировали по следующей градации: 0–50; 50–100; 100–150; 0–150.

Нами были поставлены следующие задачи: 1) проследить динамику запасов влаги по горизонтам; 2) выявить отличия влажности почвы на солнечной и теневой сторонах; 3) сравнить влажность почвы под асфальтом на улицах, по сравнению с этим показателем под каштанами в скверах.

Урбаноземы на улицах очень неоднозначны, что создавало определенные трудности при выборе объектов для определения влажности. Например, на глубине 20–30 см на теневой стороне отмечен слой очень влажной почвы (до ПВ-НВ). Это может быть объяснено как физическими свойствами почвогрунта (например, наличие прослойки из тяжелого суглинка), так и тем, что на улицах снег сгребается к стволам деревьев. Скорее всего, поступившая влага сохраняется под слоем асфальта с зимнего периода.

Далее по сезону влага потребляется корневой системой каштанов (травяной покров отсутствует), и с конца июля влага на этих участках (солнечная и теневая стороны) остается, в основном – труднодоступная, а в верхних слоях – недоступная и сохраняется в таком количестве до начала сентября. Чтобы сравнить оба эти типа изображения влаги обратимся к продуктивной влаге (табл.). По последним цифрам легче установить суммарно по 50 см горизонтам влагу, нужную для растений, т.к. в течение сезона идет активный рост листовой массы. Суммарные таблицы и хроноизоплеты дают нам возможность решить по-

ставленную задачу об увлажнении солнечной и теневой сторон улиц под каштанами.

Таблица

**Содержание продуктивной влаги (мм) под каштаном конским
обыкновенным в разных экологических условиях (2007 г.)**

| Глубина взятия образцов, см | 29.IV | 31.V | 22.VI | 22.VII | 04.IX |
|----------------------------------|-------|------|-------|--------|-------|
| солнечная сторона улицы, асфальт | | | | | |
| 10–50 | 30 | 26 | 30 | 0 | 0 |
| 50–100 | 29 | 43 | 42 | 2 | 11 |
| 100–150 | 48 | 24 | 22 | 20 | 4 |
| 0–150 | 107 | 93 | 94 | 22 | 15 |
| теневая сторона улицы, асфальт | | | | | |
| 10–50 | 64 | 11 | 12 | 0 | 16 |
| 50–100 | 48 | 18 | 15 | 4 | 4 |
| 100–150 | 28 | 17 | 40 | 16 | 8 |
| 0–150 | 140 | 46 | 67 | 20 | 28 |
| сквер Пятницкого | | | | | |
| 10–50 | 89 | 44 | 3 | 4 | 0 |
| 50–100 | 83 | 54 | 2 | 18 | 0 |
| 100–150 | 75 | 42 | 36 | 2 | 0 |
| 0–150 | 247 | 140 | 62 | 24 | 2 |

Сравнив влагообеспеченность каштана под асфальтовым покрытием можно отметить большую влагообеспеченность на теневой стороне улицы. Следует отметить большую увлажненность в первый срок определения (29.IV–31.V), что свидетельствует о наличии труднодоступной и средnedоступной влаги. В это время количество продуктивной влаги на территории сквера в 1,5–2 раза больше. Это сочетается с активным ростом листьев. Когда наступает фенофаза летней вегетации, влажность почвы убывает до величины труднодоступной влаги (ВР-ВЗ) и даже недоступной. Это подтверждается цифрами продуктивной влаги в почве и ее изменении к сентябрю. Таким образом, асфальтовые покрытия защищают почву от поступления влаги с осадками, но с начала июня являются накопителем влаги под асфальтом.

В результате проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

Во-первых, отмечается увеличение влажности почвы и запасов продуктивной влаги вниз по профилю и иссушение ее с поверхности, что объясняется переуплотненностью верхних горизонтов почвы, расходом влаги растениями.

Во-вторых, влажность почвы под каштанами уменьшается по сезону до значений ВЗ и даже МГ. Но этого достаточно для их жизнедеятельности, т. к. они могут, благодаря мощной корневой системе, извлекать влагу из нижележащих горизонтов (ниже 1,5 м).

В-третьих, отмечается экранирующая роль асфальта в сохранении влаги. Однако в середине лета и здесь наблюдается иссушение почвы до ВЗ, где имеется только недоступная влага.

Литература

Почва, город, экология / Под общ. ред. Г. В. Добровольского; отв. ред. М. Н. Строганова. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 319 с.

Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 1: Водные свойства почв и передвижение почвенной влаги. 1965. 664 с.

Федорова А. И., Шунелько Е. В. Кислотность почв под зелеными насаждениями г. Воронежа как индикаторный признак состояния городской экосистемы // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География. Геоэкология. Воронеж, 2000. № 1. С. 77–83.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ СВОДНЫХ РАСЧЕТОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

А. М. Митюкова, Н. А. Бурков

*Вятский государственный гуманитарный университет,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

В настоящее время в России учет и обобщение данных по выбросам загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу от предприятий осуществляется по отраслевому принципу. Одним из основных недостатков такой системы является отсутствие учета взаимного влияния совокупности промышленных источников и автотранспорта в городах на атмосферный воздух.

Система управления качеством атмосферного воздуха в Кировской области осуществляется в основном на уровне отдельного предприятия (природопользователя) в ходе работ по нормированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и установлению нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ). Нормативы ПДВ предприятий для объектов природопользования устанавливаются для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и совокупности источников города не создадут приземную концентрацию загрязняющих веществ, превышающую предельно-допустимые значения в воздухе населенных мест. Для этих целей природопользователь осуществляет разработку проекта нормативов ПДВ, который утверждается местным территориальным органом охраны окружающей среды.

Согласно Постановлению Правительства РФ №183 «Положение о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» (в ред. постановлений №229, №78) при определении нормативов ПДВ применяются методы расчетов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферный воздух, в том числе методы сводных расчетов для территорий городских и иных поселений и их частей с учетом транспортных или иных передвижных средств и установок всех видов.

Собранные органами статистики сведения о выбросах всех предприятий города, обрабатываются, выявляются зоны с превышением предельно-допустимых концентраций (закладываются контрольные точки), определяются вклады предприятия в общий уровень загрязнения атмосферы, утверждаются меры по снижению выбросов и их эффективность, в итоге для каждого предприятия выделяется квота вклада от общей концентрации в данной точке. То

есть на предприятие накладывается ограничение по величине суммарных (по предприятию) разовых (г/с) и годовых (т/год) выбросов ЗВ в атмосферу. Очевидно, что, чем меньше значения концентраций, принятых в качестве допустимых для какого-либо предприятия, тем труднее предприятию их достичь, тем больше ресурсов оно должно затратить, чтобы снизить свой вклад в приземные концентрации ЗВ до установленного уровня. При обеспечении требований к качеству атмосферного воздуха экономические интересы предприятий, вступающих в противоречие друг с другом: каждое предприятие объективно заинтересовано в том, чтобы взять на себя возможно меньшую долю затрат ресурсов, необходимых для достижения экологически приемлемого результата. Это может осуществляться в виду сокращения собственных выбросов предприятия, либо путем договоренности или денежных выплат соседствующему предприятию по сокращению его выбросов ЗВ в атмосферу (аналог принципа «колпака» в странах Европы, США).

Таким образом, сводные расчеты могут быть использованы:

1) для оценки состояния качества атмосферы города под влиянием изменений выбросов ЗВ в результате ввода в действие новых хозяйственных объектов, либо проведении воздухоохраных мероприятий;

2) для оценки фоновых концентраций ЗВ, создаваемых выбросами всех источников загрязнения атмосферы (ИЗА) в городе;

3) в ходе определения для каждого предприятия города (региона) полей допустимых вкладов (квот) предприятий в формирование уровней приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями, которые могут создаваться выбросами в атмосферу ИЗА каждого отдельного предприятия.

Исходя из этой квоты, определяются нормативы ПДВ для конкретных источников выбросов ЗВ. Благодаря чему исключается необходимость разработки проекта нормативов ПДВ для предприятий на будущее.

Сводные расчеты планируется внедрять в будущем. Сейчас в г. Калуге нормирование производится на основании сводных расчетов и никто не делает проекты нормативов ПДВ. В НИИ «Атмосфера» функционируют компьютерные банки данных о параметрах выбросов ЗВ в атмосферу по таким городам как Санкт-Петербург, Луга, Пермь.

В настоящее время нами производится сводный расчет загрязнения атмосферы в Нововятском районе г. Кирова от комплекса ИЗА промышленной зоны. При установлении нормативов ПДВ возможно использование изложенной методики, что позволит уменьшить как затраты предприятий на сокращение выбросов, так и их транзакционные издержки.

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В г. КИРОВЕ В 2011 г.

А. А. Шулятьева^{1,2}, Е. А. Ожиганова^{1,2}, С. Г. Скугорева^{1,3}

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Кировский областной центр

охраны окружающей среды и природопользования,

³ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, air9lab@gmail.com

Атмосферу загрязняют все виды транспорта, большой вклад вносит автомобильный, на долю которого приходится около 55% транспортного загрязнения атмосферы. Один автомобиль, проходя в год 15 тыс. км, потребляет около 4 т кислорода, сжигает примерно 2–3 т топлива и выбрасывает в окружающую среду 3250 кг оксида углерода (IV), 530 кг оксида углерода (II), 27 кг оксида азота и 10 кг резиновой пыли (Городская экология..., 2007).

На рассеивание загрязняющих веществ в условиях города существенно влияет планировка улиц, высота зданий, наличие зеленых массивов и водных объектов, образующих как бы разные формы наземных препятствий воздушному потоку и приводящие к возникновению особых метеорологических условий в городе (Руководство по контролю ..., 1991).

Специализированной инспекцией аналитического контроля КОГБУ «Областной природоохранный центр», подведомственным подразделением Департамента экологии и природопользования, с целью необходимости проведения дополнительных мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха в г. Кирове проводится оценка состояния воздуха. В 2011 г. отбор проб воздуха осуществлялся дважды в неделю с мая по октябрь в четырех точках на въезде в город: перекресток ул. Ленина – Блюхера, перекресток ул. Профсоюзной – Ленина, перекресток ул. Производственной – Щорса, перекресток ул. Дзержинского – Луганской. Анализ проб проводился на содержание фенола, формальдегида, оксид серы (IV), оксид углерода (II) и взвешенных веществ (Методика выполнения..., 2009). Кроме того, в данных точках измеряли интенсивность автотранспортного потока по количеству автомашин, проезжающих за 1 час.

В ходе анализа проб воздуха установлено, что наиболее часто превышения предельно-допустимой максимально разовой концентрации (ПДК_{м.р.}) загрязняющих веществ в воздухе были зарегистрированы на перекрестке улиц Щорса и Производственной. Этот перекресток характеризуется высокой интенсивностью автотранспортного потока (от 2500 до 3010 машин в час) (рис.), к тому же на перекрестке часто образуется затор, во время которого автомобили стоят с работающими двигателями. Превышение ПДК_{м.р.} по формальдегиду в среднем составило 2 раза и взвешенным веществам – 1,8 раза. При особых метеоусловиях: в жару, при слабом ветре, когда образуется «застой» поллютантов в воздухе, а также при сильном ветре, поднимающем пыль, способствующему переносу загрязняющих веществ, определены высокие концентрации формальдегида в воздухе. Так, 24 мая на данном перекрестке установлено превышение ПДК_{м.р.} в 5 раз (в этот день подсчитано наибольшее количество автомобилей –

3600 штук в час), 24 июня – в 7 раз (температура воздуха 26 °С, слабый ветер), 8 июля – в 4 раза (температура воздуха 28 °С), 24 августа – в 4 раза (слабый ветер, количество машин более 3000 в час).

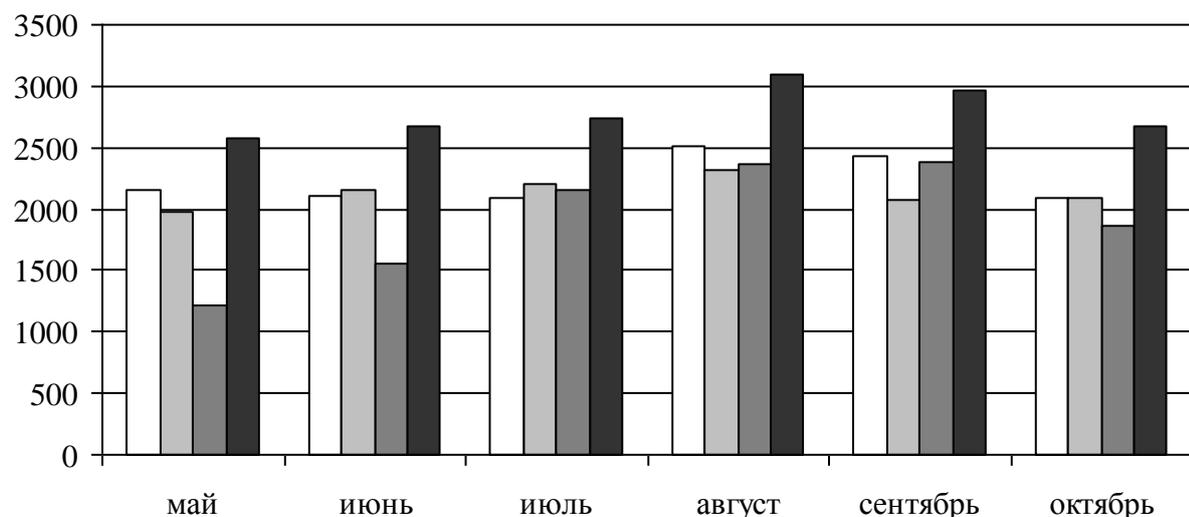


Рис. Интенсивность транспортного потока на перекрестках улиц, машин/час

Перекрестки ул. Ленина – Блюхера и Ленина – Профсоюзной характеризуются примерно одинаковой интенсивностью автотранспортного потока. Количество автомобилей, проезжающих эти перекрестки за один час варьирует от 1980 до 2500 штук (рис. 1). Пробы воздуха, отобранные на перекрестке улиц Ленина и Блюхера, оказались более загрязненными формальдегидом и взвешенными веществами. Превышение ПДК_{м.р.} по взвешенным веществам (пыли) на перекрестке Ленина – Блюхера наблюдалось чаще, чем на других исследуемых перекрестках. Это может быть связано с тем, что он более узкий, наименее озелененный, качество дорожного покрытия при визуальном осмотре хуже, чем на других перекрестках. Наибольшие превышения ПДК_{м.р.} по пыли были зарегистрированы 15 июля – в 5 раз (ветер от 3 м/с), 9 августа – в 4 раза (температура воздуха 28 °С, ветер до 5 м/с).

Наименее загруженным и наиболее экологически чистым оказался перекресток ул. Луганской и Дзержинского с невысоким автотранспортным потоком (рис. 1). Вдоль перекрестка наибольшее количество зеленых насаждений, отсутствует плотная застройка, т.е. он является достаточно продуваемым для рассеивания выхлопных газов. В июне, августе и сентябре превышений нормативов ПДК_{м.р.} на данном перекрестке не установлено. Превышение ПДК_{м.р.} по формальдегиду и взвешенным веществам определено 3 мая в среднем в 3 раза (при количестве машин 2200 штук в час). Стоит отметить, что в этот день превышения обнаружены на всех перекрестках ввиду неблагоприятных метеоусловий, в частности сильного ветра – 5 м/с. В июле на данном перекрестке неоднократно зарегистрированы небольшие превышения нормативов по содержанию оксида углерода и взвешенных веществ в 2,3 и 1,4 раза соответственно.

Самое интенсивное движение автотранспорта на всех перекрестках установлено в августе. Наименее интенсивным движением было в мае. Наименьшее количество неудовлетворительных результатов на всех перекрестках зарегистрировано в сентябре и октябре ввиду увеличившегося количества осадков, приводящих к вымыванию загрязняющих веществ, а также повышения влажности воздуха и понижения температуры.

Для выявления общей картины загрязнения воздуха в г. Кирове были использованы данные отдела социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области». С января по декабрь 2011 г. сотрудники отдела проводили анализ содержания оксида азота (IV), оксида серы (IV), оксид углерода (II), взвешенных веществ, формальдегида вблизи детских учебных учреждений: МОУ «Лингвистическая гимназия» (ул. Уральская), МОУ СОШ №2, (ул. Мира), МОУ СОШ № 66 (Нововятский район, ул. Опарина), а также в парках (парк им. С. М. Кирова, парк им. Гагарина). Отбор и анализ проб воздуха проводили 2–3 раза в месяц. В результате проведенных исследований превышений нормативов по содержанию загрязняющих веществ не было обнаружено (Информационный бюллетень..., 2011).

Таким образом, по результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. В 2011 г. на трех перекрестках улиц, расположенных на въезде в город (Производственной – Щорса, Ленина – Блюхера, Ленина – Профсоюзной) установлены превышения ПДК по содержанию формальдегида, взвешенных веществ, оксида углерода в воздухе. В связи с этим, можно рекомендовать городским властям провести мероприятия по перераспределению транспортного потока по городу, частично разгрузив данные перекрестки.

2. Высокие концентрации загрязнителей в воздухе на исследуемых перекрестках связаны с высокой интенсивностью движения городского транспорта и с тем, что на перекрестках часто производится торможение и разгон автомобилей. Выявлено, что на состояние воздуха оказывает влияние ширина, застройка городских улиц и метеорологические условия.

3. Территория города, удаленная от основных крупных перекрестков, а также парки, зеленые зоны города Кирова находятся в более благоприятных условиях с точки зрения рассеивания выхлопных газов и загрязняющих веществ.

Литература

Тетиор А. Н. Городская экология: Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 336 с.

Информационный бюллетень. Состояние факторов среды обитания в кировской области по данным социально-гигиенического мониторинга в Кировской области. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области» Киров. 2011. 31 с.

Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4. МВИ-4215-002-565914009-2009. ФР.1.31.2009.06144. Разработчик: ООО НПО «Прибор». Москва. 2009. 40 с.

Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89. Госкомгидромет СССР. 1991. 695 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В г. КИРОВЕ

К. А. Безденежных, Л. В. Кондакова
Вятский государственный гуманитарный университет

Изучение экологического состояния урбанизированных территорий является одной из актуальных проблем. Для оценки экологического состояния атмосферного воздуха широко используется метод лишеноиндикации. Эпифитные лишайники признаны одними из приоритетных объектов биоиндикационного мониторинга качества воздушной среды. Методы лишеноиндикации основаны на индивидуальной реакции эпифитных лишайников к действию поллютантов атмосферы. Высокая чувствительность данных методов отмечена многими исследователями. Использование лишеноиндикационных исследований позволяет осуществлять длительный экологический мониторинг состояния атмосферной среды городских территорий в пространстве и во времени. По видовому составу лишайников можно проводить диагностику влияния загрязнения на развитие городских экосистем, что несравнимо более важно, чем непосредственная индикация загрязнения (Лиштва, 2007).

В последнее время было доказано, что из компонентов загрязнённого воздуха на лишайники самое отрицательное влияние оказывает двуокись серы. По данным Регионального доклада 2010 г. концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе г. Кирова лежит в диапазоне 0,002–0,2 мг/м³, что не превышает ПДК (О состоянии..., 2011).

Цель работы: дать оценку экологического состояния атмосферного воздуха методом лишеноиндикации в г. Кирове.

Объектом исследования являлась лишенофлора ул. Ленина, Профсоюзной и Производственной. При определении степени покрытия стволов деревьев лишайниками использовался метод сеточек-квадратов. Отмечалось наличие и вид таллома лишайников на деревьях, растущих по обе стороны улицы, через каждое пятое дерево (Ашихмина, 2006).

Все обследованные улицы имеют низкий или средний показатели покрытия эпифитных лишайников, который изменяется на улицах города в пределах от 1 до 3 баллов. Проективное покрытие на исследованных улицах колеблется от 6,2 до 8,3% для листоватых лишайников и от 8,5 до 20,3% – для накипных лишайников. Показатели относительной чистоты атмосферы (ОЧА) равны 0,23 для ул. Ленина и 0,20 для ул. Профсоюзная и Производственная, что соответствует средней степени загрязнения атмосферного воздуха.

Эпифитная лишенофлора на исследованных улицах составляет 8 видов, принадлежащих 6 родам и 3 семействам. Семь видов лишайников выявлено на ул. Ленина и Производственная, чуть меньше видовое разнообразие на ул. Профсоюзная – здесь выявлено шесть видов лишайников (табл.).

По морфологии таллома на всех трех улицах преобладают листоватые и накипные лишайники, кустистые отсутствуют. Самым распространённым ли-

шайником на всех трех улицах является *Xanthoria parietina* как наиболее устойчивый вид к загрязнению атмосферного воздуха (Лиштва, 2007).

По показателю ОЧА и видовому разнообразию лишайников улицы относятся к «зоне угнетения», со средней степенью загрязнения и концентрацией диоксида серы 0,05–0,3 мг/м³.

Таблица

Видовое разнообразие и проективное покрытие лишайниками стволов деревьев, значение относительной чистоты атмосферы (ОЧА)

| Улицы г. Кирова | Видовое разнообразие | | Проективное покрытие R, в % | | | | ОЧА |
|--------------------|---|---|-----------------------------|------|-------------|---|------|
| | | | 1 | 2 | балл оценки | | |
| | 1 | 2 | | | | | |
| Ленина | <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Flavoparmelia caperata</i> | <i>Lecanora al- lophana</i> | 8,3 | 20,3 | 2 | 3 | 0,23 |
| Профсоюзная | <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Parmelia sulcata</i> | <i>Lecanora al- lophana</i> | 6,2 | 8,5 | 2 | 2 | 0,20 |
| Производственная | <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Physconia grisea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Parmelia sulcata</i> | <i>Lecanora al- lophana</i> , <i>Lecidea glo- merulosa</i> | 7,6 | 19,7 | 2 | 2 | 0,20 |

Примечание: 1 – листоватые лишайники; 2 – накипные.

Литература

1. Лиштва А. В. Лихенология: Учеб.-метод. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007.
2. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2010 году. (Региональный доклад) / Под общ. ред. А. В. Албеговой. Киров: ООО «Триада плюс», 2011.
3. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие. М.: Академический проект, 2006.

ПРОБЛЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ В г. КОТЕЛЬНИЧ

Д. В. Пестова, А. А. Хохлов

Вятский государственный гуманитарный университет

Города – самые большие в наше время поселения человека. Характерной их чертой являются значительные, иногда катастрофические изменения окружающей среды со всеми последствиями. Неотъемлемая составляющая современного города – зеленые насаждения различного типа. Благоустройство и озе-

ление урбанизированных территорий является на сегодня одним из важнейших факторов, влияющих как на оздоровление городской среды, так и на комфортность проживания населения.

Согласно закона РФ «Об охране окружающей природной среды» зеленые зоны городов и населенных пунктов относятся к охраняемым объектам природы. Растительность на улицах городов, поселков нами рассматривалась, прежде всего, с точки зрения их влияния на улучшение среды жизни для человека в гигиеническом и эстетическом отношениях. Поэтому изучение состояния зеленых насаждений города всегда актуально.

Исследование состояния древостоя г. Котельнич проводилось в сентябре – октябре 2011 г. При этом оценивалась устойчивость дерева, прочность ствола, наличие структурных дефектов (механические повреждения, отсутствие коры, различные выросты, сильное расчленение верхушки ствола, морозобойные трещины, наличие дупл и др.)

В ходе исследований было изучено 4 участка длиной 40 метров вдоль автодорог (на главных улицах города – 3 участка на ул. Советской и 1 участок на ул. Победы). На каждом участке число деревьев получилось различным – от 9 до 17 деревьев. В видовом составе древостоя выявлены только клен ясенелистный (*Acer negúndo*) и береза повислая (*Bétula péndula*). Нами были измерены расстояния между деревьями, их удаленность от проезжей части, размеры каждого дерева (диаметр ствола и высота), а так же их состояние. Обнаружены множественные механические повреждения стволов, что обусловлено антропогенным фактором. На всех четырех участках высокая встречаемость морозобойных трещин. Малочисленными структурными дефектами при оценке состояния древостоя стали различные выросты, дупла и расщепление верхушки ствола.

На основании полученных результатов исследования можно сделать вывод, что состояние древостоя на данных участках удовлетворительное. Деревья пока еще имеют некоторый запас устойчивости к загрязнению окружающей среды. Необходимо увеличивать видовое разнообразие деревьев, применяемых для озеленения. Кроме того, необходимо проведение работ по полной инвентаризации зеленых насаждений в городе.

ПОВРЕЖДЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ В РАЙОНЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ОАО «ОБЪЕДИНЕННАЯ ХИМИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ УРАЛХИМ»

Е. С. Колосова¹, Е. В. Рябова¹, С. В. Пестов²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,
ryapitschi@yandex.ru*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, pestov@ib.komisc.ru*

Одним из крупнейших промышленных предприятий Кировской области является ОАО «Объединенная химическая компания УРАЛХИМ», в состав которой входит ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химиче-

ского комбината» и ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк». На долю предприятия приходится более 70% производимых в России фторопластов, только здесь выпускают специальные марки фторкаучуков, фторопластовых суспензий, фторированные жидкости и смазки, перфторированные соединения. Окружающая среда г. Кирово-Чепецк характеризуется повышенным уровнем загрязнения, возникновением техногенных геохимических аномалий в пределах ореолов рассеяния выбросов промышленных предприятий. Наибольшую нагрузку под воздействием загрязнения испытывают лесные экосистемы. Гибель растений может вызвать как прямое воздействие загрязняющих веществ, так и ослабление их сопротивляемости фитопатогенным организмам. В связи с этим цель наших исследований – оценка влияния экологических факторов на повреждение листьев древесных растений вредителями и болезнями в зоне воздействия предприятий ОАО «Объединенная химическая компания УРАЛХИМ».

Сбор материала проводили в соответствии с методикой, предложенной С. В. Пестовым (2008). На территории Кирово-Чепецкого района в июле 2011 г. были исследованы древесные растения на 5 участках: три импактных (№ 13, 20 и 22), находящиеся на расстоянии менее 3 км от объекта антропогенного воздействия, и два фоновых (№ 14 и 21). На них произрастают сосняки-зеленомошники со сходным видовым составом растений, сомкнутостью крон и проективным покрытием ярусов. На участках были отобраны листья для оценки их повреждений у следующих видов: береза повислая (*Betula pendula* Roth.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха птичья (*Padus avium* Mill.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) и осина (*Populus tremula* L.). Каждая выборка включала в себя 100 листьев среднего для вида размера из нижней части кроны с разных ее сторон (по 10 листьев с 10 экземпляров, достигших генеративного возрастного периода и находящихся в одинаковых экологических условиях).

Повреждения листьев березы повислой обусловлены деятельностью десяти видов-фитофагов. Пятнистость вызывает гриб *Atopospora betulina* (Fr. et Fr.) Petr. Из галлообразователей встречаются галловые клещики. Например, *Acalitus rudis* (Canestrini) образует беловатые войлочники на нижней, реже верхней стороне листа. Среди листогрызущих насекомых определены перламутровка с-белое (*Polygonia c-album* (L.)), пяденицы: *Semiothisa notata* (L.) и *Selenia tetralunaria* (Hufnagel), долгоносики: *Phyllobius argentatus* (L.) и *Orchestes rusci* (Herbst). Минируют листья березы пилильщик *Profenusa thomsoni* (Konow) и минирующая мушка *Agromyza alnibetulae* Henedel.

Среди грызущих насекомых на рябине обыкновенной распространены гусеницы чешуекрылых: *Aporia crataegi* (L.), *Orgyia antiqua* (L.), *Opisthograptis luteolata* (L.) и пилильщиков (*Pristiphora geniculata* Htg). Мины образуются личинками молей малюток: *Stigmella nylandriella* (Tengsdröm) и *S. salicis* (Stainton). Из грибных поражений встречается ржавчина *Gymnosporangium cornutum* Arthur ex F. Kern и пятнистость *Septoria strobi* Lasch. ex Sacc. Помимо вредителей на листьях рябины довольно часто встречались хищные личинки сетчатокрылых.

Основными листогрызущими вредителями листьев черемухи птичьей в Кировской области являются долгоносик *Phyllobius calcaratus* (F.) и пяденицы: зимняя *Operophtera brumata* (L.) и двупятнистая *Bapta bimaculata* (F.). Галлы образует клещик *Eriophyes padi* (Nal.). Из сосущих насекомых встречается злаково-черемуховая тля *Ropalosiphum padi* (L.), из грибных – изредка обнаружены пятнистости *Septoria padi* Lasch.

На дубе черешчатом повреждения листьев были отмечены в меньшей степени. Это объясняется, по-видимому, тем, что границы ареалов многих специализированных вредителей дуба проходят южнее широты г. Кирово-Чепецк. Погрызы на листьях образуют многоядные вредители, среди которых пяденица *Operophtera brumata* (L.) и непарный шелкопряд *Lymatia dispar* (L.). Особенности структуры повреждений листьев дуба заключаются в повышении активности большинства групп листогрызущих насекомых на импактных участках (№№ 13 и 22) по сравнению с фоновым (№ 14). На участке № 22 вблизи оз. Глухое выявлен очаг повреждения дуба минирующим пилильщиком и хлорозами.

Наиболее массовыми вредителями листьев осины в зоне воздействия предприятий являются 11 видов членистоногих и фитопатогенных грибов. Среди них галлы образуют галлицы *Harmandiola tremulae* (Win.) и *Contarinia petioli* (Kieff.) и три вида галловых клещиков: *Eriophyes diversipunctatus* (Nal.), *Phyllocoptes populi* (Nal.), *Aceria varia* (Nal.). Минирование листьев производят два вида молей-пестрянок: *Phyllocnistis unipunctella* (Steph.) и *Phyllonorycter sagitella* (Bjerk.). Среди листогрызущих насекомых наиболее обычными являются листоеды: *Chrysomela tremulae* (F.), *Phratora* sp.; пяденица *Geometra papilionaria* (L.) и хохлатка *Pheosia tremulae* L. Из микозов на осине встречается пятнистость *Septoria tremulae* Pas.

На основании полученных данных (табл.) можно отметить изменения, происходящие в структуре комплексов вредителей в зависимости от расстояния от объекта воздействия.

Таблица

Сравнительная характеристика поврежденности (%) листьев древесных растений в зоне влияния предприятий ОАО «Объединенная химическая компания УРАЛХИМ» в 2011 г

| Группа повреждений | Береза повислая | Дуб черешчатый | Осина | Рябина обыкновенная | Черемуха птичья |
|---------------------|-----------------|----------------|-------|---------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Галлицы | – | – | 1,0 | – | – |
| Галловые клещики | 1,2 | – | 0,5 | – | 0,3 |
| Минирование | 1,4 | 3,7 | 1,5 | 22,4 | – |
| Грубое объедание | 5,4 | – | 1,5 | 0,6 | 10,3 |
| Краевые погрызы | 34,0 | 21,3 | 29,0 | 37,8 | 17,7 |
| Скелетирование | 12,0 | 4,2 | 0,5 | 1,2 | 19,0 |
| Дырчатые погрызы | 16,4 | 20,1 | 2,5 | 19,8 | 16,3 |
| Паутинные гнезда | 0,2 | 0,7 | – | – | 1,3 |
| Свертывание листьев | – | – | – | 1,0 | 1,0 |
| Сосущие насекомые | 0,6 | – | 0,5 | – | – |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|------|-----|------|------|------|
| Пятнистости | 82,4 | – | 11,0 | 28,8 | 46,0 |
| Ржавчины | – | – | – | 84,2 | – |
| Некрозы | 1,0 | 0,7 | 1,5 | 37,4 | 2,7 |
| Хлорозы | 6,6 | 3,7 | 3,5 | 0,2 | 4,0 |

Различие между импактными и фоновыми участками для большинства видов растений максимально по уровню активности листогрызущих насекомых. Для березы, рябины и дуба поврежденность листогрызущими насекомыми имеет тенденцию к увеличению по мере приближения к предприятиям. У осины и черемухи вблизи объектов она наоборот снижается. Листовые пластинки рябины, произрастающей в непосредственной близости от предприятий ОАО «Объединенная химическая компания УРАЛХИМ», очень сильно изменены некрозами и ржавчинами. Степень повреждения ими снижается уже на расстоянии 2–3 км от объектов. Наиболее устойчивыми к воздействию являются осина и дуб. Сильнее всего повреждаются рябина и береза.

Наибольшее антропогенное воздействие испытывает участок № 22, расположенный в непосредственной близости от источника загрязнения. Уровень воздействия на остальных участках в пределах трех километров от объекта можно оценить как средний.

В порядке уменьшения устойчивости к фитопатогенным организмам изученные виды древесных растений можно расположить в следующий ряд: рябина обыкновенная – береза повислая – черемуха птичья – дуб черешчатый – осина.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

Пестов С. В. Мониторинг фитопатологического состояния листьев деревьев и кустарников // Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Киров: О-Краткое, 2008. С. 228–241.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЖОРГАНИЗМЕННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИРОДНЫХ ИЗОЛЯТОВ СТРЕПТОМИЦЕТОВ

Д. А. Зиновьева¹, И. Г. Широких²

¹ *Вятский государственный университет,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и Вят ГГУ, irgenal@mail.ru*

Актиномицеты, как и немителиальные бактерии, способны формировать ассоциации с другими организмами в природных и экспериментальных условиях. Среди различных попыток конструирования и изучения ассоциаций актиномицетов с другими организмами наше внимание было привлечено к возможности создания ассоциации актиномицетов с цианобактериями (ЦБ), в перспек-

тиве – ассоциации типа «актинолишайника». Специфичность во взаимодействии актиномицетов и водоросли отмечали Паркер и Болд, Звягинцев, Зенова, Омарова (Parker, Bold, 1961; Звягинцев, Зенова, 2001; Зенова и др., 2005; Омарова, Зенова и др., 2006).

Создание комбинированных биопрепаратов на основе ЦБ, обладающих высокой энергией роста и формообразовательными функциями, и актиномицетов, которые в альгобактериальных ассоциациях находятся в мицелиальной форме и функционально активны – новый подход к решению проблем защиты культурных растений от фитопатогенных грибов, в частности, грибов рода *Fusarium*.

Целью данной работы является выявление антифунгально активных штаммов стрептомицетов и изучение их тропизма к цианобактериям рода *Nostoc*.

Для исследования использовали штаммы стрептомицетов из коллекции лаборатории биотехнологии растений и микроорганизмов НИИ сельского хозяйства Северо-Востока, а также штамм, выделенный из цианобактериальной природной пленки (г. Киров); альгологически чистые культуры ЦБ *Nostoc linckia*, *N. paludosum* из коллекции кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии Вятской государственной сельскохозяйственной академии им. Э. А. Штиной; изоляты фитопатогенных грибов рода *Fusarium*, выделенные на территории Кировской обл.

ЦБ выращивали в жидкой среде Громова № 6 без азота (Практикум по микробиологии, 2005). Для выделения актиномицетов в чистую культуру и дальнейшего культивирования использовали овсяный агар (Гаузе и др., 1983). Грибы *Fusarium oxysporum* U-1, *F. culmorum* T-8, *F. avenaceum* 10/2 выращивали на среде Чапека. Антифунгальную активность актиномицетов исследовали методом агаровых блоков (Егоров, 1979). О степени антифунгальной активности судили по диаметру зоны подавления роста гриба через 7 дней инкубации. Опыт проводили в 24-кратной повторности.

Антагонистическую активность культур ЦБ к стрептомицетам определяли методом лунок. Каждый вариант опыта проводили в трех повторностях.

Для определения наличия положительного тропизма гиф стрептомицетов в отношении клеток ЦБ использовали следующий метод. Мембранные фильтры марки «Sartorius» (D пор 5 мкм) накладывали на свежезасеянную «газоном» культуру стрептомицета на среде ВГ-11 в чашках Петри. Затем на фильтры помещали 0,05 мл суспензии живых клеток ЦБ. Контролем служили фильтры без нанесения ЦБ. Инкубировали чашки в термостате при 28–30° в течение 48 ч с последующей регистрацией результатов.

Длину гиф стрептомицета, проросших через фильтр, определяли прямым микроскопированием с предварительной прокраской фильтров карболовым эритрозином и осветлением иммерсионным маслом. Повторность опытов 50-кратная. Наличие положительного тропизма гиф стрептомицетов к клеткам ЦБ оценивали по коэффициенту тропизма (Кт), представляющему собой отношение длины гиф стрептомицета, проникающих на мембранный фильтр с клетками ЦБ, к соответствующим величинам в случае использования фильтра без ЦБ.

При $K_t > 1$ считали, что положительный тропизм гиф стрептомицета к клеткам водоросли имеется, в случае $K_t < 1$ – специфическое взаимодействие отсутствует.

Полученные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа (Лакин, 1990). Рассчитывали средние значения показателей и их стандартные ошибки.

В ходе изучения антифузариозного действия 22 штаммов стрептомицетов было выделено 8 перспективных, из которых пять оказались активны в отношении всех тест-культур рода *Fusarium*, два - в отношении двух, один – в отношении одной тест-культуры. Зоны подавления роста грибов колебались от до 12 до 26 мм в зависимости от тест-культуры и штамма актиномицета. Антагонистической активности культур цианобактерий к стрептомицетам не выявлено.

Проращение гиф стрептомицетов на среде ВГ-11 сквозь мембранный фильтр с добавлением суспензии ЦБ сопровождалось формированием на вторые сутки инкубации амицелиальных структур – коремий, тогда как в контроле коремии отсутствовали. Максимальное количество коремий образовывала культура *S. pseudogriseolus H-1-31* при взаимодействии с *N. linckia* (95 на 100 мкм²).

Положительное специфическое взаимодействие (тропизм) с *N. linckia* отсутствовало у двух штаммов стрептомицетов: *S. polychromogenes H-3-8* ($K_t=0,54$) и *S. wedmorensis H-2-17* ($K_t=0,95$), у остальных эта величина варьировала от 1,11 до 6,67 (табл.). Отсутствовал тропизм к *N. paludosum* у *S. wedmorensis H-2-17* ($K_t=0,84$), в остальных случаях попарного взаимодействия стрептомицетов и цианобактерии *N. paludosum* K_t изменялся от 1,13 до 5. Наибольший коэффициент тропизма выявлен у штамма *S. wedmorensis 35-2* в отношении ЦБ *N. linckia* ($K_t=6,67$) и *N. paludosum* ($K_t=5,00$), тогда как другой штамм этого же рода – *S. wedmorensis H-2-17* проявлял минимальный тропизм к обеим культурам ЦБ.

Таблица

Характеристика специфических взаимодействий природных изолятов стрептомицетов с различными видами цианобактерий

| Штамм | Величина коэффициента тропизма (K_t) стрептомицетов к культурам ЦБ | |
|------------------------------------|--|-------------------------|
| | <i>Nostoc linckia</i> | <i>Nostoc paludosum</i> |
| <i>S. polychromogenes H-3-8</i> | 0,54 | 1,23 |
| <i>S. wedmorensis 35-2</i> | 6,67 | 5,00 |
| <i>S. pseudogriseolus H-1-31</i> | 3,67 | 1,13 |
| <i>S. wedmorensis H-4-19</i> | 5,5 | 2,6 |
| <i>S. oligocarboophilus H-4-35</i> | 1,11 | 1,78 |
| <i>S. gelaticus H-3-6</i> | 2,25 | 1,38 |
| <i>S. wedmorensis H-2-17</i> | 0,95 | 0,84 |
| <i>S. griseus H-2-25</i> | 4,38 | 1,86 |

Таким образом, в результате проделанной работы для дальнейшего создания ассоциаций стрептомицетов и ЦБ нами подобраны 13 комбинаций культур с положительным тропизмом и высокой антифузариозной активностью.

Литература

Гаузе Г. Ф., Преображенская Т. П., Свешникова М. А., Терехова Л. П., Максимова Т. С. Определитель актиномицетов. М.: Наука, 1983. 245 с.

Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. М.: Высш. Школа, 1979. 485 с.

Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. М.: ГЕОС, 2001. С. 115–116.

Зенова Г. М., Орлеанский В. К., Омарова Е. О. Почвенные стрептомицеты – компоненты экспериментальных альгобактериальных ценозов // Почвоведение. 2005. № 10. С. 1251–1254.

Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.

Омарова Е. О., Зенова Г. М., Орлеанский В. К., Карпов Г. А., Жегалло Е. А. Экологические особенности взаимодействия синезеленых водорослей (цианобактерий) и стрептомицетов как компонентов альгобактериальных ассоциаций // Грибы и водоросли в биоценозах – 2006 / Матер. Междунар. конф., посвящ. 75-летию биол. факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, 31 января – 3 февраля 2006 г.). М.: МАКС Пресс, 2006. С. 116–117.

Практикум по микробиологии / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Изд. Центр Академия, 2005. 608 с.

Parker B., Bold H. C. Biotic relationships between soil algae and other microorganisms // 1961. Am. J. Bot. 48. P. 185–197.

СЕКЦИЯ 2 ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КОРОСТАВНИКА ПОЛЕВОГО (*KNAUTIA ARVENSIS* COULT.) В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Н. В. Илюшечкина, Е. Н. Краснова
Марийский государственный университет

Короставник полевой (*Knautia arvensis* Coult.) – многолетнее травянистое, поликарпическое, моноцентрическое, вегетативно – малоподвижное растение, гемикриптофит. Короставник полевой относится к лесостепному типу ареала (Абрамов, 2000). Распространён в Европе, Западной Сибири, Средней Азии. Произрастает на сухих лугах, лесных полянах, опушках, выгонах, полях (Абрамов, 1995).

Исследования проводились в 2011 г. на территории Республики Марий Эл (ЦП 7 – Моркинский район, окрестность д. Коркатово, равнинный суходольный луг; ЦП 8 – Моркинский район, памятник природы «Большой Карман Курык», суходольный разнотравный горный луг) и Республики Чувашия (ЦП 9 – Цивильский район, п. Тойси, равнинный суходольный луг).

В онтогенезе *K. arvensis* нами выделено 3 периода и 8 онтогенетических состояний: ювенильные (j), имматурные (im), виргинильные (v), скрытогенеративные (g_0), молодые генеративные (g_1), средневозрастные генеративные (g_2), старые генеративные (g_3), субсенильные (ss) (Илюшечкина, 2007).

Анализ экологических режимов по шкалам Д.Н. Цыганова (1983) показал, что по термоклиматической шкале (Tm) *K.arvensis* занимает пространство от суббореального до субсредиземноморского климата. По шкале увлажнения (Hd) от сухолесолугового до влажнолесолугового. Произрастает на почвах от небогатых до довольно богатых, от слабокислых до нейтральных и до слабощелочных почв, на почвах от бедных до достаточно обеспеченных азотом. По шкале переменности увлажнения (fH) *K.arvensis* произрастает от слабо переменного до умеренно переменного увлажнения, по шкале освещённости (Lc) – от открытых до полукрытых пространств (рис. 1).

Экологические характеристики изученных ценопопуляций *K. arvensis* находятся в пределах диапазонных оценок экологических шкал Д. И. Цыганова (1983) и занимают середину экологической амплитуды. Анализ изученных ценопопуляций позволил рассчитать экологическое пространство вида. По изученным 10 шкалам, границы экологического пространства не выходят за пределы экологического ареала за исключением шкалы Nt – богатства почв азотом. Индекс толерантности по 10 изученным шкалам равен 0,55. Рассматриваемый вид относится к мезобионтной группе видов и имеет достаточно широкий диа-

пазон толерантности. По значению экологической валентности *K. arvensis* относится к мезовалентной фракции.

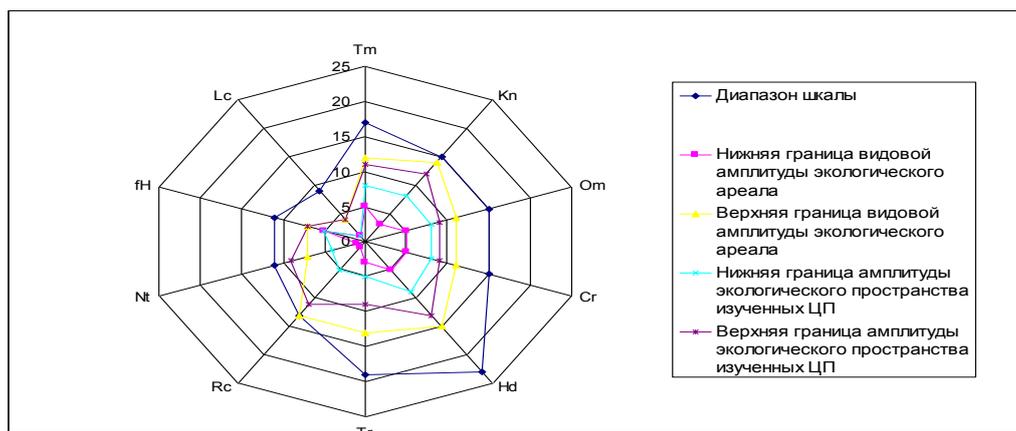


Рис. 1. Полиграмма экологического ареала *Knautia arvensis* по шкалам Д. Н. Цыганова (1983)

Примечание: Тм – термоклимат, Кп – континентальность климата, Ом – аридности- гумидности, Ср – криоклимат, Hd – увлажнение почвы, Tr – солевой режим почвы, Rc – кислотность почвы, Nt – богатство почв азотом, fH – переменность увлажнения, Lc – освещенность.

Для *K. arvensis* в природных ценопопуляциях Республики Марий Эл было выделено 4 биоморфы: с одноглавым каудексом и моноподиальным нарастанием побегов, с одно-, дву-, многоглавым каудексом и симподиальным нарастанием побегов (Илюшечкина, 2007, 2008). Во всех онтогенетических состояниях преобладают особи с одноглавым каудексом при симподиальном нарастании побегов. Особи с одноглавым каудексом и моноподиальным нарастанием побегов характерны для прегенеративного и генеративного периода и не обнаружены в субсенильном и сенильном онтогенетическом состоянии. Дву- и многоглавый каудекс при симподиальном нарастании побегов характерны для генеративного периода, виргинильных и субсенильных особей. Во всех изученных природных ценопопуляциях преобладают особи с одноглавым каудексом и симподиальным нарастанием побегов. В ценопопуляции, произрастающей на очень бедных азотом почвах, особи с одноглавым каудексом и моноподиальным нарастанием отсутствовали. При сравнении (точный критерий Фишера) всех ценопопуляций между собой по встречаемости разных биоморф установлено, что они различаются ($P < 0,05$).

Ранее было показано (Илюшечкина, 2008), что число головок у генеративных растений *K. arvensis* в ценопопуляциях Республики Марий Эл изменяется от 1 до 14. Нами установлено, что число головок в соцветии *K. arvensis* изменяется от 1 до 22 в ценопопуляции Республики Чувашия (ЦП 9), произрастающей на влажностепной – влажнолесолуговой, довольно обеспеченной азотом – богатой азотом почве.

Анализ онтогенетической структуры изученных ценопопуляций (рис. 2) показал, что в ЦП 8, произрастающей на нейтральных – слабощелочных почвах, отсутствовали особи прегенеративного периода. Общая плотность особей

K. arvensis выше на небогатых – богатых почвах (ЦП 7) 0,014 шт. м², чем на довольно богатых – богатых почвах (ЦП 8, 9) 0,005 и 0,007 шт. м². Индекс возрастности ценопопуляций имеет высокие значения в ЦП 8, произрастающей на нейтральных – слабощелочных почвах (0,61), на слабокислых – нейтральных почвах (ЦП 7, 9) индексы возрастности ценопопуляций ниже (0,41; 0,49 соответственно). Индекс старения ценопопуляций на нейтральных – слабощелочных почвах (ЦП 8) меньше 0,005, чем на слабокислых – нейтральных почвах (ЦП 7, 9), где индексы старения равны 0,04. Индексы эффективности ценопопуляций различаются незначительно и варьируют от 0,76 до 0,8.

Анализ ценопопуляций по классификации Л.А. Животовского (2001) показал, что ЦП 8 – стареющая, а ЦП 7, 9 – зрелая.

Изученные ценопопуляции между собой статистически значительно различаются ($P=0,000089$). Анализ онтогенетической структуры внутри ценопопуляций по площадкам показал, что различия значимы в ценопопуляциях Республики Марий Эл (ЦП 7, 8) и не значимы в ценопопуляции Республики Чувашия (ЦП 9).

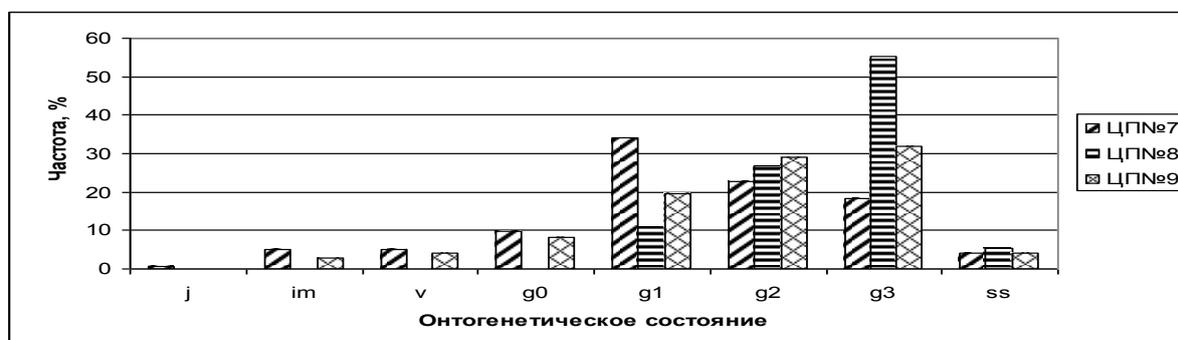


Рис. 2. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Knaulia arvensis*

Таким образом, устойчивое существование ценопопуляций *Knaulia arvensis* может быть обусловлено спецификой структурной организации и биологии на разных уровнях организации: органном – поливариантность побегов и побеговых систем, формирующих разные типы биоморф; организменном – размерная поливариантность, проявляющаяся в различном числе головок; популяционно-видовом – особенности онтогенетической структуры ценопопуляций.

Литература

Абрамов Н. В. Флора Республики Марий – Эл: инвентаризация, районирование, охрана и проблемы рационального использования ее ресурсов Йошкар-Ола: Мар. Гос. ун-т, 2000. 164 с.

Абрамов Н. В. Конспект флоры Республики Марий-Эл. Йошкар-Ола: МарГУ, 1995. 192 с.

Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. N1. С. 3–7.

Илюшечкина Н. В. Онтогенез *Knaulia arvensis* Coult. // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Т. V. Йошкар-Ола: МарГУ, 2007. С. 133–138.

Илюшечкина Н. В. Поливариантность онтогенеза *Knaulia arvensis* Coult. // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Мат. III Всерос. науч. конф. Йошкар-Ола, Пущино, 2008. С. 64–65.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИЙ *HORDEUM JUBATUM* L. В ДАВЛЕКАНОВСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Л. А. Иксанова, С. С. Петров

*Стерлитамакская государственная педагогическая академия
им. Зайнаб Бишиевой*

Инвазивные виды растений, т. е. такие адвентивные (чужеземные) растения, которые образуют потомство в очень большом количестве и обладают потенциальной способностью распространения на значительной территории (Гельтман, 2006) – во всем мире являются серьезной экологической проблемой.

В последние десятилетия на юге Республики Башкортостан (РБ) наблюдается активизация инвазий агрессивных неофитов (Абрамова, Ануфриев, 2008). В числе инвазивных видов – ячмень гривастый (*Hordeum jubatum* L.), злак родом из Северной Америки. Короткий период вегетации и устойчивость к засухе позволили ему натурализоваться в сухих степях на юге Предуралья и Зауралья РБ, где он все чаще выступает как основной засоритель сбитых пастбищ. Массово расселяется он и по берегам озер и рек на легких песчаных почвах. Вредоносность этого вида заключается в том, что он снижает кормовые качества сенокосов и пастбищ, т.к. после выколашивания не поедается домашними животными.

В 2010–2011 гг. были обследованы окрестности озера Аслы-куль в Давлекановском районе РБ, а также районный центр г. Давлеканово с целью выявления очагов инвазии агрессивного неофита *Hordeum jubatum*. Выявлено, что ячмень гривастый растет в районе деревни Алга, в г. Давлеканово, а также натурализовался по берегу озера Аслы-куль на территории Природного парка.

В результате исследований проведена сравнительная оценка влияния основных экологических факторов (комплекса эдафо-климатических условий экотопа ценопопуляции и погодных условий года вегетации), для которой использовали двухфакторный дисперсионный анализ (Зайцев, 1984). Обработка данных проводилась с помощью пакета анализа данных MS Excel 2003. В обработку брались данные по двум ценопопуляциям (ЦП) (ЦП «Аслы-куль» и ЦП «Алга»), так как промеры морфометрических параметров для ЦП «Давлеканово» были взяты только за 2011 г.

Результаты проведенного двухфакторного дисперсионного анализа полученных данных представлены в табл. 1. Оценка влияния условия экотопа и погодных условий года вегетации показывает, что для большинства рассматриваемых признаков *Hordeum jubatum* ведущую роль играет значение вклада условий местообитания конкретной ценопопуляции. Максимальная сила влияния данного фактора – 91% – отмечена для толщины стебля, высокими значениями

(более 60%) характеризуются параметры длины корня, длины генеративных побегов, количества листьев и ширины листа.

Таблица 1

**Оценка влияния комплексных экологических факторов
на морфометрические параметры *Hordeum jubatum*
в изученных ценопопуляциях Давлекановского района РБ**

| Параметры | Сила влияния факторов | | | Генеральные средние по градациям факторов | | | |
|-------------------------|-----------------------|----------------|----------------|---|--------------|-------------|--------------|
| | А | В | АВ | А1 | А2 | В1 | В2 |
| Длина корня, см | 0,79*** | 0,84*** | 0,64*** | 7,25 | 11,93 | 7,62 | 11,56 |
| Длина побегов, см | 0,76*** | 0,35*** | 0,02 | 37,57 | 42,84 | 33,62 | 46,79 |
| Толщина стебля, см | 0,91*** | 0,18** | 0,10* | 1,38 | 1,49 | 1,02 | 1,86 |
| Количество листьев, шт. | 0,64*** | 0,31*** | 0,31*** | 4,58 | 4,94 | 5,12 | 4,4 |
| Длина листа, см | 0,10* | 0,29*** | 0,47*** | 8,33 | 9,80 | 9,41 | 8,72 |
| Ширина листа, см | 0,81*** | 0,02 | 0,17* | 2,55 | 2,57 | 1,97 | 3,15 |
| Число колосков, шт. | 0,45*** | 0,73*** | 0,45*** | 47,96 | 59,54 | 50,56 | 56,94 |
| Длина колоска, см | 0,49*** | 0,07 | 0,27*** | 5,51 | 5,35 | 5,10 | 5,76 |
| Ширина колоска, см | 0,61*** | 0,54*** | 0,09 | 1,33 | 1,69 | 1,31 | 1,71 |
| Длина ости, см | 0,69*** | 0,66*** | 0,22*** | 5,45 | 6,51 | 5,42 | 6,54 |

Примечание: Градации фактора А – условия экотопа ценопопуляции (А1 – Алга, А2 – Аслыкуль) и фактора В – погодных условий года вегетации (В1 – 2010 г., В2 – 2011 г.).

*** – влияние фактора достоверно при уровне значимости $p < 0,001$, ** – влияние фактора достоверно при уровне значимости $p < 0,01$, * – влияние фактора достоверно при уровне значимости $p < 0,05$.

Несмотря на преимущественную роль фактора условий местообитания, по отдельным значениям наблюдается зависимость от погодных условий года вегетации (показатели длины корня – 84% и числа колосков – 73%) и взаимодействия факторов (длина листа – 47%), также относительно равными показателями длины ости (69% и 66% соответственно) характеризуются роль фактора условий местообитания и погодных условий года вегетации. Выше сказанное, позволяет говорить об относительном влиянии погодных условий, особенно за суши, на ценопопуляции изучаемого вида.

В целом, по изученным параметрам влияние выделенных факторов является статистически значимым. Исключение составляют показатели ширины листа и длины колоска для фактора погодных условий и длина генеративных побегов и ширина колоска для их взаимодействия, которые не являются достоверными.

Максимальные значения для большинства параметров отмечены в ЦП «Аслыкуль», в условиях наибольшего увлажнения и наименьшего антропогенного пресса, тогда как максимальные средние по годам наблюдений наблюдаются для 2011, а минимальные для засушливого 2010 г.

Литература

Абрамова Л. М., Ануфриев О. Н. Агрессивные неофиты Республики Башкортостан: биологическая угроза // Вестник АН РБ, 2008. № 4. С. 34–43.

Гельтман Д. В. О понятии «инвазионный вид» в применении к сосудистым растениям // Ботанический журнал, 2006. Т. 91. № 8. С. 1222–1231.

Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.

СООБЩЕСТВА *THERMOPSIS LANCEOLATA* R.BR. В ПРЕДУРАЛЬЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Е. Н. Снитко, С. С. Петров

*Стерлитамакская государственная педагогическая академия
им. Зайнаб Бишиевой*

В составе рода *Thermopsis* около 30 видов, распространенных в умеренных широтах Европы, Азии и Северной Америки. На территории бывшего СССР произрастает 12 видов, из которых обладают лекарственными свойствами *Thermopsis lanceolata*, *Th. alpina*, *Th. alterniflora*, *Th. dolichocarpa*, *Th. lupinoides*, *Th. turkestanica*. Из них на территории Башкортостана встречается только *Thermopsis lanceolata* – термопсис ланцетный (син. термопсис Шишкина), внесенный в Красную книгу Республики Башкортостан (2001) [1] с категорией III – редкий вид.

Это травянистый многолетник из семейства бобовых с мощно развитой системой корневищ до 2 м длиной. Цветет в июне – июле, плоды созревают в августе – сентябре.

На Южном Урале термопсис ланцетный встречается редко, в Башкирском Зауралье он распространен в Абзелиловском, Хайбуллинском, Баймакском районах, в Предуралье чрезвычайно редок – известно лишь одно местообитание в Стерлибашевском районе. Отнесен к категории абсолютно охраняемых лекарственных растений; сборы сырья в природе запрещены.

В природных условиях размножается преимущественно вегетативно, благодаря хорошо развитым корневищам занимает довольно большие площади. Семенное размножение наблюдается редко из-за твердосемянности.

В 2010–2011 гг. были обследованы окрестности с. Мустафино в Стерлибашевском районе РБ с целью выявления состояния ценопопуляций (ЦП) и изучения биологии редкого вида *Thermopsis lanceolata* в изолированном местообитании Предуралья РБ.

Для характеристики сообществ с термопсисом ланцетным в районе исследований были выполнены геоботанические описания сообществ с его участием. Классификация проведена с использованием дедуктивного метода Копечки-Гейны (Кореску, Нејну, 1974) [2].

В результате проведенной классификации, выделены 2 сообщества *Thermopsis lanceolata* (*Scorzonero-Juncetea jerardii/Polygono-Artemisietea austriacae*) и *Thermopsis lanceolata* [*Polygono-Artemisietea austriacae/Molinio-Arrhenatheretea*] (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Сообщество *Thermopsis lanceolata* [*Scorzonero-Juncetea jerardii*/
Polygono-Artemisietea austriacae] (ценопопуляция Мустафино 1)**

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|------------------|
| Площадь описания, м ² | 10 | 10 | 10 | 25 | Постоянство |
| ОПП, % | 80 | 70 | 80 | 75 | |
| Число видов | 18 | 14 | 13 | 32 | |
| Порядковый номер описания | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Д. в. сообщества <i>Thermopsis lanceolata</i> [<i>Scorzonero-Juncetea jerardii</i>] | | | | | |
| <i>Thermopsis lanceolata</i> | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 ²⁻³ |
| Д. в. класса <i>Scorzonero-Juncetea jerardii</i> | | | | | |
| <i>Festuca arundinacea</i> | + | 1 | 1 | 2 | 4 |
| <i>Poa angustifolia</i> | 1 | + | 1 | + | 4 |
| <i>Achillea millefolium</i> | + | + | + | + | 4 |
| <i>Cirsium esculentum</i> | + | + | + | + | 4 |
| <i>Hordeum nevskianum</i> | 1 | + | . | + | 3 |
| <i>Elytrigia repens</i> | + | . | + | . | 2 |
| <i>Inula britannica</i> | + | . | . | r | 2 |
| Д. в. класса <i>Polygono-Artemisietea austriacae</i> | | | | | |
| <i>Festuca pseudovina</i> | 3 | 2 | 2 | + | 4 |
| <i>Artemisia austriaca</i> | + | 2 | 1 | . | 3 |
| Д. в. класса <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> | | | | | |
| <i>Geranium pratense</i> | . | . | + | + | 2 |
| <i>Plantago media</i> | + | . | . | + | 2 |
| Д. в. класса <i>Festuco-Brometea</i> | | | | | |
| <i>Stipa pennata</i> | 1 | + | . | . | 2 |
| <i>Koeleria sclerophylla</i> | . | 1 | + | . | 2 |
| <i>Silene chloranta</i> | + | . | + | . | 2 |
| Д. в. класса <i>Artemisietea vulgaris</i> | | | | | |
| <i>Carduus acanthoides</i> | + | . | + | . | 2 |
| Прочие виды | | | | | |
| <i>Leymus paboanus</i> | 1 | + | . | . | 2 |

Сообщество *Thermopsis lanceolata* [Polygono-Artemisietea austriacae /Molinio-Arrhenatheretea] (ценопопуляция Мустафино 2)

| | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| Площадь описания, м ² | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 25 | Постоянство |
| ОПП, % | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 80 | 70 | 90 | |
| Число видов | 13 | 5 | 11 | 8 | 11 | 12 | 13 | 22 | |
| Порядковый номер описания | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Д. в. сообщества <i>Thermopsis lanceolata</i> [Polygono-Artemisietea austriacae/Molinio-Arrhenatheretea] | | | | | | | | | |
| <i>Thermopsis lanceolata</i> | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | V ³⁻² |
| Д. в. класса Polygono-Artemisietea austriacae | | | | | | | | | |
| <i>Festuca pseudovina</i> | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | V |
| <i>Artemisia austriaca</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 1 | 1 | V |
| Д. в. класса Molinio-Arrhenatheretea | | | | | | | | | |
| <i>Poa angustifolia</i> | 2 | 2 | 1 | + | 1 | + | 3 | 2 | V |
| <i>Achillea millefolium</i> | + | . | + | + | + | + | + | + | V |
| <i>Elytrigia repens</i> | 1 | . | + | . | + | + | + | + | IV |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | + | . | + | . | + | + | + | + | III |
| <i>Taraxacum officinale</i> | . | . | . | . | + | . | . | + | II |
| Д. в. класса Festuco-Brometea | | | | | | | | | |
| <i>Stipa pennata</i> | . | . | + | + | . | + | . | . | II |
| <i>Galium verum</i> | + | . | . | + | . | . | . | + | II |
| <i>Veronica spicata</i> | . | . | + | . | . | + | . | . | II |
| <i>Gypsophila paniculata</i> | . | . | . | . | . | + | + | . | II |
| <i>Nonea rossica</i> | . | . | . | . | . | . | + | r | II |
| Д. в. класса Stellarietea mediae | | | | | | | | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | . | . | . | . | . | . | + | + | II |
| Д. в. класса Artemisietea vulgaris | | | | | | | | | |
| <i>Cichorium intybus</i> | + | . | . | . | + | . | . | + | II |
| <i>Euphorbia virgata</i> | + | . | . | . | . | + | . | + | II |
| Прочие виды | | | | | | | | | |
| <i>Astragalus sulcatus</i> | + | + | . | + | + | + | + | . | IV |
| <i>Artemisia nitrosa</i> | . | . | + | . | . | . | + | . | II |

Литература

1. Красная книга Республики Башкортостан. Редкие и исчезающие виды высших сосудистых растений. Т. I. Уфа: «Китап», 2001а. 274 с.
2. Kopecky K., Hejny S. A new approach to the classification of antropogenic plant communities // Vegetatio, 1974. V. 29. N 1. P. 17–20.

ПОБЕГООБРАЗОВАНИЕ ЛАНДЫША МАЙСКОГО

А. В. Блинова, Н. П. Савиных
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Ландыш майский (*Convallaria majalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Лилейные (Liliaceae). Широко распространен в умеренной зоне Северного полушария. Многолетнее растение со шнуровидным, ветвистым,

ползучим корневищем. Листьев обычно 2, реже 1–3, широколанцетные или обратнойцевидные с длинным влагалищем. Цветонос безлистный до 30 см высотой. Соцветие – односторонняя, редкая кисть. Цветки поникающие, на длинных изогнутых цветоножках с пленчатыми прицветниками, сильным приятным ароматом. Околоцветник белый, шаровидный, колокольчатый с шестью отогнутыми зубчиками, белый или светло-розовый. Плод – красная ягода. Растение хорошо развивается среди кустарников, на полянах, при некотором затенении, при сильном – цветет слабо. Лекарственным сырьем являются листья и цветки [3].

Зачаток соцветия закладывается в почке в начале июля в предшествующий цветению год. Осенью соцветие в почке полностью сформировано. Зацветает в мае – начале июня. Продолжительность цветения 15–20 дней. Опыление насекомыми, возможно ветром. Плоды созревают в августе – сентябре [4].

В ценопопуляции ландыша майского существует множество центров закрепления. Они представлены верхнерозеточными моноподиальными побеговыми системами с двумя типами побегов: 1) многолетний верхнерозеточный вегетативный побег с геофильным участком; 2) генеративный побег – соцветие кисть. У многолетнего вегетативного побега выделяются несколько структурно-функциональных зон. Это вегетативная зона (рис. поз. 6, 7), выполняющая функции расселения и возобновления за счёт спящих почек, расположенных на корневище. Вегетативно-генеративная зона (рис. поз. 8) – утолщенный участок побега, находящийся в почве, выполняет функцию закрепления, запаса питательных веществ и почвенного питания. Зона вторичного вегетативного нарастания (рис. поз. 9) представлена почкой, расположенной на верхней части побега. Эта зона обеспечивает нарастание и ассимиляцию побега в фазе вторичной деятельности [2].

Цикл развития этой побеговой системы ландыша состоит из нескольких последовательных фаз. Начинается развитие с фазы почки. Почка возобновления (рис. поз. 5) находится в вегетативной зоне на корневище. В покое она находится, по-видимому, не один год. Из неё развивается удлинённый геофильный побег, который разграничен на две структурно-функциональные зоны – вегетативный участок со спящими почками и зону возобновления. В этой фазе геофильного побега растение расселяется и закрепляется. Следующий этап развития – фаза вегетативного ассимилирующего побега. В это время, весной, формируются зелёные листья, расположенные на высоких влагалищах, свёрнутых в трубку над поверхностью почвы. Она может продолжаться в течение нескольких лет, в результате чего формируется базальный участок ортотропной утолщенной части побега. За этой фазой следует фаза вегетативно-генеративного побега, в которой формируется побег второго типа – соцветие кисть. У монокарпических побегов с соцветиями или цветками на верхушке, завершающих своё развитие образованием репродуктивных структур, эту фазу называют фазой цветения и плодоношения. У ландыша формированием первого пазушного соцветия развитие побега не заканчивается. Цветение продолжается в течение нескольких лет. В этой фазе формируется вегетативно-генеративная зона побега. После окончания цветения ещё в течение некоторого

времени апикальная меристема формирует метамеры с вегетативными листьями. Это время определяется как фаза вторичного вегетативного нарастания и формируется одноимённая зона побега. После нескольких лет существования в этой фазе нарастание побега прекращается и начинается фаза вторичной деятельности. Такие побеговые системы ландыша, формирующиеся в ходе моноподиального нарастания, слагающие особь в целом и представляющие центры закрепления особи на поверхности, мы характеризуем подобно побегам длиннопобеговых трав с интеркалярными соцветиями – *Veronica officinalis* L. [1], как олигоциклические олигокарпические моноподиальные.

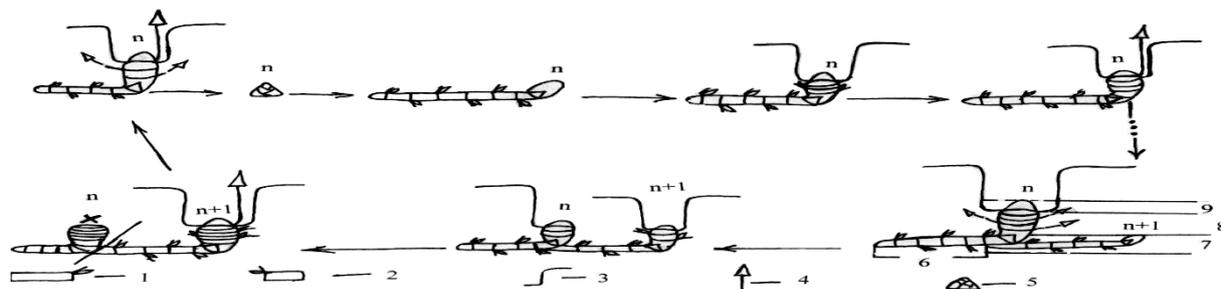


Рис. Полный онтогенез и структурно-функциональная зональность моноподиального побега ландыша: 1 – длинные междоузлия геофильной части побега; 2 – короткие междоузлия геофильной части побега; 3 – лист; 4 – соцветие; 5 – почка возобновления; 6 – зона расселения; 7 – зона возобновления; 8 – вегетативно-генеративная зона; 9 – зона вторичного вегетативного нарастания

Из почек геофильной части одновременно с цветением оси возникают новые геофильные побеги, что приводит к образованию системы из нескольких одноосных вегетативно-генеративных побегов $n+1$ -го порядка. В это время до отмирания базальной части и морфологической дезинтеграции его утолщенный участок служит местом отложения питательных веществ для поддержания развития нового вегетативно-генеративного побега. Через некоторое время, истощаясь, отмирает и этот участок исходного побега. Расселение по территории и жизнь особи в это время обеспечивает уже развившийся боковой вегетативный или вегетативно-генеративный побег. Этот процесс называется перевершиниванием.

Таким образом, жизнь отдельных особей ландыша можно представить как регулярную и закономерную смену во времени отдельных олигоциклических олигокарпических моноподиальных побегов.

Литература

1. Савиных Н. П. Род Вероника: морфология и эволюция жизненных форм. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2006. С. 114–120.
2. Серебрякова Т. И., Воронин Н. С., Еленевский А. Г. и др. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. С. 331–341.
3. http://mr-1.ru/PHOTO/PLANTS/convallaria_majalis.htm
4. <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=85745>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS L.*

Т. Ю. Исупова, Е. М. Тарасова

Вятский государственный гуманитарный университет

Сохранение биоразнообразия – важнейшая проблема современности. Одна из ее составляющих – сохранение отдельных видов и групп растений, для чего необходимо их предварительное исследование. *Cypripedium calceolus L.* – редкий бореальный евроазиатский вид. Для охраны редких видов необходимо знание особенностей произрастания и структуры популяций растений во всех частях ареала. *Cypripedium calceolus L.* занесен в Красные книги: РСФСР, Среднего Урала, Удмуртской Республики, Республики Башкортостан, Кировской области (III категория), Республики Татарстан (II категория).

Работы по изучению экологических условий произрастания *Cypripedium calceolus L.* в окрестностях с. Всехсвятское Кировской области проводятся с 2003 г. В качестве счетной единицы был принят надземный побег *Cypripedium calceolus L.*, т. к. границы клонов и особей плохо очерчены.

На изучаемой территории ежегодно отмечается значительный рост числа побегов. Численность популяции за эти годы увеличилась с 123 побегов (2003 г.) до 272 (2011 г.), при этом количество вегетативных побегов выросло с 66 (2003 г.) до 180 (2011 г.), а количество генеративных побегов варьирует с 57 (2003 г.) до 119 (2009 г.) и 92 в (2011 г.) (рис. 1). Соотношение вегетативных и генеративных побегов составило в 2003 г. 54% и 46%, а в 2009 соответственно 57% и 43%. Летом 2011 г. отмечено наименьшее количество генеративных побегов – 34% (рис. 2) В зависимости от соотношения побегов разных возрастных стадий популяция характеризуется как вегетативно-ориентированная. Увеличение количества молодых вегетативных побегов, которое отмечалось на протяжении 2003–2011 гг., свидетельствует о прогрессивном развитии популяции. Ценопопуляция не зависит от заноса зачатков извне, т. е. способна к самоподдержанию семенным, вегетативным или смешанным путем (нормальная популяция по классификации развития сукцессионных процессов).

Морфометрические показатели особей по годам варьируют незначительно (табл. 1). Обнаружена зависимость морфологических параметров между собой. Величина зависимости изменяется по годам. Средний коэффициент корреляции между длиной листа и высотой побега составляет 0,74, между шириной и длиной листьев – 0,64.

В 2004–2009 гг. проводилась оценка условий произрастания *Cypripedium calceolus L.* Зависимости между количеством побегов, их морфологическими параметрами и степенью антропогенной нагрузки не выявлено.

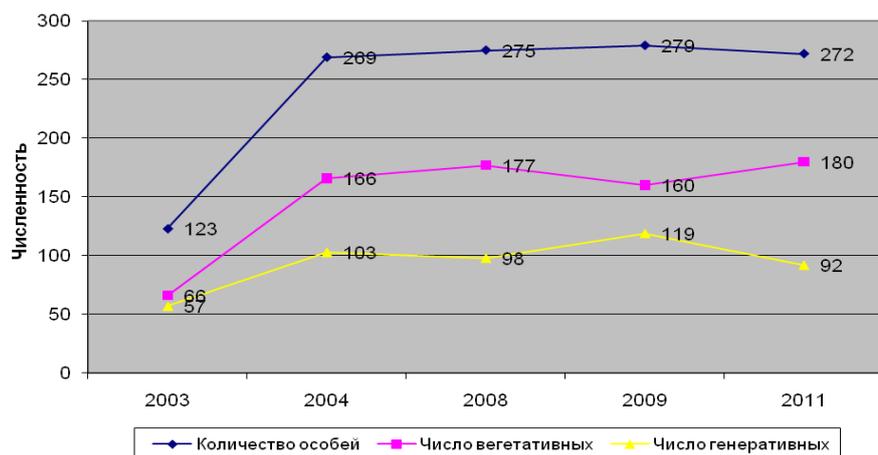


Рис. 1. Динамика численности популяции *Cypripedium calceolus* L.

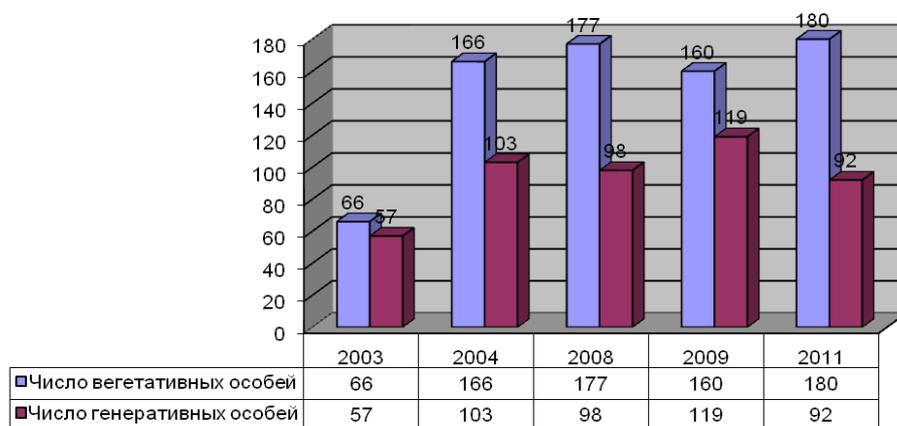


Рис. 2. Соотношение вегетативных и генеративных побегов *Cypripedium calceolus* L.

Сравнительный экологический анализ изучаемой ценопопуляции *Cypripedium calceolus* L., и популяций, произрастающих в других географических районах Российской Федерации (Блинова, 2003; Быченко, 1991; Вахрамеева, 1987; Фердеева, 2010) показал, что численность и занимаемая площадь анализируемых популяций сильно варьируют: от 11 побегов в окрестностях г. Екатеринбурга до 2500 побегов в Челябинской области (табл. 2).

Таблица 1

Показатели морфологических параметров *Cypripedium calceolus* L. в с. Всехсвятское Белохолуницкого района Кировской области

| Показатели | Результаты исследований | | | |
|---------------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|
| | 2004 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2011 г. |
| Средняя высота побега (см) | 26,50 | 18,87 | 20,13 | 19,03 |
| Среднее количество листьев (см) | 3,80 | 3,75 | 3,74 | 3,64 |
| Средняя ширина листа (см) | 6,26 | 4,63 | 5,11 | 5,18 |
| Средняя длина листа (см) | 11,70 | 10,50 | 10,56 | 10,56 |

**Некоторые популяционные характеристики *Cyripedium calceolus* L.
в разных частях своего ареала**

| Область, республика | Число особей | | | Плотность на 1 м ² | Онтогене- тический спектр |
|-------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | общее | вегета- тивные | генера- тивные | | |
| Брянская область: | | | | | |
| Краснослободское лесн. | 51 | 32 | 19 | 3 | ВО |
| Карачинско-Крыловское лесн. | 81 | 51 | 30 | 5 | ВО |
| Мурманская область | 195 | 175 | 20 | 2 | ВО |
| Тверская область | 210 | 150 | 60 | 17 | ВО |
| Свердловская область | 85 | 42 | 43 | 0,004 | бимодаль- ный |
| Челябинская область | | | | | |
| ЦП1 | 159 | – | – | 0,04 | ГО |
| ЦП2 | 2500 | – | – | 0,12 | ГО |
| ЦП3 | 216 | – | – | 0,09 | бимодаль- ный |
| Республика Коми | 75 | 51 | 24 | – | ВО |
| Кировская область (изучаемая ЦП) | 272 | 180 | 92 | 0,009 | ВО |

Спектр: ВО – вегетативно-ориентированный, ГО – генеративно-ориентированный.

В популяциях происходят ежегодные флуктуации численности, не изменяющие однако формы онтогенетического спектра в каждом отдельном месте. Онтогенетический спектр по годам в различных популяциях и, соответственно, в разных условиях произрастания, является одним из наиболее стабильных популяционных параметров.

Вегетативно-ориентированный спектр свидетельствует о стабильном развитии популяции. Такой онтогенетический спектр характерен при благоприятных условиях произрастания. Развитие популяций в Свердловской и Челябинской области подвержено циклическим колебаниям вегетативно- и генеративно-ориентированного развития, что свидетельствует о ее переходе из молодого состояния в зрелое с последующим омоложением.

В Мурманской области в онтогенетическом спектре наблюдается абсолютное доминирование вегетативных побегов, что может объясняться действием двух лимитирующих факторов: короткий холодный вегетационный сезон и недостаток специфических опылителей.

От условий произрастания зависят также морфологические параметры побегов (табл. 3).

**Показатели морфологических параметров побегов
Cypripedium calceolus L. в разных частях ареала**

| Область, республика | Показатели | | | |
|-------------------------------------|---------------|-------------|--------------|-----------------------|
| | Высота побега | Длина листа | Ширина листа | Число зеленых листьев |
| Брянская область | 34,68±0,09 | 15,31±0,07 | 9,52±0,09 | 5 |
| Тверская область | | | | |
| ЦП1 | 26,24±7,34 | 10,21±1,95 | 6,69±1,76 | – |
| ЦП2 | 31,51±0,42 | 12,48±2,12 | 6,85±1,18 | – |
| Кировская область (изучаемая ЦП) | 21,13±5,37 | 10,83±0,87 | 5,3±0,97 | 4 |

Такие показатели как высота побега и ширина листа в изучаемой популяции в Кировской области значительно отличаются от популяций, расположенных в более мягких условиях на юго-западе России.

Литература

Блинова И. В. Онтогенетическая структура и динамика популяции *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) в разных частях ареала // Ботанический журнал, 2003, № 6. С. 36–47.

Быченко Т. М. Некоторые особенности структуры ценопопуляций представителей рода *Cypripedium* // Актуальные проблемы изучения фитоценозов западных регионов Украины. Львов, 1991. С. 15–18.

Вахрамеева М. Г., Денисова Л. В., Никитина С. В. Особенности структуры ценопопуляций некоторых видов семейства орхидных // Популяционная экология растений. М.: Наука, 1987.

Фардеева М. Б., Чижикова Н. А., Красильникова О. В. Многолетняя динамика онтогенетической и пространственной структуры ценопопуляций *Cypripedium calceolus* L. // Ученые записки казанского университета, 2010. Т. 152. Кн. 3. С. 159–173.

К БИОМОРФОЛОГИИ ЛАПЧАТКИ РАСПРОСТЁРТОЙ

Л. Н. Чермных, Н. П. Савиных

*Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru*

В последнее время одним из приоритетных направлений исследований стало изучение биологии редких и охраняемых видов с целью выяснения механизмов их адаптаций, обеспечивающих существование на границах ареалов. Лапчатка распротёртая (*Potentilla humifusa* Willd. Ex Schlecht.) из сем. Rosaceae включена в Красную книгу Кировской области с неопределённым статусом – IV категория (Красная книга Кировской области, 2001). Это – лугово-степной вид, в Кировской области встречается в Кильмезском, Нолинском и Советском районах. В данной статье изложены материалы по изучению строения особей в природных ценопопуляциях на ООПТ «Медведский бор» в течении 2 лет. В ходе исследования обнаружены разные по строению растения, объединённые в следующие группы.

Группа А. Растения с моноподиальным нарастанием главной оси. Одно-осное однолетнее вегетативное – стержнекорневое с моноподиальнорозеточным побегом в надземной части. Оно представлено в почве стержневой корневой системой с хорошо выраженным главным корнем длиной до 7 см и утолщенным (у поверхности почвы до 2–3 мм). В надземной части располагается розеточный побег из 8 метамеров с листьями разного типа. В основании побега они сложные 5-листочковые с небольшим числом зубцов. В 1 год боковые пазушные почки не развиваются (рис. поз. 1).

Двухлетнее вегетативное такое же по общему строению растение (рис. поз. 2). Моноподиальное нарастание продолжается. Число листочков в составе сложного листа увеличивается до 7, поэтому эту лапчатку некоторые называют семилисточковой; число зубцов возрастает. Осенью в верхушечной почке у таких особей обнаружены зачатки боковых вегетативно-генеративных специализированных побегов.

На третий год предположительно растение зацветает: из боковых пазушных почек формируются заложенные с осени однолетние удлинённые вегетативно-генеративные побеги (ВГП), и особь приобретает иное строение. Это цветущие одноосные растения с продолжающей нарастание главной осью и боковыми ВГП (рис. поз. 3, 5). У части таких особей кроме ВГП, из почек на корневище формируются вегетативные розеточные побеги – основа будущих осей второго порядка. В результате формируются цветущие разветвлённые особи (рис. поз. 4). Осенью в верхушечных почках всех осей закладываются боковые ВГП. После начала цветения у всех генеративных растений надземные годовые приросты имеют сходное строение: розеточная ось, обеспечивающая нарастание и ассимиляцию с вегетативно-генеративными однолетними побегами¹. В дальнейшем все оси в составе растения – многолетние розеточные с ВГП за исключением однолетних вегетативных осей в первый год их развития.

Группа Б. Симподиально нарастающие растения. Они формируются после отмирания или прекращения деятельности апикальной меристемы главного побега. Все растения остаются стержнекорневыми, но различаются по числу побегов замещения и порядку ветвления. Встречены следующие особи: а) с одним моноподиальнорозеточным побегом замещения второго порядка – МРП2 (рис. поз. 8); б) с двумя МРП2 (рис. поз. 7); в) с одним МРП, но 3–4-го порядков ветвления (рис. поз. 9); г) с несколькими разновозрастными ветвящимися осями второго порядка, которые формируются из спящих почек дополнительно (рис. поз. 10); из-за полегания осей растение становится распростёртым и может достигать в диаметре до 25 и более сантиметров. Такие растения реализуют все свои морфологические потенции. Это есть основная жизненная форма – стержнекорневое растение с многолетними моноподиально нарастающими розеточными осями и однолетними ВГП.

¹ Такая специализация осей по функции свойственна большинству моноподиально нарастающих розеточных трав (виды родов *Geum* – гравилат, *Plantago* – подорожник, *Alchemilla* – манжетка и др.).

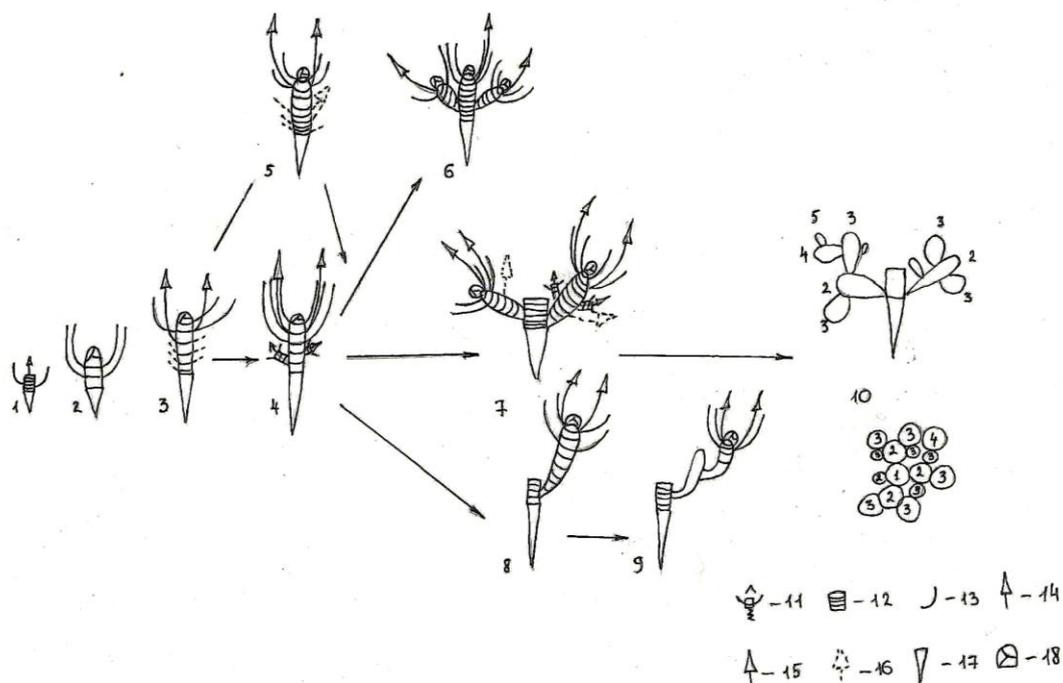


Рис. Строение особей и онтоморфогенез *P. humifusa*:

- 1–1 – этапы онтоморфогенеза; 11 – однолетнее вегетативное растение;
 2 – многолетняя часть побеговой системы; 13 – лист срединной формации;
 14 – живой ВГП; 15 – отмерший ВГП; 16 – главный корень; 18 – почка.;
 1–5 в поз. 10 – порядки ветвления побеговой системы

По-видимому, указанные выше растения представляют собой разные фазы онтоморфогенеза и имеют разный возраст, т. е. относятся к разным онтогенетическим состояниям. На основе имеющихся данных мы можем предполагать, что индивидуальное развитие *P. humifusa* может идти с выпадением иммактурного онтогенетического состояния в нескольких направлениях и с чередованием разных по структуре особей в связи с интенсивностью ветвления и длительностью жизни главной оси. По-видимому, онтоморфогенез *P. humifusa* можно представить следующим образом: вегетативные одноосные растения → цветущие одноосные растения → цветущие разветвлённые особи с моноподиально нарастающей главной осью (рис. поз. 1, 2, 3, 4 или 1, 2, 3, 5, 4). В будущем развитие таких растений может идти разными путями:

- 1) Многоосное растение с несколькими боковыми осями, развивающимися одновременно с исходной (рис. поз. 6).
- 2) Перевершинивание исходной оси и формирование одной (рис. поз. 8) или нескольких боковых осей (рис. поз. 7).
- 3) Формирование в результате ветвления многих осей разных по числу замещающих осей (рис. поз. 10).

Изучение особей постгенеративного периода – задача будущего.

Полученные материалы подтверждают полученные ранее данные (Пичугина (2006) о поливариантности развития (морфологической, размерной и динамической по Л. А. Жуковой (1995) как адаптации степных растений в условиях границ ареалов.

Литература

Жукова Л. А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола, 1995. 224 с.

Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург, 2001. 288 с.

Пичугина Е. В. Биоморфология и структура ценопопуляций *Jurinea cyanoides* (L.) Reichenb. и *Dianthus arenarius* L. на северо-востоке европейской России в связи с их охраной: Дисс. ... канд. биол. наук. Киров, 2007. 261 с.

О СОСТОЯНИИ И ВОЗОБНОВЛЕНИИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В ПОЙМЕ р. ВЯТКИ

К. А. Гараева¹, Н. П. Савиных²

¹ МКОУ СОШ № 3 г. Котельнич,

² Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) из сем. Fagaceae – один из эдификаторов широколиственных лесов, как интразональный вид входит в состав хвойно-широколиственных лесов, единично встречается по опушкам и даже образует собственные сообщества – дубовые рощи в поймах крупных рек в подзоне южной тайги. Это долгоживущее растение. Одно из северных сообществ дуба – пойменная дубовая роща в окр. г. Котельнич Кировской области. Выше по берегам реки это растение встречается также, но без образования самостоятельных сообществ.

В 2010–2011 гг. мы изучили дуб в нескольких местах: в районе 657-го километра по течению реки, на левом берегу, у выхода второго Медянского переката («Медяны»), в окр. пос. Затон Котельничского района – чистые дубовые заросли («Роща 4») и в сообществах разного типа («Роща 1–3»).

На площадке «Медяны» обнаружили дуб, возраст которого по визуальным данным может быть около 250–280 лет, высота – 25–26 м. На высоте 120 см от земли ствол разветвлён на несколько осей с диаметром на уровне груди от 44 до 220 см. Вокруг дерева в большом количестве растут молодые дубки разного возраста и размеров. Мы разбили территорию на площадки – квадраты, оценили тип растительности и жизненное состояние каждого дуба, высоту (в см), длину последнего годового прироста (в см), ветвление (+/–) и число осей. В результате получили следующее:

Квадрат А. Растительность представлена сосняком по краю липового леса с шиповником (*Rósa cinnatomea* L.), черемухой (*Pádus avium* Mill.) и рябиной (*Sórbus aucuparia* L.). Проективное покрытие шиповником около 65%. На площадке встречается 48 разновозрастных особей дуба высотой от 9 до 81 см. Спектр растений по высоте следующий: до 10 см – 2 растения; от 11 до 20–39; от 21 до 30–2; от 31 до 40–2; от 81 до 90–1; от 190 до 200–1, 210 до 320–1. Многие молодые растения одноосные. Более старшие – ветвящиеся. Преобладают однолетние растения (42 из 48). 20 однолетних особей растут в заросли шиповника, расположены многочисленными группами, по-видимому, из-за распространения их животными.

На лугу у этого квадрата встречается 3 дуба разного возраста от 40 до 80 см высотой. Спектр растений по высоте: от 40 до 50 см – 2; от 71 до 80–1. Длина последнего годового прироста до 13 см. По внешнему виду и очень важному признаку – длине последнего годового прироста жизненность всех растений можно оценить как вполне удовлетворительную.

Квадрат В расположен на опушке леса среди разнотравно-злаковой растительности с отчетливыми пятнами осоки. Из кустарников встречаются *R. cinnamomea* и крушины (*Frángula alnus* Mill.). Здесь описано 33 дуба разного возраста от 9 до 81 см высотой. Спектр растений по высоте: до 10 см – 5 растений; от 11 до 20–17; от 21 до 30–2; от 31 до 40–7; от 71 до 80–1; от 81 до 90–1. Многие молодые особи одноосные. Более старшего возраста – ветвящиеся. Крупных деревьев нет. Длина последнего годового прироста до 25 см, но чаще это (22 особи) также однолетние растения, выросшие в течение одного сезона. 6 дубков располагаются на поляне – для них свойственна листовая мозаика, все листья расположены параллельно поверхности почвы.

Квадрат С расположен в понижении рельефа в осиново-разнотравно-вейниковом с осоками лесом с розой коричной и крушиной. На площадке встречено 40 особей от 9 до 57 см высотой. Спектр растений по высоте: до 10 см – 3; от 11 до 20–10; от 21 до 30–16; от 31 до 40–6; от 40 до 50–4; от 51 до 60–1. Многие молодые особи одноосные, старшего возраста – ветвящиеся. Крупных деревьев нет. Длина последнего годового прироста до 15 см. Чаще всего это (13 растений из 40) также однолетние растения. Преобладают растения до 40 см высотой.

Квадрат Д расположен в осиново-липовом вейниково-разнотравном лесу с *R. cinnamomea*, *F. alnus*, кустарниковой формой липы (*Tilia cordata* Mill.). Спектр растений по высоте: из 42 растений до 10 см 3 растения; от 11 до 20–13; от 21 до 30–10; от 31 до 40–5; от 40 до 50–2; от 51 до 60–3; от 71 до 80–1; от 81 до 90–1; от 91 до 100–2; 140 до 150–2; от 190 до 200–1. Молодые особи одноосные. Более старшего возраста – ветвящиеся. Крупных деревьев нет. Длина последнего годового прироста до 21 см. Иногда это однолетние растения. Преобладают растения высотой до 40 см, особенно от 11 до 30 (23 из 42). Очевидно, это молодые растения.

Кроме описанных выше растений на территории вокруг дуба-производителя, на расстоянии в пределах 500 м встречено 10 взрослых генеративных деревьев, но значительно моложе его. Они растут по окраине леса вдоль небольшой ложбины с более влажной почвой. Мы составили картосхему расположения этих деревьев (рис. поз. 1), отметив примерный возраст, высоту, разветвлённость ствола, окружность ствола на уровне груди. В результате получены следующие данные: №1 – «главный дуб» (высота (В) – 25–26 м; ствол разветвлен на несколько осей окружностью на уровне груди (О) от 44 см – до 220 см; далее – В25-26 О44–220); № 2 (В10 О12); № 3 (В6 О25); №4 (В5 О18); № 5 (В8 О27); №6 (В10 О40); № 7 (В10 О29 и 13); № 8 (В20 О55); № 9 (В10 О35); №10 (В2 О26).

В Котельнической дубовой роще мы заложили несколько площадок. «Роща 1» расположена у остановочной платформы Белая со стороны пос. Затон

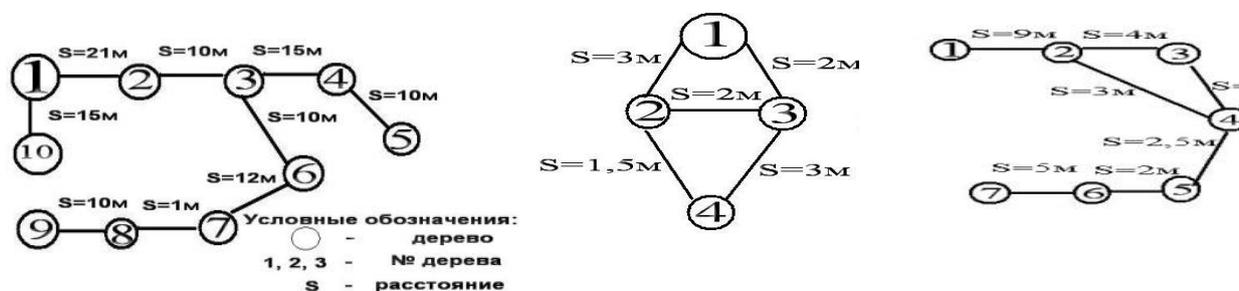
в осиново-липово-березовом лесу с единичными дубами в верхнем ярусе, рябиной, жимолостью лесной (*Lonicera xylosteum* L.), крушиной. В травянистом ярусе представлены папоротник орляк (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. ex Dechen, сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), коротконожка перистая (*Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv). В подросте более 10 дубков на 1 м^2 , но взрослых дубов здесь нет.

Этот участок рощи затопляется каждой весной. По словам местных жителей, вода здесь стояла в половодье до 10 лет подряд. После схода воды молодые дубки сразу же желтели. Выяснилось также, что в пос. Затон дубы массово прорастают почти ежегодно и на приусадебных участках, и в естественных условиях. Но гибнут, особенно в природе, на следующий год.

«Роца 2» расположена далее вдоль дороги к пос. Затон в берёзовом лесу. Здесь единично встречается сосна, под пологом которой в подросте больше 30 дубков на 1 м^2 . В этом сообществе возможно вытеснение дуба липой. В понижениях дуб встречается единично, а на гривах дубы преобладают. По-видимому, пагубно влияет на произрастание молодых дубов ель. В «окне» от срубленного дерева на месте старой дороги встретили много однолетних дубков. Прорастание желудей надземное, плоды располагаются в подстилке, которой в отличие от типичных дубрав немного в наших лесах.

«Роца 3» – редкостойный дубовый лес, отдельные растения которого слабо отличаются друг от друга; расположен по краю леса на гривах вдоль реки. Здесь мы выделили 2 пробных площадки и составили их примерную карто-схему (рис. поз. 2, 3). В составе сообщества нет ни молодых и однолетних дубов, ни других древесных растений.

«Роца 4» расположена на противоположной стороне от ст. Белая на гриве, в верхней части которой располагается редкостойный сосняк, в подлеске – ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus*), проектное покрытие которого достигает 70 %), *S. aucuparia*, *R. cinnamomea*. В подросте присутствуют дубы от 1,5 м высотой с хорошей жизненностью, осина, береза, но молодых дубков нет. В травяном покрове преобладают костяника, земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). В составе сообщества встречаются ель и молодые сосны, которые в последствие могут вытеснить молодые дубы.



А

Б

В

Рис. Распределение дубов в сообществах «Медяны» (А), «Роца 4» (Б, В)

Таким образом, в подзоне южной тайги созревают полноценные жёлуди с высокой всхожестью. Возможно, развитие молодых однолетних дубов ограни-

чивается слабым (не до необходимых для успешного дальнейшего развития размеров) развитием корневой системы, страданием её и всего растения от низких температур зимой из-за промерзания почвы и недостатка кислорода из-за длительного стояния воды весной.

***ECHINOCYSTIS LOBATA* (MICHAUX) TORR. & A.GRAY. – НОВЫЙ АДВЕНТИВНЫЙ ВИД ФЛОРЫ КАРЕЛИИ**

Е. Л. Рохлова

*Петрозаводский государственный университет,
rokhlova@gmail.com*

Проблема вселения чужеродных видов в экосистемы северных регионов становится все более актуальной последние 10–20 лет. Вселение чужеродных видов животных и растений в природные сообщества в результате человеческой деятельности представляет собой своего рода «биологическое загрязнение» (Efford et al., 1997) и является одним из антропогенных факторов нарушения окружающей среды.

Для региональной флоры Южной Карелии характерны интенсивные миграционные процессы: за последние 20–25 лет на территории республики появились более 160 новейших адвентивных видов – эунеофитов (Антипина, 2002). Часть из них – растения-интродуценты, дичающие из культуры. Дичание отмечено для многих травянистых растений-интродуцентов, однако за пределы культурных и нарушенных местообитаний выходят лишь единичные виды.

Например, новый для флоры региона адвентивный вид, дичающий из культуры, *Echinocystis lobata* (Michaux) Torr. & A.Gray. – Эхиноцистис лопастной (семейство *Cucurbitaceae*), для Южной Карелии не является инвазионным. Этот вид не указан в работах М. Л. Раменской конца 1980-х гг. (Раменская, Андреева, 1987; Раменская, 1983), но с 2000-х гг. начинает фиксироваться вне культуры (Кравченко, 2007). Растение распространяется семенами в основном по культурным участкам (огородам, дворам), редко его можно встретить на свалках, мусорных местах, канавах. По отношению к условиям среды *E. lobata* мезофит, мезотроф, семигелиофит; по положению в составе флоры – эпекофит, эунеофит, эргазиофит.

В Южной Карелии всходы *E. lobata* появляются с середины до конца мая. Период цветения растения – с начала июня до сентября, а плодоношения с начала августа по конец сентября. В условиях южной Карелии начало сезона вегетации, а соответственно и всех последующих фенологических стадий, запаздывает по сравнению со Средней полосой России примерно на 15 дней (Иллюстрированный определитель..., 2004). Последние цветки, появившиеся на побегах, не успевают образовать плоды, а последние завязавшиеся плоды не успевают созреть. В отличие от потенциально инвазионного для региона вида *Impatiens glandulifera* Royle, цветение которого останавливают заморозки в конце сентября (Шуйская, Антипина, 2009), растения *E. lobata* заканчивают вегетацию и отмирают еще до наступления осенних заморозков. Таким образом,

период вегетации *E. lobata* в условиях Южной Карелии составляет около 4 месяцев.

По нашим данным, в условиях Южной Карелии для *E. lobata* характерны следующие средние показатели:

- количество соцветий на одном растении – $43,2 \pm 1,5$;
- количество цветков в одном соцветии – $21,4 \pm 1,6$;
- количество цветков на одном растении – $467,8 \pm 15,3$;
- количество мужских цветков на одном растении – $389,7 \pm 7,8$;
- количество женских цветков на одном растении – $78,1 \pm 2,9$;
- соотношение женских и мужских цветов на одном растении – 1:5;
- потенциальная семенная продуктивность одного растения – $312,3 \pm 8,6$ семян;
- реальная семенная продуктивность одного растения – $164,7 \pm 4,9$ семян.

Приблизительно половина зрелых плодов *E. lobata* в условиях Южной Карелии содержат по четыре семени, около одной трети плодов *E. lobata* – по три семени, оставшаяся часть – только по одному семени. Реальная семенная продуктивность одного растения *E. lobata* составляет приблизительно 53% от потенциальной. Всхожесть перезимовавших в почве семян *E. lobata* составляет всего 40% (в среднем 66 семян с одного растения). К тому же высок процент отмирания растений *E. lobata* на стадии проростков из-за характерных для Южной Карелии весенних заморозков (до начала цветения доживают не более 10 проростков из 66).

Для сравнения, семенная продуктивность одного растения *I. glandulifera*, составляет 250–900 семян (Шуйская, Антипина, 2009). К тому же *E. lobata* растет обычно единичными экземплярами, редко группами по два – три растения. Тот же *I. glandulifera* образует густые заросли с плотностью растений от нескольких десятков особей на кв. метр (Шуйская, Антипина, 2009).

В Средней же полосе России *E. lobata* является инвазионным видом, расширяющим свой вторичный ареал. Инвазия данного вида в прибрежные фитоценозы в этих регионах приводит к резкому сокращению биологического разнообразия (Виноградова, Майоров, Хорун, 2009).

В условиях Южной Карелии стадию натурализации *E. lobata* (Андреев, 1975) можно оценить как четвертую: растение нормально вегетирует, цветет, образует полноценные семена, самостоятельно размножается семенами, но только на культурных и / или нарушенных участках. Из-за недостаточной интенсивности семенного размножения вид пока не может полностью преодолеть репродуктивный барьер и конкурировать с другими растениями, формирующими рудеральные, придорожные фитоценозы. Соответственно, *E. lobata* в условиях Южной Карелии, в отличие от *I. glandulifera*, сегодня не обладает достаточным репродуктивным потенциалом, чтобы выйти за пределы культурных участков и стать потенциально инвазионным видом.

Литература

- Андреев Г. Н. Натурализация растений при интродукции на севере. Л.: Наука, 1975. 167 с.
- Антипина Г. С. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск, 2002. 204 с.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
- Иллюстрированный определитель растений Средней России. М.: Товарищество научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2004, Т. 3. 278 с.
- Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск, 2007. 374 с.
- Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 216 с.
- Раменская М. Л., Андреева В. Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1982. 435 с.
- Шуйская Е. А., Антипина Г. С. Семенная продуктивность недотроги железистой (*Impatiens glandulifera* Royle) в Южной Карелии // Вестник ТвГУ. Серия: Биология и экология. 2009, № 14. С. 151–156.
- Efford I. E., Garcia C. M., and Williams J. D. Facing the challenges of invasive alien species in North America // *Global biodiversity*. 1997, V. 7 (1). P. 25–30.

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ *QUERCUS ROBUR* L. В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Е. П. Лачоха

*Государственный природный заповедник «Нургуш»,
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

В весенне-летний период 2011 г. на территории государственного природного заповедника «Нургуш» проводилось исследование естественного возобновления дуба в пойменных насаждениях с разной долей его участия в древостое.

Для наблюдения процесса возобновления дуба в условиях заповедника было заложено 9 трансект шириной 1 м и общей протяженностью 153 м в сообществах с разным участием дуба в древостое (от единичных деревьев до доминирования). Две трансекты расположены в елово-липовом лесу, шесть – в липовом и одна – в дубняке.

На семи трансектах, заложенных в мае 2011 г., был произведен подсчет числа желудей. В июле на ранее заложенных трансектах и двух дополнительных было проведено геоботаническое описание и сплошной пересчет возобновления дуба.

На трансектах проводилось геоботаническое описание. Растительный покров изучался по ярусам. Данные по составу, возрасту, бонитету и полноте древостоя взяты из материалов лесоустройства 2002 г. Для подроста и подлеска определялась видовая принадлежность, средняя высота и встречаемость. Для травяного покрова – видовая принадлежность, встречаемость, высота, обилие и фенологическая фаза. Высоты измерялись при помощи рулетки, а обилие глазомерно по шкале Друде.

Для учета возобновления на трансектах производился сплошной пересчет дуба с разделением на три возрастные группы: I группа (особи в возрасте до одного года), II группа (особи в возрасте от двух до пяти лет) и III группа собственно подрост (особи в возрасте более пяти лет). В каждой возрастной группе производилось измерение высоты. На площадках также отмечалось наличие поврежденных, или не проросших желудей.

Определение возраста растений подроста проводилось путем подсчета числа полных годовых приростов главной оси по заметным на коре стволика в виде пояса следам чешуй верхушечных почек (Методы..., 2003).

В то же время рассматривалась динамика хода роста дуба в искусственных (идеальных) условиях. В отдельные цветочные горшки в конце июня были посажены 10 прорастающих желудей, собранных на территории заповедника. За посевами велись наблюдения: отмечалось время появления всходов, через каждые пять дней измерялась высота сеянцев, количество и размеры листьев. Каждый месяц производилась фотофиксация опыта.

Результаты опыта показали, что в первые дни, после появления всходов, рост идет быстро, далее он замедляется и до конца вегетации идет медленно.

Была отмечена интересная особенность: у двух саженцев из десяти было нарушение пигментации листьев (бесхлорофилльные формы). Развитие растений происходило полностью за счет запаса питательных веществ в течение 33–37 суток, затем оба растения погибли.

У оставшихся восьми саженцев за вегетационный период наблюдалось два прироста, в отличие от естественных условий, где у дуба бывает обычно один прирост.

В ходе исследования было выявлено, что в естественных условиях на возобновление дуба отрицательно влияет наличие в составе древостоя ели, березы и осины. Участие 20% ели снижает количество самосева под пологом леса в 7,5 раза. Береза снижает плодоношение дуба не только затенением, но и путем создания преграды для распространения пыльцы. Желуди повреждаются насекомыми и болезнями. Также неблагоприятное влияние на прорастание желудей оказывает сильное задернение почвы.

Эффективность плодоношения дуба зависит от многих факторов, и прежде всего, от условий сохранности семян после опадения и условий их прорастания (тепла, влаги и почвы). Желуди могут прорасти осенью сразу после опадения, если температура почвы 20 °С и выше, но, в основном, они прорастают весной. Прорастание желудей может продолжаться на протяжении всего теплого периода (конец августа – начало сентября). Лучшие условия для появления всходов создаются при заделке желудей во взрыхленную почву. Такие условия формируются на пороях кабанов. Решающий фактор для появления всходов – влажность почвы. В дальнейшем основное значение для существования и роста самосева играет свет.

Оптимальные условия для появления всходов, так же как и для плодоношения, складываются при полноте насаждения 0,6–0,7.

Обильный урожай желудей в 2010 г., а также благоприятные условия для семенного возобновления способствовали появлению в 2011 г. большого числа

всходов. В нескольких местах наблюдались единичные всходы с нарушенной пигментацией (растения розовато-бежевой окраски).

Планируется продолжить наблюдения для определения динамики процесса возобновления дуба.

Литература

- Методы изучения лесных сообществ. СПб: НИИЛХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
Новосельцев В. Д., Бугаев В. А. Дубравы. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.
Шабалина Н. А. Дуб в долине реки Вятки и его использование в зеленом строительстве / Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. Киров, 1953.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ПАПОРОТНИКОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И. П. Клабукова, О. Н. Пересторонина
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Папоротники широко распространены по земному шару. Наибольшее видовое разнообразие встречается в тропической зоне. На территории Кировской области папоротники составляют 1,6% от общего числа видов (1470) высших сосудистых растений (Тарасова, 2007).

Местообитания папоротников различны: скальные, лесные, открытых пространств, водные. Такие различные условия существования привели к возникновению у них большого разнообразия внешних форм, внутреннего строения, размеров.

Выявлено, что на территории Кировской области произрастает 24 вида папоротников (Тарасова, 2007). Они относятся к 12 родам из 9 семейств папоротников. Самыми многочисленными являются семейство *Athyriaceae* и *Aspidiaceae*, которые включают в себя по 6 видов папоротников. На 2 месте семейство *Botrychiaceae* – 5 видов. Два вида содержит семейство *Thelypteridaceae*. По одному виду содержат семейства *Ophioglossaceae*, *Onocleaceae*, *Aspleniaceae*, *Hypolepidaceae*, *Salviniaceae*.

Большинство видов папоротников (71%) имеют ограниченное распространение (*Cystopteris dickieana* R. Sim, *Salvinia natans* (L.) All. и др.). Остальные папоротники (29%) произрастают повсеместно (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn и др.). Больше всего видов папоротников произрастает в центральном северном, центральном южном (по 66% от общего видового разнообразия) и юго-восточном ботанико-географических районах (62%), а меньше всего папоротников можно наблюдать в восточном ботанико-географическом районе (33%).

Произрастание папоротников связано с особенностями местообитания. Все виды испытывают потребность во влажности и тени. Эколого-ценотический спектр (Смирнова и др., 2000) папоротников приведен в таблице 1.

Таблица 1

Эколого-ценотический состав папоротников Кировской области

| Группа | Число видов | Доля видов, % |
|-----------------------------------|-------------|---------------|
| Низинно-болотная (TrBl) | 1 | 4,1 |
| Пойменная (MFr) | 5 | 20,8 |
| Нитрофильная (Nt) | 4 | 16,6 |
| Неморальная (Nm) | 5 | 20,8 |
| Бореальная (Br) | 4 | 16,6 |
| Бореально-опушечная (BrH) | 1 | 4,1 |
| Скальные в бореальной зоне (Rock) | 2 | 8,3 |
| Боровая (Pn) | 1 | 4,1 |
| Внутриводная (InW) | 1 | 4,1 |

Из табл. видно, что наибольший процент составляют неморальные виды (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) Н.Р.Fuchs, Пузырник ломкий – *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.) и бореальные виды (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt), наименьший – низинно-болотные (*Ophioglossum vulgatum* L.), бореально-опушечные (*Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata), боровые (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) и внутриводные виды (*Salvinia natans* (L.) All.). Эколого-ценотические группы растительного покрова приведены в табл. 2.

Таблица 2

Эколого-ценотические группы растительного покрова

| 1. Леса | 2. Опушки (кустарничково-травяные) | 3. Травяные сообщества |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| 1.1. Гигрофитная Nt – 4 | 2.1. Гигрофитная ExNt – | 3.1. Гигрофитная TrBl – 1; InW – 1; Wt –; Olg –; Al – |
| 1.2. Мезофитная Br – 4; Nm – 5 | 2.2. Мезофитная BrH – 1; ExEd – | 3.2. Мезофитная MFr – 5; MDr – |
| 1.3. Мезоксерофитная Pn – 1 | 2.3. Мезоксерофитная SbDb – | 3.3. Мезоксерофитная и ксерофитная Rock – 2; Kov –; PsTr – |

Преобладают лесные виды, что составляет 58,3% (14 видов) от общего видового разнообразия. Виды травянистых сообществ составляют 37,5% (9 видов) от общего состава флоры. Опушечные виды – 4,2% (1 вид).

По отношению к фактору влажности доминируют мезофитные виды – 15 видов (62,5%), гигрофитная линия составляет 6 видов (25%), а мезоксерофиты – 3 вида (12,5%).

Со времени каменноугольного периода папоротники изменились. Но по-прежнему это одна из наиболее уникальных, сохранившихся до наших дней группа растений. Тем ценнее, что эти древние растения произрастают у нас в Кировской области. Поэтому с целью сохранения, воспроизводства и восстановления популяций папоротников необходимо вести мониторинг за данной группой растений.

Литература

- Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б. и др. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М., 2000. 196 с.
Тарасова Е. М. Флора Вятского края. Ч. 1: Сосудистые растения. Киров, 2007. 440 с.

ПЫРЕЙНЫЕ ЛУГА ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Ю. Рылова

КОГБУ «Областной природоохранный центр», sveta_marakulina@mail.ru

Луговые сообщества Кировской области до настоящего времени остаются относительно слабо изученными. С целью выявления типологического разнообразия суходольных лугов Кировской области в июне – августе 2005–2007 гг. выполнена их инвентаризация. Исследования проведены в подзонах средней (Подосиновский, Опаринский, Нагорский районы) и южной (Оричевский, Слободской, Кирово-Чепецкий районы) тайги. Всего за период исследований было сделано 331 геоботаническое описание с использованием стандартной методики маршрутных геоботанических описаний (Миркин и др., 2001) на пробных площадях размером по 100 м². Регистрировали видовой состав сосудистых растений и мхов, общее проективное покрытие, удельное обилие каждого вида по шкале В.С. Ипатова (1998), высоту и фенофазу растений.

При выполнении типологических построений нами использованы подходы эколого-фитоценотической классификации луговой растительности, разработанные А.П. Шенниковым (1938). Суходольные луга подзон южной и средней тайги Кировской области отнесены к 21 ассоциации, включающей 9 субассоциаций и 21 вариант, из 14 формаций, четырех групп формаций и одного класса формаций.

В данной работе мы ограничимся характеристикой формации пырейных лугов (*Elytrigietum repentis*), сообщества которых являются достаточно распространенными в регионе исследований.

Класс формаций: Настоящие луга – *Prata genuina*

Группа формаций: Крупнозлаковые луга – *Magnogramineta*

Формация: Пырейные луга – *Elytrigietum repentis*

Ассоциация: *Equiseto arvensis-Elytrigietum repentis*

Субассоциация: *typicum*

Субассоциация: *E.a.-E.r. agrostidetosum tenuis*

Ассоциация: *Melandrio albi-Elytrigietum repentis*

Вариант: *Linaria vulgaris*

Вариант: *Fumaria officinalis*

Пырейники (*Elytrigietum repentis*) представлены 16 геоботаническими описаниями, из них в подзоне средней тайги – 10, в подзоне южной тайги – 6. Луга рассматриваемой формации занимают ровные небольшие по площади участки, прилегающие к сообществам лесного типа растительности. Увлажнение местобитаний пырейников, определенное по шкалам Л.Г. Раменского (Экологическая оценка ..., 1956), – сухо- и влажнолуговое, почвы – довольно богатые и бо-

гатые. Последнее объясняется тем, что пырейники – одна из первых стадий зарастания заброшенных пахотных угодий.

Общее проективное покрытие травостоя изученных пырейников составляет 75–80%, он расчленен на три яруса. Видовая насыщенность составляет в среднем 27 видов на 100 м², видовое богатство формации – 101. К видам, отличающимся более высоким классом постоянства по сравнению с фитоценозами других формаций, относятся *Erigeron acris*, *Lapsana communis*, *Potentilla heidenreichii*. Это растения, тяготеющие к антропогенно трансформированным экотопам. Максимальное постоянство (V класс) с высоким обилием (4–6 баллов) характерно только для доминанта – *Elytrigia repens*.

Ранее для подзон южной тайги и смешанных хвойно-широколиственных лесов Кировской области сообщества формации щучников были отмечены в поймах рр. Вятка (Василевич, 1954), Чепца (Зарубин, 1970) и малых рек (Ерохин, 2003) бассейна р. Вятка в южной части региона. Всего ими было выделено 5 ассоциаций.

На основе оригинального материала мы подразделяем суходольные луга формации *Elytrigieta repentis* таежной зоны Кировской области на две ассоциации: *Equiseto arvensis-Elytrigietum repentis* и *Melandrio albi-Elytrigietum repentis*. В сообществах ассоциации *Equiseto arvensis-Elytrigietum repentis* помимо доминанта – пырея ползучего, высоким постоянством и заметным обилием отличается *Equisetum arvense*, что, по всей видимости, обусловлено спецификой экотопов – рыхлостью почв, имеющих легкий механический состав. Согласно данным, полученным с использованием экологических шкал, сообщества рассматриваемого синтаксона в сравнении с фитоценозами ассоциации *Melandrio albi-Elytrigietum repentis* занимают экотопы с почвами, несколько более влажными (об этом свидетельствует участие в формировании травостоя таких видов, как *Poa palustris*, *Ranunculus repens*, *Rorippa palustris*), но с менее кислой реакцией (виды-индикаторы: *Cerastium holosteoides*, *Epilobium roseum*, *Lathyrus pratensis*). Для ценозов рассматриваемой ассоциации зарегистрировано значительное участие сорных видов: *Centaurea cyanus*, *Erysimum cheiranthoides*, *Raphanus raphanistrum*, *Sonchus arvensis*, *Tripleurospermum perforatum*, *Tussilago farfara*. Это свидетельствует об их недавнем послепахотном прошлом.

Для выделенной нами асс. *Equiseto arvensis-Elytrigietum repentis* характерны две субассоциации: *typicum* и *E.a.-E.r. agrostidetosum*. Фитоценозы субассоциации *typicum* развиваются в экотопах с легкосуглинистыми почвами. Сходная с рассмотренным синтаксоном по составу содоминантов ассоциации пырейник хвощово-разнотравный ранее отмечена на территории Республики Коми (Болотова, 1954), но для пойменных экотопов.

Сообщества субассоциации *E.a.-E.r. agrostidetosum* занимают экотопы с рыхлыми почвами легкого механического состава. Этим обусловлено более высокое относительное обилие *Equisetum arvense*. Два вида полевицы – *Agrostis tenuis* и *A. gigantea*, наряду с *Elytrigia repens* и *Equisetum arvense*, достигают в травостоях заметного обилия. Это позволяет предположить, что сообщества данной субассоциации представляют собой более продвинутую стадию смен растительности на залежах и в ходе последующей сукцессии будут постепенно

сменяться полеви́чниками. Сходный по составу содоминантов синтаксон, но в ранге хвощево-тонкополеви́цево-ползучепырейной ассоциации отмечен в странах Балтии (Матвеева, 1967).

Сообщества ассоциации *Melandrio albi-Elytrigietum repentis*, в сравнении с фитоценозами ассоциации *Equiseto arvensis-Elytrigietum repentis*, приурочены к местообитаниям с более сухими почвами, о чем свидетельствует присутствие в травостоях *Cichorium intybus*, *Melandrium album*, *Oberna behen*, *Thlaspi arvense*. В фитоценозах рассматриваемого синтаксона более отчетливо выражена роль сорно-рудеральных видов (*Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Galeopsis bifida*, *G. speciosa*, *Melandrium album*, *Thlaspi arvense* и др.). Число видов этой ценотической группы составляет 29 (39 % от общего числа зарегистрированных).

Анализ экологических характеристик экотопов, занимаемых сообществами асс. *Melandrio albi-Elytrigietum repentis*, показал однородность ее экологического пространства. При этом, данному синтаксону свойственно изменение постоянства и обилия видов. С учетом этого в его составе были выделены два варианта: *Linaria vulgaris* и *Fumaria officinalis*. Сообщества вар. *Linaria vulgaris*, в сравнении с ценозами вар. *Fumaria officinalis*, отличаются более значительным постоянством *Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album*, *Dactylis glomerata*, *Oberna behen*. Отличительной особенностью сообществ варианта *Fumaria officinalis* является более высокое постоянство (IV–V класс) сорных видов: *Capsella bursa-pastoris*, *Fumaria officinalis*, *Galeopsis speciosa*, *G. bifida*, *Thlaspi arvense*, *Vicia hirsuta*. В литературе сведения об охарактеризованной ассоциации не найдены.

Средняя продуктивность наземной травянистой биомассы пырейных лугов в подзоне средней тайги Кировской области составляет 50 ц/га, южной тайги – 58, в среднем по таежной зоне – 54 ц/га. По этим показателям сообщества пырейников могут быть отнесены к группе среднепродуктивных лугов.

Литература

- Болотова В. М. Луга // Производительные силы Коми АССР: Растительный мир. М.-Л., 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 226–262.
- Василевич И. П. Пойменные луга окрестностей г. Кирова и пути их улучшения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киров. 1954. 18 с.
- Ерохин В. В. Флора и растительность суходольных лугов правобережья реки Вятки в нижнем ее течении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2003. 20 с.
- Зарубин С. И. Флора и травянистая растительность поймы р. Чепцы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 1970. 17 с.
- Ипатов В. С. Описание фитоценоза. СПб, 1998. 151 с.
- Матвеева Е. П. Луга советской Прибалтики. Л., 1967. 335 с.
- Миркин Б. М. Современная наука о растительности. М., 2001. 264 с.
- Шенников А. П. Луговая растительность СССР // Растительность СССР. М.;Л.: АН СССР, 1938. Т. 1. С. 429–647.
- Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956. 472 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ КУМЕНСКОГО РАЙОНА

Е. А. Шубина, О. Н. Пересторонина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru*

Лесистость Кировской области составляет 63% (Леса Кировской области, 2001). Куменский район расположен в центральной части Кировской области в 60-ти км на юго-восток от областного центра. Общая площадь лесов в районе на 1 января 2007 г. составляет 76 974 га, из них леса I группы – 10 085 га, леса II группы – 66 889 га. Леса Куменского района относятся к подзоне южной тайги. Зональными типами растительности в данной подзоне являются ельники кисличники, которые в настоящее время трансформируются в другие типы. Леса играют большую роль в жизни человека: воздействуют на социальную среду, создавая определенный микроклимат; способствуют оздоровлению; являются сырьевым, промысловым ресурсом. В последнее время леса испытывают большое антропогенное воздействие. В результате происходит, с одной стороны, обеднение естественной флоры, с другой – обогащение ее за счет видов-космополитов, имеющих повышенную устойчивость к изменившимся условиям среды. Процессы синантропизации растительного покрова рассматриваются как стратегия приспособления растительного мира к условиям среды, трансформированным человеком (Горчаковский, 1979).

В связи с трансформацией зональных типов растительности, большое значение приобретает экологическая оценка состояния природной среды и проблема сохранения биологического разнообразия. Исследования проводили в летний период 2011 г. Биоразнообразие лесных сообществ оценивали по видовой насыщенности видов (α -разнообразию) на геоботанических площадках размером (20×20) м². Оценку и анализ биоразнообразия проводили в елово-сосновом лесу разнотравном (пробная площадка (ПП)-1); в сосняке разнотравном (ПП-2) и в сосняке-беломошнике (ПП-3); в ельнике-черничнике (ПП-4) и в ельнике-кисличнике (ПП-5). Исследованные лесные массивы отличаются разнообразием растительного покрова, вследствие большого рекреационного и ресурсного значения.

Во время исследования были выполнены геоботанические описания по общепринятым методикам (Щенников, 1964; Ипатов, Кирикова, 1999). В лесах отчетливо выражены ярусы: древесный, кустарниковый, травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый. В пределах каждой ПП было дано подробное описание всех видов растений и дана субъективная оценка обилия видов с помощью шестибальной шкалы Друде. Всего на объектах нашего исследования выявлено 50 видов высших сосудистых растений.

На ПП-1 обнаружен 41 вид растений. Травяной ярус развит хорошо, доминируют *Oxalis acetosella* L., *Fragaria vesca* L., *Driopteris spinulosa* L. и другие. Мохово-лишайниковый покров развит хорошо.

На ПП-2 отмечено 17 видов растений. Травяной ярус развит умеренно, доминируют *Trifolium medium* L., *Carex loliacea* L. Мохово-лишайниковый покров развит хорошо.

На ПП-3 выявлено 10 видов растений. Травяной ярус выражен слабо, лишайниковый покров развит хорошо.

На ПП-4 присутствует 17 видов растений. Травяной ярус развит хорошо и представлен одним доминирующим видом *Vaccinium myrtillus* L. Мохово-лишайниковый покров развит умеренно (возможно, это результат промышленного атмосферного загрязнения, приносимого ветрами со стороны г. Кирово-Чепецка и повышенного рекреационного воздействия).

На ПП-5 произрастает 23 вида растений. Травяной ярус развит хорошо и представлен одним доминирующим видом *Oxalis acetosella* L., занимающая до 90% площади всей площадки. Мохово-лишайниковый покров развит хорошо.

Для сравнения видового состава двух фитоценозов мы использовали индекс Жаккара (K_i). Чем ближе значение K_i к 1, тем больше сходство флор или флористического состава двух фитоценозов (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение флористического сходства лесных фитоценозов

| ПП | ПП-1: ПП-2 | ПП-1: ПП-3 | ПП-1: ПП-4 | ПП-1: ПП-5 | ПП-2: ПП-3 | ПП-2: ПП-4 | ПП-2: ПП-5 | ПП-3: ПП-4 | ПП-3: ПП-5 | ПП-4: ПП-5 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Результат, K_i | 0,23 | 0,19 | 0,38 | 0,52 | 0,42 | 0,17 | 0,21 | 0,23 | 0,14 | 0,54 |

Коэффициент Жаккара показал, что наибольшее флористическое сходство наблюдается между еловыми лесами и между сосновыми лесами. Наибольшее различие между зональным типом леса (ельником кисличником) и сосняком беломошником. Средний коэффициент общности видового состава по всем ПП равен (K_i) = 0,38.

Для выяснения вопроса флористической особенности фитоценозов было проведено сравнение видового состава флористических списков исследованных территорий. Сравнение проводили с использованием коэффициента Стурген-Радулеску – Р (Шмидт, 1984). Значение Р варьирует от -1 до +1. В пределах от -1 до 0 отражает степень сходства, а от 0 до +1 – степень различия сравниваемых фитоценозов (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение видового состава лесных фитоценозов

| ПП | ПП-1: ПП-2 | ПП-1: ПП-3 | ПП-1: ПП-4 | ПП-1: ПП-5 | ПП-2: ПП-3 | ПП-2: ПП-4 | ПП-2: ПП-5 | ПП-3: ПП-4 | ПП-3: ПП-5 | ПП-4: ПП-5 |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Результат, Р | 0,46 | 0,61 | 0,17 | -0,07 | 0,16 | 0,65 | 0,56 | 0,03 | 0,8 | -0,13 |

Сравнение флор по коэффициенту Стургена-Радулеску (Р) показало аналогичны данные коэффициенту Жаккара.

В результате проведенных сравнений видового состава фитоценозов были получены данные соответствующие разным типам леса. Видовое богатство

лесных массивов, расположенных в наиболее освоенной центральной части области, обеднено. Сохранение биоразнообразия – это сохранение природных даров, которые важны как на местном уровне, так и с точки зрения региона, страны и всего человечества.

Литература

- Горчаковский П. Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Бот. журн., 1979. Т. 64. № 12. С. 1697–1714.
Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Фитоценология. СПб., 1999. 316 с.
Леса Кировской области / Под ред. А. И. Видякина, Т. Я. Ашихминой, С. Д. Новосёлова. Киров, 2008. 397 с.
Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964. 447 с.
Шмидт В. М. Математические методы в ботанике. Л., 1984.

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОПЫТНЫМИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЕЛОВЫХ МОЛОДНЯКОВ В ЛАТВИИ

*Е. О. Руба*¹, *О. В. Миезите*², *А. Дрейманис*³
Латвийский Сельскохозяйственный университет,
¹ *jelena.ruba@llu.lv;* ² *olga.miezite@llu.lv;* ³ *andrejs.dreimanis@llu.lv*

Введение. Наибольший вред лесу наносят лоси и благородные олени, гораздо реже лесные насаждения повреждают косули. Копытные животные могут значительно повлиять на видовой состав хвойных и лиственных насаждений. Млекопитающие повреждают верхние и боковые побеги на доступной им высоте (лоси и благородные олени – до 2,5 м, косули – до 1,3 м), обгладывают кору у деревьев, достигших в диаметре 2–3 см (Gill, 1992). По объему повреждений можно определить влияние животных в насаждениях: количество копытных животных незначительное, оптимальное, или слишком большое (Priedītis, 2004). Если их количество слишком большое, то они оставляют отрицательное воздействие на деревья и насаждения в целом (Ельский, 1997; Gill, 2000; Curtis, 2002).

Парнокопытные оказывают влияние на лесную среду, под его воздействием меняется структура биоценоза и процессы взаимодействия между компонентами. Чрезмерное количество парнокопытных ведет к сокращению кормовой базы, исчезают подрост и подлесок, меняются привычки питания животных. Зимой они при нехватке кормов поедают ель, ольху и березу. В итоге уменьшается число здоровых деревьев, снижается качество и продуктивность молодняков, и в будущем всего насаждения (Смирнов, 1984).

Для оценки повреждений в молодняках ели обыкновенной *Picea abies* (L.) Karst. были выдвинуты следующие задачи: анализировать взаимосвязь между дендрометрическими показателями, интенсивностью и удельным весом повреждений; сравнить частоту и интенсивность повреждений в молодых ельниках в районе лесов Елгавы, Шкеде и Виесите.

Материал и методика. Пробные площади были заложены в 3 регионах Латвии: Земгале (Ливберзе, Виесите), Курземе (Шкеде) и Латгале (Дагда). Из

25 отобранных площадей повреждения копытными животными были обнаружены в 12 молодняках ели. Возраст молодняков ели обыкновенной от 1 до 40 лет. В насаждениях были заложены временные круглые или прямоугольные пробные площади. Размер и форма пробной площади зависит от площади участка и количества деревьев на 1 га. Средняя высота деревьев – главный дендрометрический показатель при закладке пробных площадей (табл. 1).

Таблица 1

**Радиус, площадь пробного участка и коэффициент (k)
для расчета числа деревьев**

| Средняя высота дерева, м | Радиус участка, м | Размеры прямоугольного участка, м | Площадь участка, м ² | Коэффициент (k) для расчета числа деревьев | Мин. число участков на га |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------|
| $3 \leq 12,0$ | 3,99 | 10,0 x 5,0 | 50 | 200 | 4 |
| $12,0 \leq$ | 7,98 | – | 200 | 50 | 2 |

Для оценки ущерба, нанесенного копытными животными в молодняках, деревья разделили на 3 группы повреждений: деревья с небольшой степенью повреждений, со средней степенью повреждений и погибшие (табл. 2).

Таблица 2

**Оценка ущерба, нанесенного копытными животными
лесному хозяйству**

| Вид повреждений | Степень повреждений | | |
|---------------------|--|--|---|
| | Деревья с небольшой степенью повреждений | Деревья со средней степенью повреждений | Погибшие деревья |
| Повреждения побегов | Верхушечный побег целый, боковые ветви повреждены до 50% | Боковые ветви повреждены более 50% | Верхушечный побег обкусан или сломан |
| Повреждения ствола | Повреждения коры с небольшими полосками | Повреждения коры составляют 1/3 от окружности ствола | Ствол сломан или повреждения коры составляют более 1/3 от окружности ствола |

Примечание: Обследованные деревья оценивались по степени нанесенного ущерба: 0 – неповрежденные, 1 – с незначительными повреждениями, 2 – со средней степенью повреждений, 3 – погибшие.

Чтобы оценить риски повреждений, проанализировано распределение копытных животных в лесном массиве и рассчитаны 2 показателя: удельный вес поврежденных деревьев (формула 1) и интенсивность повреждений (формула 2).

$$P = \frac{n 100}{N}, \text{ где (1)}$$

P – доля поврежденных деревьев, %; n – количество поврежденных деревьев, шт. га⁻¹; N – общее число деревьев, шт. га⁻¹.

$$R = \frac{(n_1 b_1 + n_2 b_2 + n_3 b_3) 100}{N k}, \text{ где (2)}$$

R – интенсивность повреждений, %; n_i – количество поврежденных деревьев, шт. га⁻¹; b_i – степень повреждений в баллах; N – общее число деревьев, шт. га⁻¹;

k – высшая степень повреждений (в баллах).

Для сравнения повреждений между дендрометрическими показателями (высота среднего дерева и количество деревьев) и местом произрастания ели обыкновенной, применен дисперсионный анализ качественных признаков, использована программа EXCEL (Arhipova un Bāliņa, 2003; Лакин, 1973).

Результаты и дискуссия. Отрицательное влияние копытных животных на экосистемы зависит от разных факторов. Повреждения в исследуемых экосистемах зависят от высоты среднего дерева и количества деревьев на 1 га (табл. 3). Наибольший удельный вес повреждений (20,3%) и интенсивность (16,1%) наблюдается при высоте среднего дерева – 2,5 м и числом деревьев на гектар – 2000 (22,9% и 18,9%), а также незначительные повреждения – если средняя высота дерева – выше 4 м (15,2% и 12,0%) и количество деревьев на гектар 2001–3000 шт. (10,0% и 7,6%).

Таблица 3

Соотношение удельного веса повреждений (формула 1) и интенсивностью (формула 2) в зависимости от средней высоты и количества деревьев в га

| Номер | Высота, м | Удельный вес, % | Интенсивность, % | Кол-ство, шт. га ⁻¹ | Удельный вес, % | Интенсивность, % |
|-------|-----------|-----------------|------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| 1 | ≤ 2,5 | 20,3 | 16,1 | ≤ 2000 | 22,9 | 18,9 |
| 2 | 2,6–4,0 | 7,5 | 6,1 | 2001–3000 | 10,0 | 7,6 |
| 3 | 4 < | 15,2 | 12,0 | 3001 < | 13,3 | 11,2 |

Чем больше высота деревьев, тем больше повреждений коры. Особенно в молодняках, в которых проведена рубка ухода за лесом с целью повышения продуктивности, что подтверждают и литературные источники (Birģelis, Bisenieks, Gavrilovs, 1990).

Нанесенный парнокопытными животными ущерб во многом зависит от средней высоты дерева ($F_{\text{факт.}} = 6,98 > F_{0,05} = 3,01$) и количества деревьев на га в насаждениях ($F_{\text{факт.}} = 28,28 > F_{0,05} = 3,01$). Удельный вес и интенсивность повреждений отличаются в насаждениях одной группы высоты, а также со схожим количеством деревьев на га. Это означает, что удельный вес и интенсивность повреждений зависят от других факторов, а также расположения в лесном массиве.

Наименьшие повреждения обнаружены в молодняках, которые в лесном массиве окружены средневозрастными смешанными, приспевающими и старовозрастными насаждениями. Существенные повреждения обнаружены в молодняках, находящихся у края вырубki или на перекрестке квартальных просек, а также если молодняк окружен не менее с двух сторон другими молодняками. В таких молодняках удельный вес повреждений составляет 40% и интенсивность 33%.

Сравнив повреждения в разных лесных районах, самые существенные обнаружены в лесничестве Виесите, независимо от возраста, высоты и количе-

ства деревьев в молодняке. В лесничестве Дагда обнаружены небольшие повреждения (несущественные повреждения веток и вершин, а также коры), не оставляющие влияние на санитарное состояние молодняка в будущем. (Виесите $P=23,7\pm 1,49\%$ un $R=19\pm 1,57\%$, Елгава $P=7,8\pm 3,36\%$ un $R=6,3\pm 3,12\%$, Шкеде $P=10,9\pm 3,19\%$ un $R=8,5\pm 2,22\%$, $p < 0,05$).

Учитывая долю деревьев, поврежденных копытными животными, и общее число обследованных деревьев в лесных районах, установлено, что они существенно различаются по месам произрастания ($F_{\text{факт.}}=67,16 > F_{0,05}=3,01$).

Выводы. Удельный вес и интенсивность повреждений во многом зависит от средней высоты и количества деревьев на га.

1. Наименьшие повреждения обнаружены в молодняках, которые в лесном массиве окружены средневозрастными смешанными, приспевающими и старовозрастными насаждениями. Существенные повреждения обнаружены в молодняке, находящемся у края вырубki или на перекрестке кварталных просек, или окружен, по меньшей мере, двумя молодняками.

2. В разных лесных районах повреждения молодняка млекопитающими существенно отличаются ($p < 0,05$). Наибольшие повреждения обнаружены в лесничестве Виесите и несущественные – в Дагде.

3. В нескольких молодняках удельный вес повреждений достигает 39,8% и интенсивность 33,3%.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



Contract Nr. 2010/0198/2DP/2.1.1.2.0/10/APIA/VIAA/020

Литература

Arhipova I., Bāliņa S. Statistika ekonomikā. (Экономическая статистика). Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Rīga: Datorzinības Centrs. 2003. 352 lpp.

Birģelis J., Bisenieks J., Gavrilovs U.G. u.c. Meža rokasgrāmata (Лесной справочник). Valsts meža dienests, SIA Elektrības institūts. 1990. 221 lpp.

Curtis P. D. Deer Damage and Control. Encyclopedia of Pest Management. (Энциклопедия борьбы с вредителями). 2002. <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/NOE0824706326.ch76>

Gill R. The Impact of Deer on Woodland Biodiversity. (Влияние благородных оленей на лесное разнообразие). 2000. Forest Commission. <http://www.forestry.gov.uk>

Gill R.M.A. A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. Impact on trees and forests. (Анализ повреждений млекопитающими в Северных лесах умеренного пояса: 3. Влияние на деревья и леса). Forestry, 1992. 65, С. 363–388.

Priedītis A. Kokaugu apkodumu reģistrēšanas nozīme briežu dzimtas dzīvnieku un augu mijiedarbības novērtēšanā meža teritorijās. (Значение регистрации повреждений копытными животными и оценка взаимодействия растений в лесных массивах). LVMI Silava, Mežzinātne Nr. 2004.14 (47), 73–95. lpp.

Ельский Г. М. Влияние растительноядных животных на формирование насаждений. М.: Лесное хозяйство, 1997. № 5. С. 34–36.

Смирнов К. А. Влияние лося на рост и восстановление ели в лесах южной тайги (на примере Ярославской области). 1984. <http://www.dissercat.com/content/vliyanie-losya-na-rost-i-vosstanovlenie-eli-v-lesakh-yuzhnoi-taigi-na-primere-yaroslavskoi-o>

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. С. 302–314.

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗИМНЕГО ПОКОЯ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ГРУПП

И. Г. Гетте, Н. В. Пахарькова

Сибирский федеральный университет, GetteIrina@yandex.ru

Приспособленность растений к условиям окружающей среды является результатом их эволюционного развития. Климатические условия среды являются одним из важных факторов, определяющим развитие различных видов растительного мира. Способность погружаться в состояние покоя выработалось у растений в ходе эволюции как важное приспособление к периодическому наступлению неблагоприятных внешних условий.

Переход в состояние покоя как результат эволюционной приспособленности определяется изменениями параметров факторов окружающей среды: уменьшением длины дня, изменением спектрального состава света, понижением температуры, увеличением перепада температур в дневные и ночные часы. Мощным фактором, оказывающим влияние на живые организмы, является глобальное потепление климата, происходящее в том числе и на территории Сибири. По прогнозам межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) за ближайшие 100 лет средняя температура поверхности Земли может повыситься на величину от 1,1 до 6,4 С. Таким образом, особый интерес проявляется к изучению современных адаптационных возможностей растений в условиях ускоренного изменения климата.

В качестве района исследования была выбрана территория заповедника «Столбы», расположенном вблизи г. Красноярска. В качестве объектов исследования были выбраны растения разных систематических групп: ритидий морщинистый (*rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb.), многоножка обыкновенная (*polypodium vulgare* L.), лиственница сибирская (*larix sibirica* Ledeb.), сосна обыкновенная (*pinus sylvestris* L.), ель сибирская (*abies sibirica* Ledeb.), пихта сибирская (*picea obovata* Ledeb.), сосна сибирская (кедровая) (*pinus sibirica* Du Tour.), брусника обыкновенная (*vaccinium vitis-idaea* L.), береза повислая (*betula pendula*).

В качестве показателя глубины покоя использовали отношение интенсивностей нулевого уровня быстрой флуоресценции при 50°C и 70°C (коэффициент R) (Гаевский и др., 1987). Фотосинтетическую активность растений оценивали методом регистрации замедленной флуоресценции, на флуориметре «Фотон – 10», разработанный под руководством проф. Ю. С. Григорьева (Григорьев и др., 1996). В качестве показателя замедленной флуоресценции было взято отношение значений интенсивности быстрой и медленной компонент затухания свечения, измеряемых на высоком (120 Вт/м²) и низком (10 Вт/м²) возбуждающем свете, соответственно (ОП ЗФ) (Пахарькова, 1999). Содержание пигментов определяли с помощью спектрофотометра SPEKOL 1300 Analytik Jenna AG (Германия). Спектрофотометрический метод основан на регистрации характерных спектров поглощения отдельных групп пигментов.

Результаты регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (рис.) показали, что у представителей отделов моховидные и папоротниковидные, в отличие от голосеменных и покрытосеменных, в зимнее время характерно состояние только вынужденного покоя, регулируемое температурой окружающей среды, при повышении которой возобновляется прежняя фотосинтетическая активность.

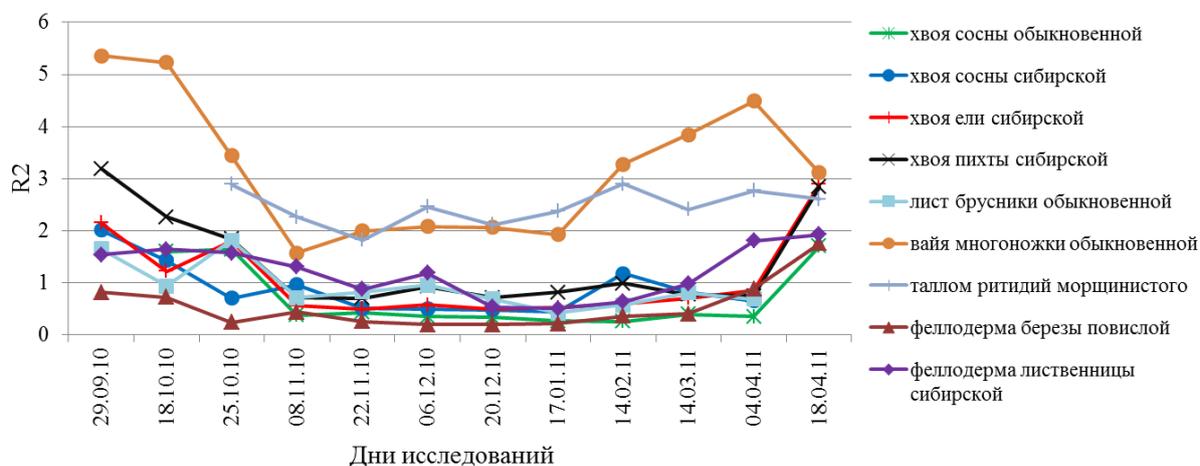


Рис. Динамика показателей R2 ТИНУФ в дни сбора

Показатели замедленной флуоресценции при переходе растений в зимний покой снижаются. С начала ноября параметр заметно снижается у представителей отделов голосеменных, у хвои всех возрастов и покрытосеменных. Это связано с переходом объектов исследования в состояние зимнего покоя.

Также отмечено снижение суммы хлорофиллов а и б в зимний период, особенно у представителей отделов моховидные и покрытосеменные, находящиеся под снегом. Содержание каротиноидов в зимний период времени увеличивается у голосеменных растений, что связано с их функцией защиты фотосинтетического аппарата от избытка света.

Литература

Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гехман А. В., Фомин С. А., Гольд В. М. Способ определения степени глубины покоя древесных растений. Авторское свидетельство № 1358843 от 15 августа 1987 г.

Григорьев Ю. С., Фуряев Е. А., Андреев А. А. Способ определения содержания фитотоксических веществ. Патент № 2069851. Бюлл. изобр., № 33 от 27.11.96

Пахарькова Н. В. Замедленная флуоресценция хлорофилла хвойных в условиях техногенного загрязнения атмосферы: Автореф. дис. канд. биол. наук. Красноярск, 1999. 17 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ IRAP-МЕТОДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ *POPULUS TREMULA* L.

И. В. Бобошина, С. В. Боронникова, Т. Н. Светлакова, М. С. Лацугин
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
coccinela@yandex.ru

Генетическая изменчивость является одним из важнейших факторов, определяющих адаптивные свойства и способность организмов к наибольшему использованию ресурсов среды и их фитоценологических условий (Алтухов, 1995).

Populus tremula L. – природный вид тополя в России и Пермском крае. Распространен в центральной, южной, юго-западной частях Пермского края (Рогозин, Боронникова, 2008).

Для изучения генетического разнообразия популяций *P. tremula* нами был избран IRAP-метод (Inter-Retrotransposon Amplified Polymorphism, Kalendar et al., 1999). IRAP – метод амплификации геномной ДНК между близкорасположенными последовательностями ретротранспозонов. Продукт ПЦР-амплификации геномной ДНК является стабильным генетическим IRAP-маркером. Полиморфизм в данном случае обусловлен либо мутацией в участке связывания праймера, либо уникальным биологическим процессом – ретро-транспозицией, в результате встраивания ретротранспозона в новый участок геномной ДНК без потери первоначального участка (Боронникова, Календарь, 2010).

Для молекулярно-генетического анализа нами была выделена ДНК из листьев по методике А. Торрес с соавторами (Torres et al., 1993) с незначительными модификациями. При выделении ДНК из свежесобранных листьев брали навеску по 100 мг. Для проведения молекулярно-генетического анализа была выделена ДНК из фрагментов листьев 102 особей, собранных в 3-х популяциях *P. tremula* Пермского края. Концентрацию проб ДНК определяли с помощью спектрофотометра SmartSpec™ Plus Nano Drop («BioRad», USA) и доводили до концентрации 5 нг/мкл. Для проведения амплификации нами было апробировано 70 IRAP-праймеров. Для дальнейшего анализа были избраны 3 наиболее информативных IRAP-праймера. Анализ полиморфизма ДНК проведен у 306 проб ДНК, посредством полимеразной цепной реакции (ПЦР). Амплификацию ДНК проводили в термоциклере Терцик (НПФ «ДНК-Технология», Москва). Полимеразную цепную реакцию IRAP-методом проводили по стандартной методике («Молекулярная генетика, 2007»). Температура отжига в зависимости от праймера варьировала от 55 до 65 °С. При IRAP амплификации все праймеры были разбавлены до 50 мкМ и взяты в двойном количестве в качестве прямого и обратного праймеров. В качестве отрицательного контроля (К-) в реакционную смесь для проверки чистоты реактивов добавляли вместо ДНК 5 мкл деионизированной воды. Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в 2%-м агарозном геле в 1х TBE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем УФ-свете в

системе гель-документации Gel Doc XR («Bio-Rad», USA). Определение длин фрагментов ДНК проводили с использованием программы Quantity One и маркера молекулярного веса (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder) («ООО-СибЭнзим-М», Москва). У *P. tremula* проведен анализ полиморфизма 87 IRAP-маркеров. Для проверки достоверности полученных ДНК-спектров опыт повторяли не менее двух раз.

Для характеристики генетической структуры изученных популяций использовались традиционные параметры: ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_T) во всей популяции, как мера общего генного разнообразия; ожидаемая доля гетерозиготных генотипов (H_S) в субпопуляции, как мера ее внутрипопуляционного разнообразия; доля межпопуляционного генетического разнообразия в общем разнообразии или показатель подразделенности популяций (G_{ST}) (Nei, 1975).

Число амплифицированных IRAP-фрагментов в трех популяциях *P. tremula* варьировало в зависимости от праймера от 8 (праймер 2077) до 21 (праймер 2079). В среднем, при IRAP-анализе один праймер инициировал синтез 16 фрагментов ДНК (табл. 1). Доля полиморфных фрагментов ДНК, полученных в результате ПЦР со всеми IRAP-праймерами, наименьшая в третьей популяции (Pt 3) – 0,750, а во второй (Pt 2) и первой (Pt 1) популяциях ее значения близки. При этом этот показатель в популяциях варьировал от 0,625 (праймер 2077, Pt 3) до 1,000 (праймер 2198, Pt 2).

Общее генетическое разнообразие *P. tremula* на всю выборку (H_T), определенное на основании полиморфизма IRAP-маркеров, составила 0,314, а среднее генетическое разнообразие (H_S) – 0,152. Коэффициент подразделенности популяций (G_{ST}) по IRAP-методу показывает, что на межпопуляционную компоненту приходится 0,255 разнообразия (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика IRAP-фрагментов в популяциях *P. tremula*

| IRAP-праймеры | Размеры фрагментов, пн | Количество фрагментов ДНК | | | | | | | |
|---------------|------------------------|---------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|------------------|---------------|
| | | Pt 1 | | Pt 2 | | Pt 3 | | На общую выборку | |
| | | учитываемых | полиморфных | учитываемых | полиморфных | учитываемых | полиморфных | учитываемых | полиморфных |
| 2077 | 200–2770 | 19 | 17 (0,890) | 19 | 17 (0,895) | 8 | 5 (0,625) | 25 | 23 (0,920) |
| 2079 | 190–2010 | 21 | 17 (0,810) | 20 | 16 (0,800) | 11 | 8 (0,730) | 29 | 26 (0,897) |
| 2198 | 170–2620 | 20 | 18 (0,900) | 18 | 18 (1,000) | 9 | 8 (0,889) | 33 | 33 (1,000) |
| Всего | | 60 | 52 (0,867) | 57 | 51 (0,895) | 28 | 21 (0,750) | 87 | 82 (0,943) |

Примечание: в скобках указана доля полиморфных фрагментов, Pt 1–3 – обозначения изученных популяций *P. tremula*

Параметры генетической структуры популяций *P. tremula*

| IRAP-праймер | H_T | H_S | G_{ST} |
|------------------|---------------|---------------|----------|
| 2077 | 0,221 (0,020) | 0,171 (0,010) | 0,226 |
| 2079 | 0,195 (0,032) | 0,115 (0,013) | 0,422 |
| 2198 | 0,158 (0,019) | 0,108 (0,010) | 0,320 |
| На общую выборку | 0,191 (0,083) | 0,131 (0,008) | 0,255 |

Примечание: H_T – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов во всей популяции; H_S – ожидаемая доля гетерозиготных генотипов в субпопуляции; G_{ST} – показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения

Таким образом, три изученные популяции *P. tremula* характеризуются высокой долей полиморфных фрагментов ДНК ($P_{95}=0,943$). Среди изученных популяций самые низкие показатели генетического разнообразия отмечены в *Pt 3* ($P_{95}=0,750$). На внутривнутрипопуляционную компоненту генетического разнообразия приходится 74,5% разнообразия, а на межпопуляционную компоненту – 25,5%.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание услуг, финансируемых Министерству образования и науки РФ из средств федерального бюджета.

Литература

- Алтухов Ю. П. Генетика популяций и сохранение биоразнообразия // Соросовский образовательный журнал. 1995. № 1. С. 32–43.
- Боронникова С.В., Календарь Р.Н. Использование IRAP-метода для анализа генетической изменчивости популяций ресурсных и редких видов растений // Генетика. 2010. Т. 46. № 1. С. 44–50.
- Молекулярная генетика: учеб.-метод. пособие / Под ред. С. В. Боронниковой. Пермь, 2007. 150 с.
- Рогозин М. В., Боронникова С. В. Традиционная лесная селекция и инновационные генетические технологии в лесном хозяйстве // Лесохозяйственная информация. 2008. № 3–4. С. 57.
- Kalendar R. IRAP and REMAP: Two new retrotransposon-based DNA fingerprinting techniques / R. Kalendar, T. Grob, M. Regina et al. // Theor. and Applied Genetics. 1999. V. 98. P. 704–711.
- Nei M. Molecular population genetics and evolution / M. Nei. Amsterdam, 1975. 278 p.
- Torres A. M. Linkage among isozyme, RFLP and RAPD markers in *Vicia faba* / A. M. Torres, N. F. Weeden, A. Martin // Theor. Appl. Genet. 1993. V. 5. P. 937–945.

ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) В ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

П. А. Васильченко¹, Л. Г. Целищева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет*

² *Государственный природный заповедник «Нургуш»,*

nurgush@zapovednik.kirov.ru

Дождевые черви играют важную роль в процессах почвообразования и поддержании естественного плодородия почв. Они имеют большое значение в питании различных видов животных, а также могут способствовать распространению гельминтов, вызывающих у животных заболевания. До настоящего времени дождевые черви в заповеднике «Нургуш» не изучались.

Целью работы было выявление видового разнообразия и особенностей биотопического распределения дождевых червей в заповеднике «Нургуш».

Исследования проведены на территории кластерного участка «Нургуш», расположенного в центральной части Кировской области в широкой пойме р. Вятки. Во время весеннего разлива до 98% его площади затапливается водой. Продолжительность затопления гряд изменяется от 7 до 14 дней, понижений – до 20 дней, прирусловых валов – до одного месяца.

Почвы на грядах под широколиственными лесами – серые лесные, на пойменных лугах – дерново-аллювиальные и болотно-луговые, в прирусловой части поймы – песчаные. Почвы богаты органическими веществами; в течение лета обычно достаточно увлажнены, что создает благоприятные условия для жизни дождевых червей. Экстремальным бывает обитание в пойме в период затопления, но, вероятно, нахождение некоторых из них в состоянии зимней диапаузы в глубоких слоях почвы и наличие воздуха в ней позволяют дождевым червям выжить в это время.

Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: 1 – липово-дубовый лес клевероснытево-костровый; 2 – дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двукисточниково-осоковый; 4 – разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый.

Учеты беспозвоночных выполняли методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы, на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м. Собрано 270 экз. дождевых червей в 2008 г. и 418 – в 2009. Определение видов проводилось по руководству Т. С. Всеволодовой-Перель (1997).

Фаунистический список дождевых червей представлен 4 видами, относящимися к 1 семейству, 4 родам. Это составляет 1/3 от общего числа видов Lumbricidae, зарегистрированных в фауне Кировской области (Леви, Устинов, 1971). Аннотированный список приводится ниже.

Семейство Lumbricidae

Lumbricus rubellus (Hoffmeister, 1843) – малый красный червь.

Обитает преимущественно в земле, богатой органическими веществами, часто встречается в почве огородов и садов, значительно реже на полях и лугах. Основные места обитания вида – влажная лесная подстилка, в минеральном слое почвы редко глубже 20-30 см (Малевич, 1951). Относится к морфо-экологическому типу питающихся на поверхности червей, почвенно-подстилочной группе (Перель, 1979). Космополит.

В заповеднике был массовым и многочисленным в пойменных лесах и на лугах, в ивняке был редким.

Eiseniella tetraedra (Savigny, 1826) – четырехгранная эйзениелла.

Обитает в сильно увлажненной почве и моховом покрове по берегам водоемов, нередко встречается и в воде у берега, среди опавших листьев и мхов (Малевич, 1951). Относится к морфо-экологическому типу питающихся на поверхности червей, подстилочной группе, амфибиотической подгруппе (Перель, 1979). Космополит.

Во влажный год был массовым в пойменных широколиственных лесах, на лугах и в ивняке, в средний по увлажнению год – в них обычен.

Octolasion lacteum (Örley, 1885) – молочный октолязий.

Предпочитает переувлажненные почвы с сильным дерновым слоем, богатые органикой и имеющие кислотность, близкую к нейтральной. Калькофил. Попадает по краям болот и в самих болотах (Малевич, 1951). Наиболее высокая численность отмечена в дубравах на серых лесных почвах. Относится к морфо-экологическому типу питающихся почвенным перегноем червей (собственно почвенным), к верхнеярусной группе (Перель, 1979). Космополит.

Редкий вид в пойменных широколиственных лесах, на лугах и в ивняке, многочисленным был только в 2008 г. на лугу на берегу оз. Нургуш

Aporrectodea caliginosa caliginosa (Savigny, 1826) – пашенный червь.

Обитает в самых различных местах, даже довольно сухих, и на почвах относительно бедных гумусом; выдерживает сильное увлажнение почвы, встречается по берегам водоемов, однако при заболачивании отступает одним из первых. Особенно часто попадает на огородах и пашнях, поэтому его называют «пашенным червем» (Малевич, 1951). Относится к морфо-экологическому типу питающихся почвенным перегноем червей (собственно почвенным), к среднеярусной группе (Перель, 1979). Космополит.

В заповеднике это обычный вид в лесах, на лугах и в ивняке.

Обнаруженные дождевые черви принадлежат к фоновым видам в равнинных районах Европейской части РФ, где они населяют естественные сообщества (Всеволодова-Перель, 1997). К подзоне смешанных и широколиственных лесов тяготеют *Lumbricus rubellus*, *Octolasion lacteum*, *Aporrectodea caliginosa*, первые два вида предпочитают хорошо увлажненные плодородные почвы, а последний вид может обитать и на довольно сухих и относительно бедных гумусом субстратах. Вид *Eiseniella tetraedra* характерен для сильно увлажненных почв пойменных биоценозов.

Структура населения дождевых червей изученных биоценозов в 2008–2009 гг. весьма сходна (табл.).

Таблица

Биотопическое распределение и количество экземпляров дождевых червей на экологическом профиле в пойме р. Вятки в заповеднике «Нургуш» в 2008-2009 гг. (суммарные данные за сезоны)

| Виды | Пойменные сообщества (количество экз. 2008 г. / 2009 г.) | | | | | | |
|--------------------------------|--|-------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | Липово-дубовый лес | Дубовый лес | Ивняк | Луг на озере Нургуш | Осиново-липовый лес | Луг на реке Прость | Итого, экз. |
| <i>Lumbricus rubellus</i> | 34/19 | 49/20 | 3/2 | 22/32 | 16/2 | 26/46 | 150/121 |
| <i>Eiseniella tetraedra</i> | 11/40 | 7/67 | 3/21 | 7/35 | –/10 | 38/46 | 66/219 |
| <i>Octolasion lacteum</i> | –/4 | –/– | 2/3 | 14/– | –/– | –/3 | 16/10 |
| <i>Aporrectodea caliginosa</i> | 9/26 | 9/6 | 5/13 | 10/3 | 4/3 | 1/17 | 38/68 |
| Итого, экз. | 54/89 | 65/93 | 13/39 | 53/70 | 20/15 | 65/112 | 270/418 |

Попадаемость червей в целом была выше в липово-дубовом и дубовом лесах и на злаково-разнотравном лугу у р. Прость. В осиново-липовом лесу и в ивняке собрано меньшее количество червей. В 2008 г. в почвенных ловушках они отмечались с 28 апреля по 2 октября, в 2009 г. – с 14 мая по 20 октября.

В каждом из исследованных сообществ встречалось 3-4 вида. Доминировали 2 вида *Lumbricus rubellus*, *Eiseniella tetraedra*, причем в 2008 г. лидировал по численности *L. rubellus* (56%), доля *E. tetraedra* в пробах была ниже (25%). В 2009 г., наоборот, доминировал вид *E. tetraedra* (52%), а доля *L. rubellus* составляла 29%. Смену доминирования можно объяснить разными условиями увлажнения почв, в более влажный 2009 г. преобладал амфибиотический вид – *E. tetraedra*. Реже встречался во всех исследованных биоценозах вид *Aporrectodea caliginosa*. Единично в пробах отмечен *Octolasion lacteum*. Полученные результаты по численности дождевых червей могут быть объяснены принадлежностью их к разным жизненным формам. Уловистость видов, питающихся на поверхности почвы, *L. rubellus* и *E. tetraedra* была выше, чем собственно почвенных видов *A. caliginosa* и *O. lacteum*.

Таким образом, впервые для фауны заповедника указано 4 вида дождевых червей, относящихся к разным жизненным формам, что свидетельствует о высоком плодородии почв заповедника и благоприятных условиях для их обитания.

Литература

- Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.
- Леви Э. К., Устинов И. Д. Класс Oligochaeta – Малощетинковые кольцецы // Животный мир Кировской области. Т. 1. Киров, 1971. С. 164–169.
- Малевич И. И. Дождевые черви (Lumbricidae) окрестностей Галичской биостанции // Ученые записки МГПИ им. В. П. Потемкина. Т. XVIII. М.: Учпедгиз, 1951. С. 86–114.

Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР (с определительными таблицами Lumbricidae и др. Megadrili). М.: Наука, 1979. 272 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ДВУПАРНОНОГИХ МНОГОНОЖЕК (DIPLOPODA) В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ» В 2009 Г.

А. А. Оносов¹, Л. Г. Целищева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Государственный природный заповедник «Нургуш»,
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Двупарноногие многоножки играют важную роль в процессах почвообразования, способствуя разложению органических веществ. Будучи сравнительно малоподвижными животными, диплоподы в своем распространении находятся в тесной зависимости от природных условий, чутко реагируя на их изменения. В фауне Кировской области на данный момент насчитывается 16 видов (6 семейств, 4 отряда) двупарноногих многоножек (Фарзалиева, 2009). В фауне заповедника их зарегистрировано 7 видов (Фарзалиева, Целищева, 2009).

Целью работы было изучение биотопического распределения двупарноногих многоножек на экологическом профиле в заповеднике «Нургуш» в 2009 г.

Исследования проведены на территории кластерного участка «Нургуш». Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: 1 – липово-дубовый лес клевероснытево-костровый; 2 – дубовый лес чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двуклесточниково-осоковый; 4 – пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость.

Учеты беспозвоночных выполнены методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м. Было собрано и определено 1254 экз. Определение видов проводилось по руководствам С. И. Головача (1995) и Г. Ш. Фарзалиевой (2009). Оценка роли видов в сообществе выполнена с использованием пятибалльной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 5, рассматривались как массовые, 4 – многочисленные, 3 – обычные, 2 – редкие, 1 – очень редкие.

На экологическом профиле в 2008 г. было указано 6 видов диплопод (Фарзалиева, Целищева, 2009). В 2009 г. нами отмечено 7 видов двупарноногих многоножек, относящихся к 3 семействам и 3 отрядам (табл.). По сравнению с

2008 г. зарегистрировано более высокое видовое разнообразие диплопод во всех биотопах (4–7 видов) и изменение комплекса доминантных видов.

Во всех изученных пойменных сообществах доминировал *Megaphyllum sjaelandicum*, а также встречались *Ommatoiulus sabylosus* и *Rossiulus kessleri*, имеющие в них разный балл обилия (табл.). Для лесных биотопов были характерны *Polyzonium germanicum*, *Polydesmus denticulatus* и *P. complanatus*.

Таблица

Видовой состав, количество обилие (балл Песенко) двупарноногих многоножек пойменных сообществ в заповеднике «Нургуш» в 2009 г. (суммарные данные за сезон)

| Вид | Пойменные сообщества (количество экз. / балл обилия) | | | | | | Итого, экз. |
|---------------------------------|--|-------------|---------------------|---------------|------------------|-----------------|-------------|
| | Лесные | | | Кустарниковые | Луговые | | |
| | Липово-дубовый лес | Дубовый лес | Осиново-липовый лес | Ивняк | Луг у оз. Нургуш | Луг у р. Прость | |
| <i>Polyzonium germanicum</i> | 106/5 | 130/5 | 23/3 | – | – | 2/1 | 261 |
| <i>Polydesmus denticulatus</i> | 13/3 | 7/2 | 1/1 | – | – | – | 21 |
| <i>Polydesmus complanatus</i> | 8/2 | 2/1 | – | – | – | – | 10 |
| <i>Megaphyllum sjaelandicum</i> | 82/4 | 44/4 | 178/5 | 43/5 | 12/4 | 38/4 | 397 |
| <i>Brachyiulus jawlowskii</i> | 47/4 | – | 6/3 | 20/4 | 6/3 | 2/1 | 81 |
| <i>Ommatoiulus sabylosus</i> | 34/4 | 96/4 | 87/4 | 5/2 | 1/1 | 16/3 | 239 |
| <i>Rossiulus kessleri</i> | 5/2 | 20/3 | 145/5 | 1/1 | 33/5 | 42/5 | 246 |
| Julidae juvenile | 1/1 | | | | | | 1 |
| Итого экз. | 296 | 299 | 440 | 69 | 52 | 100 | 1256 |
| Количество ловушко-суток | 1374 | 1595 | 1569 | 1199 | 1160 | 1398 | 8295 |
| Итого видов | 7 | 6 | 6 | 4 | 4 | 5 | – |

В липово-дубовом лесу доминировали *P. germanicum*, *M. sjaelandicum*, *O. sabylosus* и *B. jawlowskii*. Обычным был вид *P. denticulatus*, редкими – *P. complanatus* и *R. kessleri*.

В дубовом лесу также доминировали *P. germanicum*, *M. sjaelandicum*, *O. sabylosus*, но не встречен вид *B. jawlowskii*. Обычным был *R. kessleri*. Реже отмечались *P. denticulatus* и *P. complanatus*.

В осиново-липовом лесу численность многоножек была самой высокой. Доминировали *R. kessleri*, *M. sjaelandicum* и *O. sabylosus*. Единично встречались *P. germanicum*, *P. denticulatus*, *B. jawlowskii*.

В ивняке зарегистрировано небольшое видовое и численное обилие диплопод. Преобладали *M. sjaelandicum* и *B. jawlowskii*. Единично попадались *R. kessleri* и *O. sabylosus*.

На лугу на берегу оз. Нургуш численность многоножек была самой низкой. Доминировали виды *R. kessleri* и *M. sjaelandicum*. Обычен *B. jawlowskii*. Единичные особи отмечены у *O. sabylosus*.

На лугу на берегу р. Прость также многочисленными были *R. kessleri* и *M. sjaelandicum*. Обычен *O. sabylosus*. Единично отлавливались *B. jawlowskii* и *P. germanicum*.

В лесных биотопах максимум общей численности многоножек приходился на конец июня – начало июля, значительный подъем наблюдался в конце мая и небольшой подъем – в конце августа – начале сентября. На лугах отмечен один подъем численности в конце июня – начале июля, в ивняке – только в сентябре.

Диплоподы в заповеднике предпочитают лесные сообщества, т. к. для них необходим хорошо развитый подстилочный слой, который, с одной стороны, является убежищем для многоножек, а с другой – пищевой базой для диплопод, типичных фитосапрофагов. На лугах и в ивняке в период половодья подстилочный слой размывается и уносится рекой, оставляя лишь минеральный слой почвы и частично подстилку, что создает менее благоприятные условия для обитания многоножек и отражается в меньшем их видовом и численном обилии.

Литература

Головач С. И. Определительная таблица двупарноногих многоножек (Diplopoda) // Структура и функционирование почвенного населения дубрав среднерусской лесостепи. М.: Наука, 1995. С. 132–142.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

Фарзалиева Г. Ш. К фауне многоножек (Myriapoda) Кировской области // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 152–155.

Фарзалиева Г. Ш. Определитель многоножек (Myriapoda) Урала и Приуралья // Вестник Пермского университета. Вып. 10 (36). 2009. С. 66–72.

Фарзалиева Г. Ш., Целищева Л. Г. Население многоножек (Myriapoda) некоторых биоценозов заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 155–159.

К ФАУНЕ СЛЕПНЕЙ ЗАКАЗНИКА «СОЙВИНСКИЙ» (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

С. В. Пестов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, pestov@ib.komisc.ru

Настоящая публикация является продолжением работ автора по локальным фаунам слепней северо-востока Русской равнины (Пестов, 2010, Пестов Целищева, 2011) и посвящена анализу фауны слепней заказника «Сойвинский», который расположен на юге Тиманского кряжа. Географические координаты: 62°46 с.ш. и 55°54 в.д. Исследования проводились в первой декаде июля 2010 г. в двух наиболее характерных биотопах для этого района. Еловые леса широко распространены на плакорных участках. По берегам рек Нижняя Омра и Сойва имеются выходы известняковых пород карбонового и пермского периодов. Течение этих рек быстрое, пойма слабо выражена и представлена бечевниками. Для сборов слепней использовались стандартные методы (Скуфьин, 1973). За период исследований было собрано и определено 343 экземпляра имаго слепней. Видовое разнообразие оценивали на основе общего числа видов (S) и индексов Шеннона (H'), Маргалефа (D_{Mg}), Менхиника (D_{Mn}) Бергера-Паркера (D_{B-P}). Для оценки относительного обилия видов использовали долю особей в выборке и пятибалльную логарифмическую шкалу (Песенко, 1982).

Фауна слепней заказника насчитывает 21 вид из четырех родов (табл. 1). Исследованные биотопы существенно отличаются по видовому составу и разнообразию. В еловых лесах встречается 20 видов, из которых преобладает *Hybomitra bimaculata* (47%). Этот вид наиболее типичен для подзоны средней тайги. Обычными видами являются *Hybomitra arpadi*, *H. ciureai*, *H. lapponica*, *H. montana* и *H. muehlfeldi*. На бечевниках наиболее многочисленным был *Hybomitra tarandina*, к группе обычных относятся *Ch. nigripes* Ztt., *H. bimaculata* (Mq.), *H. ciureai* (Seguy), *H. kaurii* Chv. et Lyn., *H. lapponica* (Wahl). Наиболее существенно на бечевнике возрастает обилие *Chrysops nigripes*. Специфическим видом для бечевника является *Tabanus cordiger*.

Для еловых лесов характерно низкий уровень разнообразия (H'=2,07) и высокий уровень доминирования (D_{B-P}=0,47) относительно этих показателей для бечевников (H'=2,37, D_{B-P}=0,16). Значения индексов Менхиника и Маргалефа выше для ельников. Большинство видов, встреченных в еловых лесах, по видимому, обитают в этом биотопе в течение всего жизненного цикла. Личинки многих видов рода *Hybomitra* развиваются в почве. Участки реки с замедленным течением и зарослями прибрежно-водной растительности являются предпочитаемыми станциями для личинок рода *Chrysops* (Лутта, Быкова, 1982), чем объясняется увеличение доли этого рода в сборах имаго. Однако большинство имаго слепней мигрируют на бечевники из других биотопов, и поэтому общее число видов здесь уменьшается.

Состав и видовое разнообразие слепней заказника «Сойвинский»

| Название вида | Ельник | | | Бечевник | | |
|--|---------|------|---------------|----------|------|---------------|
| | N, экз. | Id% | В, бал- лы | N, экз. | Id% | В, бал- лы |
| <i>Chrysops caecutiens</i> (L.) | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 1,4 | 1 |
| <i>Ch. nigripes</i> Ztt. | 2 | 1,0 | 1 | 17 | 11,9 | 3 |
| <i>Ch. sepulcralis</i> (F.) | 1 | 0,5 | 1 | – | – | – |
| <i>Haematopota pluvialis</i> (L.) | 5 | 2,5 | 2 | – | – | – |
| <i>H. subcylindrica</i> Pand. | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,7 | 1 |
| <i>Hybomitra arpadi</i> Sz. | 17 | 8,5 | 3 | 7 | 4,9 | 2 |
| <i>H. bimaculata</i> (Mq.) | 94 | 47,0 | 5 | 19 | 13,3 | 3 |
| <i>H. ciureai</i> (Seguy) | 12 | 6,0 | 3 | 20 | 14,0 | 3 |
| <i>H. distinguenda</i> (Ver.) | 4 | 2,0 | 2 | – | – | – |
| <i>H. kaurii</i> Chv. et Lyn. | 4 | 2,0 | 2 | 12 | 8,4 | 3 |
| <i>H. lapponica</i> (Wahl) | 15 | 7,5 | 3 | 18 | 12,6 | 3 |
| <i>H. lundbecki</i> Lyn. | 7 | 3,5 | 2 | 10 | 7,0 | 3 |
| <i>H. lurida</i> (Fl.) | 3 | 1,5 | 1 | – | – | – |
| <i>H. montana</i> (Mg.) | 10 | 5,0 | 3 | 5 | 3,5 | 2 |
| <i>H. muehlfeldi</i> (Brauer) | 9 | 4,5 | 3 | 4 | 2,8 | 2 |
| <i>H. nigricornis</i> (Ztt.) | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,7 | 1 |
| <i>H. nitidifrons</i> (Sz.) | 6 | 3,0 | 2 | 2 | 1,4 | 1 |
| <i>H. tarandina</i> (L.) | 2 | 1,0 | 1 | 23 | 16,1 | 4 |
| <i>Tabanus bromius</i> L. | 2 | 1,0 | 1 | 1 | 0,7 | 1 |
| <i>T. cordiger</i> Mg. | – | – | – | 1 | 0,7 | 1 |
| <i>T. maculicornis</i> Ztt. | 4 | 2 | 2 | – | – | – |
| Всего: | 200 | 100 | – | 143 | 100 | – |
| Количество видов, S | 20 | | | 16 | | |
| Индекс Бергера-Паркера, D _{B-P} | 0,47 | | | 0,16 | | |
| Индекс Шеннона, H' | 2,07 | | | 2,37 | | |
| Индекс Менхиника, D _{Mn} | 1,41 | | | 1,34 | | |
| Индекс Маргалефа, D _{Mg} | 3,59 | | | 3,02 | | |

Примечание. N – количество особей в сборах, Id – доля особей вида в сборах, В – относительное обилие по логарифмической шкале Ю. А. Песенко (1982).

В соответствии с трехмерной климатической миделю (Городков, 1986), ареалы слепней заказника относятся к 11 ареалогическим группам. Четыре вида распространены в Евразии и Северной Америке: бореальная (*Chrysops nigripes*, *Hybomitra arpadi*, *H. nitidifrons*) и аркто-бореальная (*Hybomitra lurida*) голарктические группы. Наиболее широкими ареалами в пределах Палеарктики обладают девять видов: температурная (*Haematopota pluvialis*, *Hybomitra bimaculata*, *H. lundbecki*, *H. montana*, *H. tarandina*), бореальная (*Hybomitra lapponica*, *H. nigricornis*) и борео-монтанная (*Hybomitra distinguenda*, *H. muehlfeldi*) трансевразийские группы. Вид *Tabanus cordiger* встречается в западной Палеарктике, а *Tabanus bromius* помимо этого в Западной Сибири и Севере Средней Азии. Европе и Сибири распространены виды *H. kaurii* (евробайкальский бореомонтанный), *Chrysops caecutiens*, *Hybomitra ciureai* (евро-

ленские температурные), *Chrysops sepulcralis* (евро-обский бореальный), *Haematopota subcylindrica* и *Tabanus maculicornis* (евро-обские температурные).

По числу видов отдельных ареалогических групп исследованные биотопы отличаются незначительно, если же учитывать обилие отдельных видов можно отметить значительное уменьшение трансевразийских представителей и увеличение роли евро-ленской и евро-байкальской групп на бечевниках. Кроме этого на бечевниках увеличивается доля бореальной и борео-монтаной групп (табл. 2).

Таблица 2

Структура ареалогических групп слепней заказника «Сойвинский»

| Группа | Ельник | | Бечевник | |
|--------------------------------------|---------|-------|----------|-------|
| | S, виды | Id, % | S, виды | Id, % |
| Долготная составляющая | | | | |
| Голарктическая | 4 | 14,0 | 3 | 18,2 |
| Евро-байкальская | 1 | 2,0 | 1 | 8,4 |
| Евро-ленская | 2 | 6,5 | 2 | 15,4 |
| Евро-обская | 3 | 3,0 | 1 | 0,7 |
| Западнопалеарктическая | – | – | 1 | 0,7 |
| Западно-центральнопалеарктическая | 1 | 1,0 | 1 | 0,7 |
| Трансевразийская | 9 | 73,5 | 7 | 56,0 |
| Широтно-высотная составляющая | | | | |
| Аркто-бореальная | 1 | 1,5 | – | – |
| Бореальная | 6 | 21,0 | 5 | 31,5 |
| Борео-монтанная | 3 | 8,5 | 2 | 11,2 |
| Полизоная | 1 | 1,0 | 2 | 1,4 |
| Температная | 9 | 68,0 | 7 | 56,0 |

Если сравнивать структуру фауны слепней заказника «Сойвинский» с другими исследованными локальными фаунами региона, то она относится к зоне перехода фаун средней и северной тайги. Это проявляется в отсутствии ряда среднетаежных видов *Chrysops pictus* Mg., *Tabanus bovinus* L. *T. glaucopis* Mg., *Haematopota italica* Mg., а также значительным обилием рода *Nybomitra* (более 85%).

Литература

Лутта А. С., Быкова Х. И. Слепни (сем. Tabanidae) европейского Севера СССР. Л., 1982. 184 с.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

Пестов С. В. К фауне слепней (Diptera, Tabanidae) Вуктыльского района Республики Коми // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XVII молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2010. С. 110–111.

Пестов С. В., Целищева Л. Г. К фауне слепней некоторых ООПТ Кировской области (заповедник «Нургуш», заказники «Пижемский» и «Былина») // Труды государственного природного заповедника «Нургуш», Т. 1. С. 123–131.

Скуфьин К. В. Методы сбора и изучения слепней. Методы паразитологических исследований. Л., 1973. Вып. 8. 98 с.

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ *NEMASTOMA LUGUBRE* В ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Э. В. Габдулхакова¹, Л. Г. Целищева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет

² Государственный природный заповедник «Нургуш»,

nurgush@zapovednik.kirov.ru

Отряд Сенокосцы насчитывает около 3000 видов, распространенных во всех странах света (в бывшем СССР около 120 видов) (Тыщенко, 1983). Наибольшего разнообразия фауна сенокосцев достигает в лесной зоне. Представители отряда – преимущественно хищники. Они питаются другими паукообразными, насекомыми, червями, многоножками или наземными моллюсками (Тыщенко, 1983).

Исследования по структуре населения сенокосцев заповедника начали проводиться с 2008 г. В настоящее время известно 7 видов сенокосцев из заповедника «Нургуш» (Есюнин, Целищева, 2010).

Целью работы было изучение особенностей структуры популяции *Nemastoma lugubre* (Müller, 1776) в заповеднике «Нургуш».

Материал был собран в течение вегетационных сезонов 2008–2009 гг. в шести биотопах на экологическом профиле: липово-дубовый лес клевероснытево-костровый, дубовый чино-подмаренниково-снытево-клеверный, ивняк горцево-двуклосточниково-осоковый, разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш, осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый, злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость.

Учеты беспозвоночных выполнены методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биотопе устанавливалась линия из 10 ловушек. Время экспозиции – декада. В 2008 г. отработано 5917 ловушко-суток, а 2009 г. – 8295 ловушко-суток. В 2008 г. собран 481 экз. *Nemastoma lugubre*, а в 2009 г. – 483 экз. При описании населения сенокосцев мы используем термин «уловистость» (экз./100 лов.сут.). Оценка роли видов в сообществе осуществлена с использованием пятибалльной шкалы, предложенной Ю. П. Песенко (1982). Виды, имеющие балл обилия 4 и 5, рассматривались как доминантные.

Nemastoma lugubre (O.F. Müller, 1776) – сенокосец, который имеет черное или темно-коричневое тело с двумя желтыми пятнами по бокам, его размер 2,5–3 мм. Тело покрыто плотной, склеротизированной кутикулой. Обитает во влажных и тенистых местах, предпочитая лесные сообщества. Подстилочный вид. Европейский неморальный вид (Фарзалиева, Есюнин, 1999).

В заповеднике «Нургуш» в пойменных сообществах *N. lugubre* – один из доминантных видов сенокосцев, уступающий по численности только виду *Oligolophus tridens* (C. L. Koch, 1836). В 2008 г. был доминантным во всех биотопах, отсутствовал в ивняке. В структуре населения сенокосцев в 2009 г. вид яв-

лялся массовым (балл обилия 4–5) в липово-дубовом и осиново-липовом лесах и на лугах, реже встречался в дубовом лесу и единично в ивняке (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые показатели населения сенокосцев и структура популяции *Nemastoma lugubre* в пойменных сообществах заповедника «Нургуш» в 2008–2009 гг.

| Некоторые показатели населения сенокосцев | | Пойменные сообщества | | | | | |
|---|---|----------------------|------------------|---------------------|-------|-------------------|------------------|
| | | Липово-дубовый лес | Дубовый лес | Осиново-липовый лес | Ивняк | Луг на оз. Нургуш | Луг на р. Прость |
| 2008 г. | Общая численность сенокосцев | 761 | 484 | 500 | 238 | 56 | 62 |
| | Количество экземпляров <i>N. l.</i> | 168 | 83 | 194 | – | 14 | 22 |
| | Балл обилия <i>N. l.</i> | 4 | 4 | 5 | – | 4 | 4 |
| | Половая структура популяции <i>N. l.</i> | 55 ♂♂ : 109 ♀♀ | 31 ♂♂ : 49 ♀♀ | 49 ♂♂ : 138 ♀♀ | – | 8 ♂♂ : 6 ♀♀ | 13 ♂♂ : 7 ♀♀ |
| | Количество ювенильных особей <i>N. l.</i> | 4 juv. | 3 juv. | 7 juv. | – | – | 2 juv. |
| 2009 г. | Общая численность сенокосцев | 1320 | 949 | 788 | 245 | 300 | 810 |
| | Количество экземпляров <i>N. l.</i> | 157 | 35 | 68 | 12 | 113 | 98 |
| | Балл обилия <i>N. l.</i> | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 |

В 2009 г. общее количество экземпляров *N. lugubre* по сравнению с 2008 г. практически не изменилось, более высокая численность отмечена на лугах, а также вид был обнаружен в ивняке, где в предыдущий год не был зафиксирован.

Половая структура популяции *N. lugubre* приводится по данным за 2008 г. (Есюнин, Целищева, 2010). Наиболее благоприятное соотношение полов, со значительным преобладанием самок, наблюдалось в липово-дубовом (1:2) и осиново-липовом лесах (1:2,8). Доминирование самок также отмечено в дубовом лесу (1:1,6), но в несколько меньшем соотношении. На лугах преобладали самцы (табл. 1).

В возрастной структуре популяции *N. lugubre* преобладали, в основном, взрослые сенокосцы. Ювенильные особи регистрировались в ловушках с 20 июня по 21 июля в 2008 г. единично в лесах и на лугу на берегу р. Прость (табл. 1). Вероятно, молодые немастомы не попадают в ловушки, т. к. обитают в подстилке и редко выходят по ее поверхность, в отличие от взрослых.

Половая и возрастная структура в 2009 г. не рассматривались.

В 2008 г. вид *N. lugubre* встречался с конца мая по конец августа, с одним подъемом численности в середине августа (Есюнин, Целищева, 2010). В 2009 г. он был отмечен с 9 июля по 20 октября (табл. 2). С середины мая до середины июля *N. lugubre* в пробах не наблюдались. Подъем численности в лесах был в

начале августа. Максимальный пик численности вида отмечен во всех пойменных сообществах в конце августа – начале сентября. Затем скачок численности был в лесах в начале октября. На лугах наблюдался плавный подъем численности в августе с пиком в начале сентября, и затем – плавный спад.

Таблица 2

Сезонная динамика численности *N. lugubre* в пойменных сообществах в заповеднике «Нургуш» в 2009 г.

| Пойменные сообщества | Количество экз. Уловистость | Декады | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 9.07–20.07 | 20.07–29.07 | 29.07–10.08 | 10.08–21.08 | 21.08–28.08 | 28.08–8.09 | 8.09–18.09 | 18.09–30.09 | 30.09–11.10 | 11.10–20.10 |
| Липово-дубовый лес | экз. | 0 | 0 | 3 | 31 | 6 | 47 | 9 | 6 | 31 | 24 |
| | экз./100лс | 0 | 0 | 2,5 | 40,3 | 10,7 | 58,8 | 9 | 5 | 28,2 | 26,7 |
| Дубовый лес | экз. | 0 | 0 | 1 | 5 | 3 | 17 | 0 | 1 | 3 | 5 |
| | экз./100лс | 0 | 0 | 0,8 | 5,1 | 4,3 | 17 | 0 | 0,8 | 2,7 | 5,6 |
| Липовый лес | экз. | 0 | 0 | 0 | 11 | 1 | 20 | 2 | 3 | 14 | 17 |
| | экз./100лс | 0 | 0 | 0 | 11,1 | 1,4 | 20 | 2 | 2,5 | 12,7 | 18,9 |
| Ивняк | экз. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 |
| | экз./100лс | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,7 | 4,3 | 0 | 1,7 | 0 | 5,6 |
| Луг на оз. Нургуш | экз. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 29 | 34 | 11 | 20 |
| | экз./100лс | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 29 | 28,3 | 12,5 | 22,2 |
| Луг на р. Прость | экз. | 1 | 0 | 0 | 3 | 14 | 38 | 15 | 10 | 9 | 8 |
| | экз./100лс | 0,9 | 0 | 0 | 3 | 20 | 38 | 15 | 8,3 | 8,2 | 8,9 |
| Итого | экз. | 1 | 0 | 4 | 50 | 26 | 144 | 55 | 56 | 68 | 79 |
| Общая уловистость | экз./100лс | 0,9 | 0 | 3,3 | 59,5 | 73,1 | 176,1 | 55 | 46,6 | 64,3 | 87,9 |

Таким образом, *N. lugubre* – это вид с позднее-летней – осенней активностью взрослых и средне-летней активностью ювенильных особей, попадает во всех исследованных пойменных сообществах заповедника. Предпочитает влажные широколиственные леса (липово-дубовый, осиново-липовый и дубовый), в которых наблюдается наиболее успешная половая структура популяции с преобладанием самок, происходит развитие ювенильных стадий, отмечаются подъемы уловистости в ключевые моменты жизненного цикла (в связи с нагулом, размножением). На лугах, несмотря на большую численность, отмечены неполные демографические спектры популяции, что свидетельствует о малой вероятности реализации жизненного цикла в данных биотопах (это характерно для стадий временного обитания). На прирусловом валу р. Вятки в ивняке, затапливаемом продолжительное время весной и периодически во время павод-

ков летом, данный вид либо не встречается (2008 г.), либо отмечаются единичные особи-мигранты в сентябре – октябре (2009 г.).

Литература

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.

Farzaliyeva G. Sh., Esyunin S. L. The harvestman fauna of the Urals, Russia, with a key to the Ural species (Arachnida: Opiliones) // *Arthropoda Selecta*. 1999. Vol. 8, № 3. P. 183–199.

Есюнин С. Л., Целищева Л. Г. Фауна и население сенокосцев (Arachnida, Opiliones) заповедника «Нургуш» // *Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации* / Мат. VIII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. уч. Ч. 2. Киров, 2010. С. 34–38.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ МУРАВЬЁВ ПОЙМЕННЫХ СООБЩЕСТВ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

А. Г. Репин¹, Л. Г. Целищева², Г. И. Юферев²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Государственный природный заповедник «Нургуш»,
nurgush@zapovednik.kirov.ru*

Муравьи – это один из основных компонентов большинства наземных биоценозов. Они регулируют численность беспозвоночных, обогащают почву гумусом, участвуют в распространении семян, способствуют возобновлению леса, служат пищей многим позвоночным животным, а также могут быть промежуточными хозяевами гельминтов.

Целью работы было изучение пространственной динамики населения муравьёв пойменных сообществ заповедника «Нургуш».

Экологический профиль для изучения почвенной мезофауны был заложен в 2008 г. в 6 биоценозах, характеризующих различные почвенно-растительные условия поймы на территории заповедника: 1 – липово-дубовый лес клевероснытево-костровый; 2 – дубняк чино-подмаренниково-снытево-клеверный; 3 – ивняк горцево-двукисточниково-осоковый; 4 – пойменный разнотравно-злаковый луг таволго-мятликово-костровый на берегу оз. Нургуш; 5 – осиново-липовый лес хвощево-будрово-снытевый; 6 – пойменный злаково-разнотравный луг кострово-осоково-таволговый на берегу р. Прость.

Учеты беспозвоночных проводили методом почвенных ловушек Барбера, в качестве которых использовались 0,5 л пластиковые стаканы на 1/3 заполненные 4% раствором формалина. В каждом биоценозе функционировало по 10 ловушек, установленных в линию через 5 м.

В результате исследований на экологическом профиле в заповеднике «Нургуш» зарегистрировано 18 видов муравьёв (табл.). В 2008 г. было выявлено 9 видов муравьёв (Гилев и др., 2009). Видовое богатство в 2009 г. было выше, нами отмечено 14 видов муравьёв, из них 2 вида (*F. uralensis* Ruzsky и *M. sulcinodis* Nyl.) указаны для территории заповедника впервые (Репин и др., 2010). В 2010 г. было выявлено 10 видов муравьёв, среди них не было обнаружено 5 видов, встреченных в 2009 г. (*M. lobicornis* Nyl., *M. rugilosa* Nyl., *M.*

scabrinodis Nyl., *M. gallieny* Bondr., *F. uralensis* Ruzsky) и отмечен 1 новый вид (*Leptothorax acervorum* F.).

В ивняке видовое разнообразие муравьев было самым низким. В отличие от 2008 г., где было выявлено всего 2 вида, в 2010 г. было зарегистрировано 3 вида муравьев. Наибольшее количество видов муравьев (8) зарегистрировано в 2009 г.

На лугах видовое разнообразие в 2010 г. также было выше, чем в 2008 г. (3–4 вида), но ниже показателей 2009 года (по 6 видов). Самым массовым видом был *L. niger* L., высокой была численность *M. sulcinodis* Nyl. и *M. ruginodis* Nyl.

В исследуемых лесных биотопах видовой состав более стабилен (от 3 до 7 видов). Во время исследований доминировали *M. rubra* L. и *L. platythorax* Seifert. Как и на лугах, высока была численность вида *M. ruginodis* Nyl., а также *Camponotus herculeanus* L. В лесах немногочисленен *C. fallax* Nyl. Единично встречались *Leptothorax acervorum* F. и *Formica fusca* L.

Население муравьев в широколиственных лесах на высоких грибах, редко затапливаемых в период половодья, более стабильно, и включает комплекс лесных видов муравьев, на лугах отмечается группа луговых видов, а в ивняке временно встречаются представители самых разных биоценозов.

**Биотопическое распределение и количество экземпляров муравьев пойменных сообществ
в заповеднике «Нургуш» в 2008–2010 гг.**

| № | Видовой состав | Количество экземпляров по биоценозам (2008–2009–2010 гг.) | | | | | | Итого, экз. |
|----|----------------------------------|---|--------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | | Лесные сообщества | | | Кустарниковый и луговые сообщества | | | |
| | | Липово- дубовый лес | Дубовый | Осиново- липовый лес | Ивняк | Луг на оз. Нургуш | Луг на р. Прость | |
| 1 | <i>Myrmica gallieni</i> Bondr. | 0–0–0 | 0–2–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 13–4–0 | 0–0–0 | 13–6–0 |
| 2 | <i>M. lobicornis</i> Nyl. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–2–0 | 0–2–0 |
| 3 | <i>Myrmica rubra</i> L. | 62–43–21 | 160–163–120 | 134–74–137 | 8–31–10 | 0–4–1 | 1–1–3 | 365–316–292 |
| 4 | <i>M. rugulosa</i> Nyl. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 | 0–2–0 | 0–0–0 | 12–10–0 | 12–13–0 |
| 5 | <i>M. ruginodis</i> Nyl. | 0–40–16 | 0–54–52 | 0–70–43 | 0–7–7 | 0–16–8 | 0–42–7 | 0–229–133 |
| 6 | <i>M. scabrinodis</i> Nyl. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 | 0–0–0 | 0–1–0 |
| 7 | <i>M. sulcinodis</i> Nyl. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–4–0 | 0–49–1 | 0–21–11 | 0–74–12 |
| 8 | <i>Camponotus fallax</i> Nyl. | 4–14–14 | 21–0–6 | 0–1–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 25–15–20 |
| 9 | <i>C. herculeanus</i> L. | 84–15–32 | 6–0–11 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 90–15–43 |
| 10 | <i>Leptothorax acervorum</i> F. | 0–0–2 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–1 |
| 11 | <i>L. platythorax</i> Seifert. | 164–293–147 | 256–787–230 | 14–54–113 | 0–70–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 434–1204–490 |
| 12 | <i>L. fuliginosus</i> Latr. | 0–0–0 | 0–0–0 | 1–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 1–0–0 |
| 13 | <i>L. niger</i> L. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 24–9–23 | 880–1383–354 | 1138–1944– 914 | 2042–3336– 1291 |
| 14 | <i>Formica fusca</i> L. | 0–0–1 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–2–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–2–1 |
| 15 | <i>F. rufa</i> L. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–3 | 0–0–3 |
| 16 | <i>F. uralensis</i> Ruzsky | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 |
| 17 | <i>Formica</i> sp. | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–1–0 |
| 18 | <i>Formica cunicularia</i> Latr. | 1–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 0–0–0 | 1–0–0 |
| | Количество ловушко- суток | 1119–1374– 1640 | 1148–1595– 1460 | 1012–1569– 1700 | 896–1199– 1198 | 792–1160– 1360 | 950–1398– 1490 | 5917–8295– 8848 |
| | Итого экз. | 315–405–233 | 443–1006–419 | 149–201–293 | 32–126–40 | 893–1457–364 | 1151–2020– 938 | 2983–5215– 2287 |
| | Итого видов | 5–5–7 | 4–4–5 | 2–6–3 | 2–8–3 | 2–6–4 | 3–6–5 | 9–13–10 |

Литература

Гилев А. В., Целищева Л. Г., Юферев Г. И. Особенности мирмекофауны пойменных биоценозов заповедника «Нургуш» // Научные исследования как основа охраны природных комплексов заповедников и заказников: Сб. Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2009. С. 75–77.

Репин А. Г., Целищева Л. Г., Юферев Г. И. Особенности биотопического распределения муравьев в заповеднике «Нургуш» в 2009 г. // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Матер. Всеросс. молодежной науч.-практ. конф. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 172–174.

ГИДРОБИОНТЫ ВОДОЕМОВ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯННИКАХ НА ПРИМЕРЕ ЛУГОБОЛОТНОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

Д. Н. Лобанов, О. В. Масленникова

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
olgamaslen@yandex.ru*

Все многообразие современных подходов экологического контроля антропогенного воздействия на качество природных вод базируется на данных биоиндикационных исследований. В свою очередь основой биоиндикации является определение качественного (видового) и количественного (численность, биомасса, количество видов) состава гидробионтов различных биоценозов (Бакаева, Никаноров, 2006). Впервые на территории Кировской лугоболотной опытной станции были проведены специальные исследования по изучению гидробионтов открытых и лесных биотопов освоенных и выработанных торфяных месторождений.

Сбор материалов проводился на низинном выработанном торфянике «Гадовское болото», расположенном в 30 км на юго-запад от г. Кирова. Исследования проводились в летний период с июля по август 2011 г. Из двух водоемов, которые находятся непосредственно на древней террасе реки Быстрицы, один водоем на открытой местности, другой – в лесном массиве, было отобрано 6 проб зоопланктона и 6 проб бентоса гидробиологическими методами. Определяли виды и роды по определителям с помощью микроскопов МБС-1 и Микмед.

Первый водоем расположен на открытой местности, вблизи пастбища и полевого стационара на выработанных торфяниках. Его координаты: 49°12'47.28" E, 58°27'38.97" N, высота 125 м. Площадь водоема около 1500 м² (длина около 100 м, ширина около 15 м), глубина 2–2,5 м, вода прозрачная, зарастаемость незначительная, рН=6,7. Ихтиофауна водоема бедна и представлена в основном золотым карасем (*Carassius carassius*).

Первые пробы были взяты 28 июля 2011 г. Обитатели планктона малочисленны. Они представлены ветвитоусыми рачками: родов *Daphnia*, *Polyphemus*, *Bosmina*. В пробе объемом 56 мл было обнаружено всего 7 экземпляров рачков. По количеству планктона данный водоем относится к малокормным.

Довольно многочисленными в водоеме были моллюски двух видов – из класса брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) отряда легочных – прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis*).

новенный (*Limnea stagnalis*), из класса двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) – беззубка (*Anodonta* sp.).

При определении бентоса было обнаружено 2 личинки ручейника (*Molanna angustata*) из отряда ручейники (*Trichoptera*), вислоккрылки (*Sialis flavilatera*) из отряда большекрылые (*Megaloptera*), личинки настоящей стрекозы (*Libellula depressa*) из отряда стрекоз (*Odonata*), личинки поденки (род *Ordella*) из отряда поденки (*Ephemeroptera*), личинки комара – звонца (сем. *Chironomidae*) из отряда двукрылые (*Diptera*). Фоновым видом в данной пробе были личинки вислоккрылки разных возрастов (20 экз.). В отличие от планктона обитатели бентоса в данном водоеме были многочисленны. Биомасса бентоса составила 21,25 г/м², что позволяет отнести этот водоем к весьма высококормным по гидробионтам, обитающим на дне водоема.

В последующих пробах, взятых 3 августа 2011 года с этого водоема, также отмечен малочисленный планктон. В пробе планктона обнаружено лишь 4 экземпляра ветвистоусых рачков из рода *Poliphemus*.

В пробе бентоса отмечено большое разнообразие: 2 вида ручейников – личинка ручейника р. *Limnophilus* и 5 личинок ручейников *Molanna angustata*, 12 экз. личинок вислоккрылки (*Sialis flavilatera*), 12 экз. личинок поденки рода *Ordella*, личинка стрекозы стрелки – *Erythromma najas*, улитковая пиявка *Glossiphonia complanata*, 224 экз. личинок двукрылых семейства *Chironomidae*.

Второй водоем расположен в лесном массиве. Его координаты 49°10'16.72" E (долгота), 58°27'48.76" N (широта), высота 128 м. Площадь водоема около 400 м² (ширина около 20 м, длина около 20 м), глубина 4,5–5 м, вода коричневатого цвета, зарастаемость очень высокая, pH=6,7 (на поверхности). Ихтиофауна бедна, представлена золотым карасем (*Carassius carassius*).

В отличие от первого водоема проба планктона многочисленна. Фоновым видом оказались ракообразные – циклоп (р. *Cyclops*) из отряда циклопоиды (*Cyclopoidea*). Из ветвистоусых рачков (*Cladocera*) фоновым видом является полифемус (*Poliphemus*). Встречались единично: хидорус сферический (*Chydorus sphaericus*) из отряда ветвистоусые рачки (*Cladocera*) и диаптомус (*Diatomus*) из отряда каланоиды (*Calanoida*). В данной пробе планктона также были обнаружены единичные гидробионты: личинки веснянки (*Nemura variegata*) из отряда веснянки (*Plecoptera*), личинки поденки – клоен (*Cloeon dipterum*) из отряда поденки (*Ephemeroptera*), личинки стрекозы – лютки (*Lestes sponsa*) из отряда стрекоз (*Odonata*), личинки перистоусого комара – каретра (*Corethra plumicornis*) из отряда двукрылых (*Diptera*).

В пробе бентоса, отобранной в конце июля, гидробионтов не обнаружено, но наблюдалось большое количество гниющих растительных остатков. Видовой состав проб планктона и отсутствие гидробионтов в бентосе также свидетельствует о большом заиливании и заболачивании данного водоема, большом количестве гуминовых кислот, по-видимому, достаточно низких значений pH и кислорода на дне водоема.

Таким образом, в водоеме, расположенном на открытой местности, преобладали гидробионты, живущие на дне водоема, а в лесном водоеме, наоборот, планктонные организмы.

Литература

Бакаева Е. Н., Никаноров А. М. Гидробионты в оценке качества вод суши. М.: Наука, 2006. 240 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / Отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ В ОКРЕСТНОСТЯХ г. КИРОВА И В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. С. Бартова¹, Ф. С. Столбова²

¹ Вятский государственный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
annabc@mail.ru

Активное освоение человеком природных богатств, загрязнение ландшафтов, индустриальное лесопользование отразились на распространении земноводных, в связи с этим изучение амфибий достаточно актуально (Ануфриев, Бобрецов, 1996).

В Кировской области обитает 6 видов бесхвостых земноводных: 2 вида жаб: зеленая (*Bufo viridis* Laurenti) и серая (*Bufo bufo* L.), 4 вида лягушек: травяная (*Rana temporaria* L.), остромордая (*Rana arvalis* Nilsson), озерная (*Rana ridibunda* Palas) и прудовая (*Rana lessonae* Camerano) (Соловьев, 1997).

Полевые исследования проводились в течение лета 2011 г. В каждом биотопе закладывались площадки 10×10 м², на которых осуществлялся отлов всех земноводных сачком или руками. В ряде мест исследований были проведены маршрутные учеты. Определены видовой состав и численность бесхвостых земноводных. Данные были собраны в г. Кирове и его окрестностях (биохимический завод, пос. Малая Субботиха, пос. Захарищевы, Заречный парк), в окрестностях пос. Лёвинцы Оричевского района, в окрестностях села Спасо-Заозерье (охотхозяйство ВГСХА) Зуевского района и в пос. Светлополянск Верхнекамского района.

В г. Кирове были обследованы водоёмы биохимического завода, где во второй половине июня фоновым видом оказалась лягушка остромордая. В водоемах были встречены озерные лягушки. Изредка встречались серая жаба и травяная лягушка. В Заречном парке было обнаружено три вида бесхвостых земноводных: лягушка остромордая, лягушка травяная, лягушка озёрная. Установлено, что преобладающим видом является лягушка остромордая (более 50%). Самый редкий вид – лягушка озёрная. В пос. Малая Субботиха единственным встреченным видом оказалась лягушка остромордая.

В окрестностях пос. Захарищевы найдены остромордая (67%) и травяная (33%) лягушки. Таким образом, в г. Кирове и его окрестностях доминирующим видом является остромордая лягушка (табл.).

Преобладающим видом в окрестностях пос. Лёвинцы является остромордая лягушка, но количество травяных лягушек выше, чем в городе Кирове (ост-

ромордая – 52%, травяная – 36%, жаба серая – 12%). Наибольшая биомасса бесхвостых земноводных отмечена в смешанном и лиственном лесах.

В Зуевском районе отловлено три вида бесхвостых земноводных: травяная лягушка (12,8%), остромордая лягушка (87,2%), жаба серая. Наиболее высокие показатели их биомассы обнаружены в лиственном лесу и на лугу.

В поселке Светлополянск было обнаружено 3 вида бесхвостых земноводных. В хвойном лесу найдена только остромордая лягушка. На лугу численно преобладает травяная лягушка (60%). На дачном участке была встречена жаба серая. Таким образом, в Верхнекамском районе доминируют травяная и остромордая лягушки.

Таблица

Видовой состав бесхвостых земноводных в г. Кирове и его окрестностях и Кировской области

| Вид земноводных | г. Киров | | | | | | | | п. Лёвинцы, Оричевский район | | п. Светлополянск, Верхнекамский район | | охотхозяйство ВГСХА, Зуевский район | |
|---------------------|--------------------|-----|-------------|---|---------------|------|---------------|----|------------------------------|----|---------------------------------------|------|-------------------------------------|------|
| | п. Малая Субботиха | | Биохимзавод | | Заречный парк | | п. Захаричевы | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Остромордая лягушка | 76 ++ + | 100 | – +++ | – | 9 ++ | 52,9 | 2 ++ + | 67 | 13 +++ | 52 | 11 ++ | 45,8 | 95 ++ + | 87,2 |
| Травяная лягушка | +– | – | – ++ | – | 7 +++ | 41,2 | 1 ++ | 33 | 9 ++ | 36 | 12 ++ + | 50 | 14 ++ | 12,8 |
| Озёрная лягушка | – +– | – | – ++ | – | 1 + | 5,9 | – + | – | – + | – | – 0 | – | – + | – |
| Жаба серая | – + | – | – + | – | – + | – | – + | – | 3 ++ | 12 | 1 ++ | 4,2 | – ++ | – |
| Жаба зеленая | – 0 | – | – 0 | – | – +– | – | – 0 | – | – 0 | – | – 0 | – | – +– | – |

Примечание: 1 – количество/обилие; 2 – %; прочерк обозначает, что учеты не проводились, 0 – вид не отмечен, + – встречается, ++ – обычный вид, +++ – фоновый вид, +– – в 2011 г. не встречен, но в предыдущие годы изредка отмечался

В местах исследования численность озёрной лягушки мала. Также за время экскурсий не было обнаружено прудовых лягушек. Это объясняется тем, что данные виды земноводных обитают в более южных регионах.

В 2011 г. не были встречены зелёные жабы, хотя прежде в Зуевском районе и окрестностях г. Кирова они изредка встречались. Зеленая жаба – значительно более теплолюбивый вид по сравнению с серой жабой.

Таким образом, в районах исследований преобладающими видами являются остромордая и травяная лягушки. Причём, на севере области и в местах с более благоприятной экологической обстановкой (в сельской местности) травяная лягушка встречается чаще остромордой.

Численность остромордой лягушки в целом высока. Это объясняется сухой жаркой погодой, понижением уровня грунтовых вод, пересыханием водоёмов, а также сведением лесов, так как по сравнению с травяной лягушкой она отличается меньшими требованиями к влажности, она является более выносливым видом. Эти факторы приводят к вытеснению травяной лягушки остромордой.

Литература

Ануфриев В. М., Бобрецов А. В. Фауна европейского северо-востока России. Т. 4. Амфибии и рептилии. СПб.: Наука, 1996. 130 с.

Соловьев А. Н. Земноводные / Энциклопедия земли Вятской. Том 7. Природа. Киров: Вятка, 1997. С. 427–435.

ПУТИ ЗАРАЖЕНИЯ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ ГЕЛЬМИНТАМИ В МЕЖДУРЕЧЬЕ р. ВЯТКИ И р. КАМЫ

О. В. Масленникова, М. В. Приходько

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
olgamaslen@yandex.ru*

В живой природе первостепенное значение имеют трофические связи. Они служат основой биогенного круговорота веществ, связывают отдельные виды животных и растений в сообщества, оказываются одним из важнейших регуляторов численности организмов. Они представляют основной вид связи животного со средой. Для большинства представителей семейства *Mustelidae* главнейшим типом пищевых связей признано отношение хищника к жертве.

Материал и методы. Материал собирался в основном на территории Кировской области в 2010–2012 гг. Из различных районов Кировской области исследовано 39 куниц методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928). Кроме того, исследовалось содержимое желудочно-кишечного тракта.

Результаты исследований. Заражению куниц гельминтами способствуют особенности экологии хищника. Лесная куница – хищник-полифаг. Основу ее гельминтофауны составляют биогельминты, т.е. зараженность куницы тесно связано с питанием, как и других хищников. Мышевидные в питании куницы служат основным инвазионным началом, так как они служат резервуарными хозяевами для особо патогенных нематод родов *Crenosoma*, *Skrjabinogylus*, *Filaroides* (промежуточными хозяевами являются наземные моллюски); земноводные, насекомоядные и грызуны являются резервуарными хозяевами для трематод *Alaria alata*, *Eupariphium melis*. Наряду с личинками насекомых в весенне-летний период в питании куницы присутствуют наземные моллюски и дождевые черви, особенно у молодых куниц-сеголетков, не имеющих достаточного опыта в поисках более крупной добычи. О поедании куницей дождевых червей сообщает Л. С. Рябов (1958). Дождевые черви являются промежуточными хозяевами для наиболее распространенных паразитов куниц: *Capillaria putorii*, *Capillaria mucronata*, *Thominx aerophilus*.

Паразитируют гельминты в различных внутренних органах куниц, в лобных пазухах, в мышцах, кишечнике и др., при этом каждому виду паразита свойственны определенные места локализации. Среди исследованных нами куниц наиболее пораженным органом оказались легкие, где обнаружено 4 вида паразитов: томинксы, филяроидесы, кренозома и соболевингилусы. У ряда зверьков филяроидозная инвазия сопровождается скрябингилезной. Скрябингилусы могут вызвать утончение костей черепа, а иногда и образование отверстий. Паразитируют они в лобных пазухах. Из наших исследований следует, что куницы, болеющие филяроидозом и скрябингилезом, заражены скрябингилезом интенсивнее, чем при одном скрябингилезе.

Кишечник у куниц довольно слабо поражен гельминтами. Там встречается сосальщик *Euraphium melis* (30,7%) случаев со слабой интенсивностью инвазий – 1–5 экземпляров. Заражение *E. melis* происходит при питании земноводными. В желудочно-кишечном тракте встречается возбудитель капилляриоза *Capillaria putorii*. Цикл развития капиллярий может происходить как прямым путем, так и при участии промежуточного хозяина – дождевого червя.

К распространенным гельминтам куницы относится и трихинелла. Наши исследования показали, что из 39 исследованных куниц 4 куницы заражены (10,3%). Заражение куниц трихинеллезом происходит при поедании падали, насекомоядных, которые в Кировской области могут являться источником этой инвазии.

Экстенсивность и интенсивность инвазий куниц изменяется. Это зависит от конкретных мест обитаний зверька, метеорологических условий года или сезона, а так же от обеспеченности хищника кормами.

Таким образом, мышевидные в питании куницы служат основным инвазионным началом, так как они являются резервуарными хозяевами для особо патогенных нематод родов *Crenosoma*, *Skrjabingylus*, *Filaroides* (промежуточными хозяевами являются наземные моллюски); земноводные, насекомоядные и грызуны являются резервуарными хозяевами для трематод *A. alata* и *E. melis*.

Литература

Рябов Л. С. Биология кавказской лесной куницы и ее промысел в горных лесах Краснодарского края // Труды Кавказского гос. заповедника. Майкоп, 1958. В. 4. С. 48–50.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: МГУ, 1928. 45 с.

МОНИТОРИНГ ОРНИТОФАУНЫ СОЛДАТСКОГО ЛЕСА В ОКРЕСТНОСТЯХ г. УРЖУМА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Д. Феофилатова¹, Л. В. Домнина¹, С. В. Кондрухова²

¹ КОГОАУ «Гимназия г. Уржума»,

² Государственный природный заповедник «Нургуш»,

urzhum_gimns@mail.ru

Изучение структуры и динамики населения птиц — одна из актуальных проблем современной экологии. Птицы как компоненты экосистемы играют большую роль в структуре естественных сообществ. Большая биогеоценотическая и хозяйственная значимость птиц, их роль чутких индикаторов изменений среды привлекают исследователей. Птицы четко реагируют на изменения окружающей среды, прежде всего антропогенного происхождения, поэтому, благодаря наблюдениям за количественным и качественным составом птиц в течение нескольких лет, можно судить об экологическом состоянии биоценоза.

В течение трех лет, с 2009 по 2011 г. проводились исследования птиц Солдатского леса г. Уржума. Наблюдения и учеты велись в летний период (первая половина июня) на базе экологического лагеря, а также в ходе индивидуальных наблюдений в осеннее, зимнее и весеннее время. Солдатский лес располагается вблизи города, поэтому мы можем предположить, что птицы испытывают на себе существенное антропогенное воздействие. В частности – стрессовые факторы, постоянно воздействующие на обитателей леса. Это, в свою очередь, может влиять на изменение их численности и видового разнообразия.

Лес используется как рекреационная зона. С южной стороны прилегает жилой комплекс, жители постоянно прогуливаются по лесу вместе с домашними животными (собаками), в осенние месяцы лес посещают грибники, в зимнее время по территории леса прокладываются лыжные трассы. На его территории располагаются очистные сооружения, к которым идет автомобильная дорога для подъезда спецтранспорта. С северо-востока расположены здания конторы и пилорамы лесного хозяйства.

Целью наших исследований была оценка видового разнообразия и численности птиц Солдатского леса.

В результате исследований были обнаружены 54 вида птиц, относящихся к 22 семействам и 9 отрядам. Из них в 2009 г. отмечено 11 видов, в 2010 г. – 15, в 2011 г. – 20. В 2010 г. дополнительно были учтены 4 вида: серая цапля (*Ardea cinerea*), обыкновенная кукушка (*Cuculus canorus*), обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*), мухоловка – пеструшка (*Ficedula hypoleuca*), в 2011 г. – еще 5 видов: обыкновенный канюк (*Buteo buteo*), желна (*Dryocopus martius*), седой дятел (*Picus canus*), лесной конёк (*Anthus trivialis*), обыкновенная чечевица (*Carpodacus erythrinus*), обыкновенный соловей (*Luscinia luscinia*). Среди обнаруженных птиц четыре вида занесены в Красную книгу Кировской области (2001): серая цапля, длиннохвостая неясыть (*Strix uralensis*), камышница (*Gallinula chloropus*) (пруды очистных сооружений, р. Кунтавка), золотистая щурка (*Merops apiaster*) (на опушке леса). Один вид, черноголовый чекан

(*Saxicola torquata*), внесен в список редких видов, утвержденный для нового издания Красной книги Кировской области.

Оценку численности птиц проводили в первой половине июня на трёх участках леса: сосновом (1,5 км), пихтово-еловом (2,5 км), смешанном (1 км). При проведении учетов использовали маршрутный метод, что позволило рассчитать относительную численность птиц: количество особей на 1 км маршрута (табл.).

Таблица

Относительная численность (особей/км) и видовое разнообразие птиц Солдатского леса

| Год | Участки | | | | | | | |
|---------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Сосновый | | Пихтово-еловый | | Смешанный | | В целом | |
| | Число видов | Численность | Число видов | Численность | Число видов | Численность | Число видов | Численность |
| 2009 | 3 | 0,8 | 4 | 1,8 | 4 | 3,2 | 11 | 5,8 |
| 2010 | 3 | 1,1 | 9 | 3,2 | 3 | 2,9 | 15 | 7,2 |
| 2011 | 6 | 2,3 | 9 | 3,7 | 5 | 4,6 | 20 | 10,6 |
| Среднее | 4 | 1,4 | 7,3 | 2,9 | 4 | 3,6 | 15,3 | 7,9 |

В сосновом лесу доминантным видом стал большой пёстрый дятел (*Dendrocopos major*), в пихтово-еловом – желна, обыкновенная зеленушка (*Chloris chloris*), в смешанном – варакушка (*Luscinia svecica*).

За период исследований наблюдался рост количества учтенных видов и особей птиц Солдатского леса. Наибольшее видовое разнообразие отмечено на пихтово-еловом участке. Причиной этого является близость опушек на данном участке (опушечный эффект). На сосновом участке расположены пруды очистных сооружений, что обусловило наличие несвойственных для сосняка видов. На смешанном участке видовой состав относительно постоянен.

В результате учетов было выявлено, что у 9 видов птиц численность постоянна: обыкновенный козодой (*Caprimulgus europaeus*), малый пёстрый дятел (*Dendrocopos minor*), белоспинный дятел (*Dendrocopos leucotos*), ворон (*Corvus corax*), обыкновенный жулан (*Lanius collurio*), варакушка, обыкновенная зеленушка, черноголовый чекан, садовая овсянка (*Emberiza hortulana*). У большого пёстрого дятла, обыкновенной кукушки, серой цапли численность за время учетов увеличилась, а у мухоловки-пеструшки – сократилась.

Наибольшее видовое разнообразие птиц наблюдалось на опушках леса и в районе очистных сооружений, что связано с наиболее благоприятными условиями для питания и гнездования.

Для обобщенной характеристики количественной структуры населения птиц использовали пятибалльную логарифмическую шкалу относительного обилия (Песенко, 1982): 1 балл – редкие виды (<3% общей численности), 2 балла – малочисленные виды (4–6%), 3 балла – обычные виды (7–16%), 4 балла – многочисленные виды (17–40%), 5 – массовые виды (>40% общей численности). Произведя расчеты, мы не обнаружили массовые, а также многочисленные виды, но были выявлены обычные и малочисленные, все остальные – редкие.

Таким образом, по предварительной оценке состояния орнитофауны Солдатского леса можно сделать вывод, что птицы адаптировались к воздействию стрессовых факторов. Видовой состав и численность птиц относительно стабильны, прослеживается тенденция к их росту. Данный факт обусловлен несколькими факторами: благоприятными условиями гнездования в районе исследования (многообразии древесной и кустарниковой растительности, отсутствие хозяйственной деятельности человека на прилегающих к лесу лугах); мозаичностью местообитаний; обширной кормовой базой, способностью потреблять разнообразные корма; разнообразием экологических ниш.

Для более детального анализа орнитофауны и факторов, влияющих на численность и видовое разнообразие птиц, необходимо продолжить начатые исследования. Результаты данной работы будут служить основой для дальнейшего мониторинга авифауны Солдатского леса.

ОСОБЕННОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ СОБАК-ПАРИЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ г. ЯКУТСКА, РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)) И ПУТИ РАЗРЕШЕНИЯ ЭТОЙ ПРОБЛЕМЫ

М. С. Устинова¹, И. М. Охлопков²

¹ *Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова,*

² *Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН*

Одной из актуальных проблем современных городов и других населенных пунктов России стали бродячие собаки. Изучение популяций синантропных собак-парий (*Canis familiaris* L., 1758) в условиях Крайнего Севера имеет ряд важных аспектов. В этой связи особого внимания заслуживают физиологические, морфологические и экологические реакции животных на особенности северной городской среды, их адаптации к ней и устойчивость к антропогенным воздействиям. Изучение существования популяций собак как представителей отряда хищных в условиях урбанизированных территорий позволяет охарактеризовать такие процессы, как урбанизация и синантропизация животных.

В основу настоящего сообщения положены исследования, проведенные в 2011 г. в 32 кварталах г. Якутска из 108 существующих. За этот период в них выявлено 165 бездомных собак с учетом того, что собаками-париями мы считали животных без ошейника и хозяина. Их прирост за период 2010–2011 гг. в среднем составлял 45% (limit 29–58%). По нашим оценочным данным, всего в г. Якутске обитает около 500 бездомных собак. В условиях г. Якутска бездомные собаки находят очень благоприятные условия для существования. Это связано с тем, что, несмотря на экстремальные климатические условия северного города (зимние температуры в г. Якутске до –60 °С, в среднем –42 °С), благодаря особенностям постройки домов в условиях многолетнемерзлых грунтов (сваи и расположения труб теплоцентралей под домами), собаки круглогодично имеют очень хорошие защитные убежища и занимают всю территорию города от центра до окраин. Причем, особенно благоприятны условия как раз в самой черте

города, где расположены каменные дома. По окраинам, в частном секторе, за исключением городской свалки и промышленных объектов, численность бездомных собак низка. Здесь, в основном, распространены собаки, относящиеся к категории собаки полувольного содержания. В этом заключается основное отличие существования бездомных собак в условиях северного города от других городов России и мира. Именно это преимущество дает бездомным собакам северного города возможность размножаться круглый год и обеспечивать высокую выживаемость молодняка.

Для разрешения проблемы собак-парий мы решили рассмотреть опыт Германии, так как это одна из тех стран, где можно сказать, что эта проблема разрешена. Из их опыта следует, что решить проблему бездомных животных невозможно за один–два года. Нужен более длительный срок, как минимум 5–9 лет.

Германия – это первая страна мира, которая ввела защиту животных в Конституцию страны (май 2002 г., статья 20а), так как жестокое обращение провоцирует превращение собаки в бездомное животное. Мы ставим задачу выработать закон о защите животных, которая устанавливает штрафные санкции в случае нарушения правил обращения с животными. Так, например, за выброс животного на улицу (такая форма поведения приравнивается к издевательствам) или его самовольное уничтожение налагается штраф 15000 рублей (если по каким-либо причинам нет возможности держать дома животное, то так же предлагаем его отнести в приют).

Для того чтобы не было перепроизводство собак, необходимо стремиться к уменьшению численности рождающихся животных даже среди профессиональных заводчиков, состоящих в официально зарегистрированных организациях – им предоставляются квоты, превышать которые они не имеют права. Бесконтрольно разводить животных запрещается.

Это дает нам также возможность контролировать численность собак, в общем, для чего нужно создать систему учета и домашних, и бездомных животных путем татуировок во внутренней стороне уха (помогает быстро находить хозяев собак). А также основным методом учета количества собак является стерилизация, что позволяет контролировать их численность. В том числе предлагаем взимать налог на содержание собак. Годовая сумма его колеблется в зависимости от породы от 1500 до 2000 рублей в год на первую собаку и от 2000 до 4000 рублей на последующие, независимо от размеров и породы собаки.

Исключением являются только «бойцовые» породы собак, налог на их содержание составит около 7000 рублей в год. Предоставляются скидки малоимущим семьям и не взимается налог со служебных собак, в том числе и собак-поводырей. И также делать скидки на тех собак, которые стерилизованы, чтобы у хозяев был стимул стерилизовать своих питомцев.

Для осуществления данных разработок нужно организовать приют, в которых содержат потерявшихся животных (брошенных и от которых отказываются владельцы), а также осуществляются операции по стерилизации и проводятся активные действия по поиску новых владельцев с целью уменьшения ко-

личества усыпленных животных. Приюты выполняют еще одну важную функцию: они являются отелями для животных на время отпуска владельцев. Что позволяет покрыть расходы приюта хоть чуть-чуть, также они существуют за счет пожертвований, небольшую дотацию от города и мероприятий.

СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*О. В. Ермакова, О. В. Раскоша
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Существует представление, что ионизирующая радиация вызывает стресс-эффект в широком диапазоне доз. Однако работы, посвященные лучевому стрессу, немногочисленны, а вопрос о влиянии хронического воздействия излучения в малых дозах на структурные и функциональные изменения в надпочечнике практически не изучен.

Исследования морфологических изменений коры надпочечников и уровня содержания гормонов в ткани надпочечника были проведены на белых беспородных мышах (52 особи) после длительного внешнего гамма-облучения (30 сут) при мощности дозы 400 мкГр/ч (суммарная доза составила 20,6–22,6 сГр). Исследуемый диапазон доз характерен для слабо и средне загрязненных радионуклидами территорий, а также участков с повышенным фоном естественной радиоактивности.

Обнаружено, что использованный режим хронического облучения вызывает почти двукратный подъем уровня кортикостерона в ткани надпочечника (контроль – 44 ± 11 , облучение – 76 ± 13 нг), и значительное снижение уровня альдостерона – гормона клубочковой зоны (121 ± 37 и 68 ± 25 нг), регулирующего водно-солевой обмен. Изменение функциональной активности коры надпочечников подтверждается морфологическими методами исследования. Хроническое облучение в исследуемых дозах приводит к достоверному увеличению объема пучковой зоны и уменьшению величины клубочковой зоны коры надпочечника. Сравнение результатов эксперимента и радиоэкологического мониторинга показало, что хроническое воздействие ионизирующего излучения вызывает однотипную реакцию гиперактивности этого органа у полевок при длительном воздействии ионизирующего излучения в естественной среде обитания, а также в условиях моделирования хронического воздействия внешнего облучения.

Характер изменений в надпочечнике, выявленный на уровне клеток и тканей у мышевидных грызунов в природных условиях и в эксперименте, убедительно показывает, что именно гиперактивность коры надпочечника, как универсальная неспецифическая реакция, является общим механизмом ответной реакции системы на хроническое облучение в малых дозах.

Работа поддержана грантами Инициативные проекты № 12-У-4-1015 и Проекты программ Президиума РАН № 12-П-4-1021.

СТРОЕНИЕ ЛИМФОИДНЫХ СТРУКТУР СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА НА ПОДЖЕЛУДОЧНУЮ ЖЕЛЕЗУ КРЫС

*Е. В. Тишкина¹, А. С. Федюкова¹, П. Г. Распутин¹,
С. Д. Андреева², Н. С. Федоровская²*

*¹ Кировская государственная медицинская академия,
² Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
³ Кировский научно-исследовательский институт
гематологии и переливания крови*

Острый панкреатит – полиэтиологическое заболевание, затрагивающее не только поджелудочную железу, но и соседние органы, в том числе селезенку. Этот орган является важной составной частью иммунной системы, клетки которой активно включаются в контакт с антигенами, поступающими из крови при панкреатите. Стресс запускает в организме цепь интегрированных реакций нервной, эндокринной и иммунной систем, обусловленных активацией гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной (ГГНО) и симпато-адреналовой систем, приводящих к сложным иммуномодуляционным изменениям. Нарушаются устойчивые связи между ними, их компартментами и субкомпартментами, иммуноцитами и их микроокружением [1, 2].

Селезенка является крупнейшим лимфоидным органом в организме человека и млекопитающих, вносящим весомый вклад в развитие и поддержание клеточного и гуморального иммунного ответа, врожденного и приобретенного иммунитета, количественный и качественный состав иммуноцитов крови, лимфы и других лимфоидных органов [3]. Лимфодеструктивное, лимфодегенеративное и лимфопролиферативное действие стресса способно изменить эти взаимоотношения и привести к продолжительному нарушению иммунного ответа [4].

Мы провели изучение воздействия холодового стресса на иммунный статус организма экспериментальных животных на уровне периферического звена иммунной системы и его крупнейшего органа – селезенки с использованием методов количественной иммуногистохимии на разных этапах развития воспалительного ответа.

Цель исследования – изучить морфологические изменения паренхимы селезенки крыс при остром панкреатите в динамике с учетом фаз развития патологического процесса. Задачи – оценить гистологические изменения в белой пульпе селезенки; произвести морфометрическую оценку состояния паренхимы селезенки в течение эксперимента.

Для исследования в динамике (через 1 час и на 1 – 3 – 7 – 14-е сутки после операции) морфологических изменений селезенки крыс при остром деструктивном панкреатите (ОДП) была применена криогенная (холодовая) мо-

дель на 30 беспородных самцах крыс. В первый час ОДП в селезенке было выявлено достоверное увеличение средней площади периартериальных лимфоидных влагалищ (ПАЛВ) с $0,009 \pm 0,006$ мкм² (группа сравнения) до $0,014 \pm 0,005$ мкм². В течение первых суток развития панкреатита средняя площадь Т-клеточной зоны белой пульпы увеличилась до $0,054 \pm 0,01$ мкм². К третьим суткам развития панкреатита средняя суммарная площадь ПАЛВ возрасла по сравнению с интактными животными до $0,063 \pm 0,01$ мкм² ($p < 0,05$). На седьмые сутки ОДП иммунная реакция селезенки выражалась в увеличении средней суммарной площади Т-клеточных зон достоверно по сравнению с интактными животными ($0,066 \pm 0,009$ мкм²). К 14 суткам моделирования острого панкреатита в белой пульпе крыс средняя площадь ПАЛВ равнялась $0,055 \pm 0,006$ мкм², что незначительно выше по сравнению со здоровыми животными ($p < 0,05$). При развитии ОДП происходила активация Т-клеточного звена иммунитета, что отражалось на соответствующих зонах локализации этих клеток в селезенке. Изменения площадей ПАЛВ имели волнообразный характер (пики соответствуют 1-му часу и 7 суткам).

При панкреатите происходит активация Т-клеточного звена иммунитета, что отражается на соответствующих зонах локализации этих клеток в селезенке. Характер изменения площадей ПАЛВ и их клеточного состава имеет волнообразный характер (пики соответствуют 1-му часу и 7 суткам). Данное исследование дает возможность рекомендовать своевременное проведение диагностических и терапевтических мероприятий по купированию воспалительного процесса в поджелудочной железе.

Литература

1. Лебединская О. В., Горская Ю. Ф., Шуклина Е. Ю. и др. Анализ изменений количества стромальных клеток-предшественников в тимусе и селезенке животных различных возрастных групп // Морфология. 2005. Т. 127. № 3. С. 41–44.
2. Прасолова Л. А., Оськина И. Н. Морфофункциональные характеристики селезенки у крыс разного поведения после воздействия рестрикционного стресса // Морфология. 2004. Т. 125. № 1. С. 59–63.
3. Сапин М. Р., Ерофеева Л. М., Григоренко Д. Е., Федоренко Б. С. Особенности реакции различных функциональных зон тимуса и лимфоидной ткани селезенки мышей на гамма-облучение // Бюлл. эксп. биол. мед., 1998. Т. 125. Т. 4. С. 469–473.
4. Смирнова Т. С., Ягмуров О. Д. Строение и функции селезенки // Морфология. 1993. Т. 104. № 5–6. С. 142–159.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ НУТРИИ

С. А. Ермолина, С. Ф. Малинин

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
sweta_ermolina@mail.ru*

Нарастающее развитие промышленных предприятий и транспорта оказывает большой вред окружающей среде, являясь мощным источником загрязне-

ния. Наиболее опасными загрязняющими веществами, поступающими из окружающей среды, мигрирующими по трофическим цепям и кумулирующимися в организме животных являются тяжелые металлы. Накапливаясь в организме, они оказывают мутагенное, тератогенное и эмбриотоксическое действие (Вяйзенен, 2000). Поэтому изучение содержания и распределения тяжелых металлов в органах животных является весьма актуальным. Интерес к исследованию тяжелых металлов во внутренних органах нутрии вызван тем, что могут быть использованы в качестве дополнительного источника белка в рационе плотоядных зверей, что значительно бы удешевило рацион, поскольку в производстве пушнины основной статьей расходов являются именно затраты на мясные корма.

Поэтому целью нашей работы стало изучение возрастной динамики содержания тяжелых металлов во внутренних органах нутрий.

Объектом исследований были клинически здоровые самцы нутрий черного окраса, подобранные методом аналогов в возрасте шести и восемнадцати месяцев ($n=5$), содержащиеся в закрытом помещении с регулируемым микроклиматом. Материалом исследования послужили внутренние органы – печень, почки, сердце, легкие. Определение содержания тяжелых металлов проводилось согласно ГОСТ 26929-94.

Как показывает анализ полученных данных, наибольшая кумуляция тяжелых металлов среди исследованных внутренних органов отмечается в печени и почках (табл.). Так, концентрация ртути в почках 6-ти месячных нутрий в 15 раз больше, чем в сердце; мышьяка – в среднем в 6–8 раз выше по сравнению с сердцем и легкими. Вероятно, это связано с тем, что именно печень и почки являются биологическими фильтрами организма. С возрастом отмечается достоверное увеличение содержания всех исследованных элементов в печени и легких примерно в 2 раза, в почках ртути и свинца в 1,5 и 3 раза соответственно ($p<0,05$). Однако в некоторых органах регистрируется незначительное уменьшение концентрации металлов. Так, количество мышьяка в почках и ртути в сердце к 18-месячному возрасту незначительно уменьшается от 1,44 до 1,34 мг/кг и от 0,04 до 0,03 мг/кг. Возможно, это связано с перераспределением их в другие органы при достижении ими максимальной концентрации.

**Содержание тяжелых металлов во внутренних органах нутрий
в зависимости от возраста (мг/кг)**

| Внутренние органы | Исследуемый элемент | Возраст, мес. | |
|-------------------|---------------------|---------------|------------|
| | | 6 | 18 |
| Печень | Мышьяк | 1,39±0,02 | 2,20±0,10 |
| | Ртуть | 0,34±0,02 | 0,69±0,03 |
| | Свинец | 1,18±0,02 | 2,02±0,08 |
| Почки | Мышьяк | 1,44±0,04 | 1,34±0,04 |
| | Ртуть | 0,63±0,04 | 0,96±0,03 |
| | Свинец | 0,61±0,03 | 1,78±0,08 |
| Сердце | Мышьяк | 0,18±0,03 | 0,49±0,03 |
| | Ртуть | 0,04±0,006 | 0,03±0,003 |
| | Свинец | 0,64±0,07 | 0,85±0,03 |
| Легкие | Мышьяк | 0,21±0,02 | 0,48±0,04 |
| | Ртуть | 0,05±0,005 | 0,10±0,003 |
| | Свинец | 0,56±0,05 | 1,01±0,07 |

Полученные показатели по тяжелым металлам были сопоставлены с максимально допустимым уровнем их в кормах для непродуктивных животных и данные показали: концентрация мышьяка и ртути в печени и почках 18-ти месячных нутрий несколько выше нормативных. В целом можно отметить, что концентрация тяжелых металлов находится в пределах МДУ согласно «Ветеринарно-санитарным нормам и требованиям к качеству кормов для непродуктивных животных» (1997).

Литература

Ветеринарно-санитарные нормы и требования к качеству кормов для непродуктивных животных / Ветеринарно-санитарные нормы и требования. М., 1997. С. 1–6.

Вяйзенен Г. Н. и др. Экология животных. Атлас распределения тяжелых металлов и радионуклидов в организме теплокровных. Великий Новгород, 2000. 150 с.

ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсических элементов».

СЕКЦИЯ 3

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО КОМПЛЕКСА В РАЙОНЕ ОБЪЕКТОВ ОАО «КИРОВО-ЧЕПЕЦКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

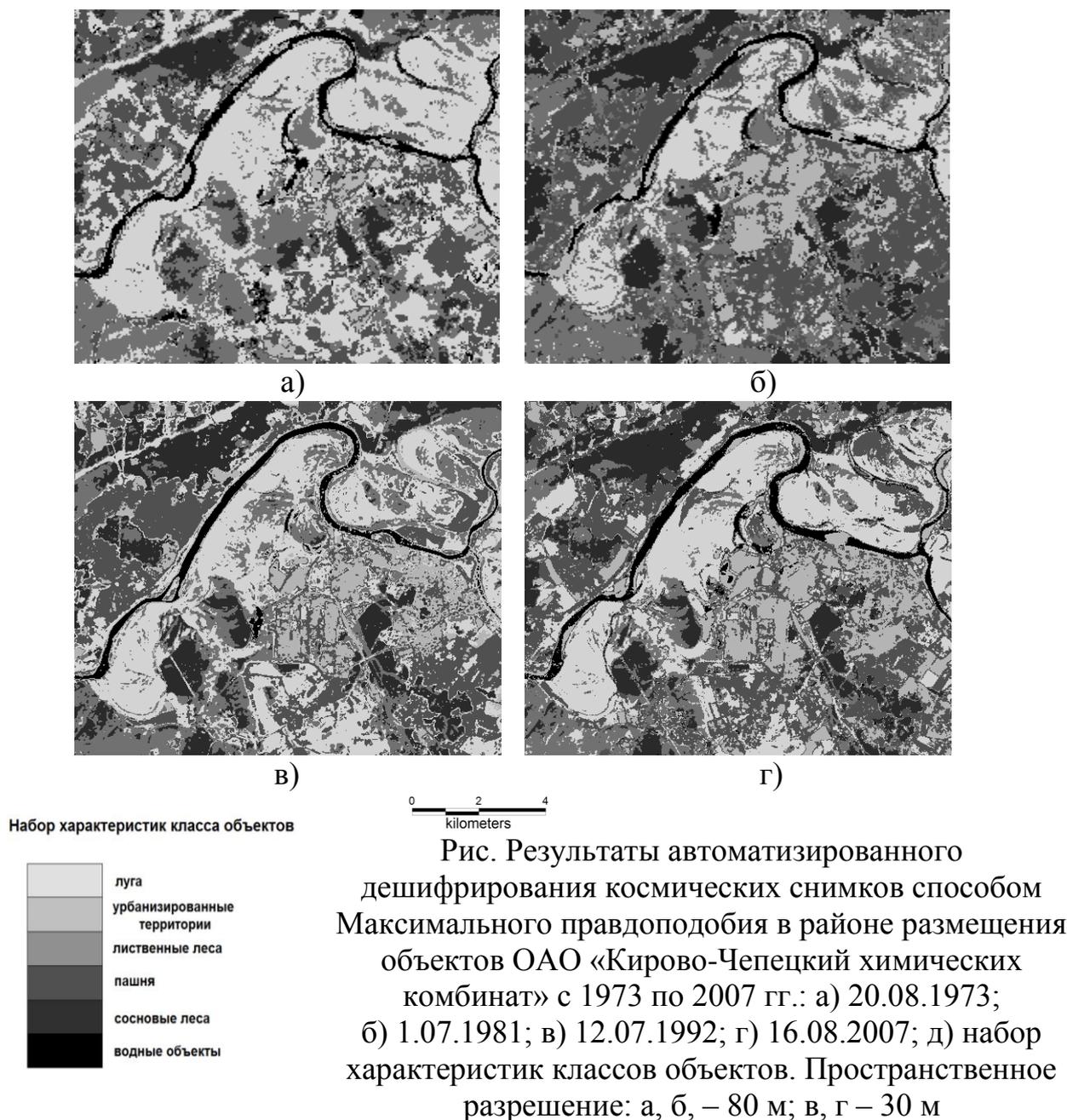
Т. А. Адамович¹, Г. Я. Кантор^{1,2}, Т. Я. Ашихмина^{1,2}
¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

На территории Кировской области более 60 лет действует «Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б. П. Константинова» (КЧХК) являющийся одним из крупнейших промышленных предприятий России по производству фторполимеров и минеральных удобрений. На территории комбината находятся шламонакопители и хвостохранилища, содержащие свыше 1 млн. 200 тыс. т токсичных отходов, в том числе, около 400 тыс. т ртутьсодержащих и более 440 тыс. т. радиоактивных отходов. Основная промышленная зона объектов Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК) площадью около 25 км² расположена к западу от г. Кирово-Чепецка. Исследуемая территория района размещения объектов КЧХК с севера и востока ограничена рекой Вятка, с запада – р. Просница. На территории присутствует большое количество болот, подземные воды близко подходят к поверхности земли. Всю территорию с востока на запад пересекает цепь старичных озер. Озера соединены между собой и с р. Елховкой временными водотоками. Зональной растительностью района являются пихтово-еловые, еловые и пихтовые леса, а также лиственные березняки и осинники, выросшие на месте вырубленных хвойных лесов. Лесопокрытая площадь Кирово-Чепецкого района составляет 44,5%, площадь сельхозугодий – 45,45%.

В работе наряду с полевыми исследованиями, выполнена оценка состояния природно-техногенных систем с использованием методов аэрокосмического мониторинга. Ландшафтное дешифрирование нацелено на выделение условно нарушенных участков экосистем, определение зон антропогенных нарушений. По его результатам на снимках за многолетний период можно выявить динамику влияния на природный комплекс строящихся и эксплуатируемых производственных объектов, рубки леса, химического загрязнения и воздействия других факторов.

Для выявления классов объектов на космическом снимке применяли автоматизированное дешифрирование в программном комплексе ENVI 4.5 с ис-

пользованием классификации с обучением. С целью выявления изменений структуры природного комплекса в районе влияния Кирово-Чепецкого химического комбината было выделено 6 классов объектов: сосновые леса, лиственные леса, луга, урбанизированные территории, пашня, водные объекты. Для классификации использовали способ максимального правдоподобия. В выборе эталонных участков для каждого класса применялись результаты полевых исследований, данные анализа карт изучаемой территории, визуального дешифрирования синтезированных цветных изображений. По результатам дешифрирования были получены тематические карты исследуемого природно-техногенного комплекса за период с 1973 по 2007 гг. (рис.). Проведен сравнительный анализ и обработка полученных материалов, выявлены тенденции изменения ландшафта в результате антропогенного влияния.



Процент классифицированных объектов в районе размещения предприятий ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат»

| Класс объектов | Занимаемая классом территория, % | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------|---------|---------|
| | 1973 г. | 1981 г. | 1992 г. | 2007 г. |
| Сосновые леса | 7,91 | 8,42 | 13,57 | 15,52 |
| Лиственные леса | 24,08 | 16,77 | 12,14 | 19,08 |
| Луга | 41,52 | 14,96 | 26,89 | 29,88 |
| Урбанизированная территория | 4,09 | 21,23 | 16,01 | 12,28 |
| Пашня | 17,69 | 28,38 | 27,11 | 20,28 |
| Водные объекты | 4,71 | 8,26 | 4,25 | 2,96 |

На основе результатов тематической обработки космических снимков территории вблизи Кирово-Чепецкого промышленного комплекса за период более 30 лет (с 20 августа 1973 г. по 16 августа 2007 г.) и проведенного анализа полученных данных (табл.) выявлено изменение структуры природно-техногенной системы в районе исследования. Изменение процентного соотношения занимаемой классами территории в значительной степени связано с увеличением инженерно-строительных сооружений вследствие строительства крупного промышленного предприятия – Завода минеральных удобрений (1978 г. – дата начала строительства завода). В период с 1973 по 1981 гг. площадь урбанизированных территорий возросла в 5,2 раза, площадь распаханых земель – в 1,6 раз, что так же может быть связано с крупномасштабным строительством. Площади лиственных лесов и лугов в свою очередь резко сократились на 7,3 и 26,6% соответственно. Уменьшение площадей лиственных лесов и луговых фитоценозов связано со строительством Завода минеральных удобрений, выработкой карьера Завода минеральных удобрений и других объектов на изучаемой территории. Площади, занимаемые сосновыми лесами, постепенно увеличиваются (к 2007 г. увеличение происходит практически в 2 раза), что говорит о постепенном восстановлении сосновых лесов на данной территории. По результатам дешифрирования космических снимков также можно сделать вывод о том, что луга, места вырубок постепенно зарастают вторичными лесами, возрастают площади лиственных лесов (1981 г. – 16,77%; 2007 г. – 19,08%). Изменения площадей, занимаемых водными объектами на снимках, зависят в первую очередь от сезона съемки и появления искусственных водоемов в результате строительства объектов ОАО «КЧХК».

Таким образом, проведенные исследования в районе промышленного комплекса КЧХК, с использованием методов автоматизированного дешифрирования, позволили в динамике проследить развитие природно-техногенного комплекса за многолетний период. Установлено, что интенсивная хозяйственная деятельность привела к изменению структуры природного комплекса, к смене породного состава лесов, сокращению лугов, увеличению площади урбанизированных территорий. Кроме того, полученные результаты автоматизированного дешифрирования космических снимков с использованием в качестве областей интереса объектов природно-техногенной системы в районе размеще-

ния предприятий КЧХК дополняют данные полевых исследований и хорошо согласуются с ними.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПОЛИГОНЕ ГЛУБИННОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЖИДКИХ ОТХОДОВ В РАЙОНЕ КЧХК

Е. В. Бабкина^{1,2}, О. В. Хорошавина²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования, trv_egr@mail.ru; kababkina@mail.ru

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) является крупнейшим предприятием Кировской области. Отходы производства КЧХК утилизируются во второй полосе водоохранной зоны Кировского водозабора. В зоне влияния комбината наблюдается загрязнение грунтовых вод водоносного средне-верхнечетвертичного современного аллювиального горизонта (аQ_{II-IV}), имеющее сложный качественный состав. Основными загрязняющими веществами являются азот аммонийный, нитраты, стронций, хлориды, сульфаты. Ореол загрязнения грунтовых вод занимает площадь около 3450 тыс. м² и распространяется в западном направлении к р. Вятка [5]. Токсичные вещества проникают в окружающую среду и вызывают угрозу для всех живых организмов, поэтому работы по мониторингу данных объектов являются актуальными.

Для решения проблемы загрязнения грунтовых вод и снижения негативного воздействия на недра с 2008 г. ОАО «КЧХК» проводятся работы по консервации 6 секции хвостохранилища. Была произведена кольматация всего периметра внутреннего откоса и дна обводненного котлована, а также откачка отстоявшихся вод на полигон подземного захоронения промышленных сточных вод с целью снижения воздействия отходов на водоносные горизонты [8].

Подземное захоронение сточных вод является одним из видов пользования недрами, цель которого – предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и пресных подземных вод жидкими промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми отходами.

В России накоплен солидный опыт по изоляции биосферы от радионуклидов и промстоков предприятий способом их закачки в глубинные пласты-коллекторы; существует 18 подобных полигонов, 3 из которых предназначены для радиоактивных отходов (РАО).

Для прекращения ежегодных залповых сбросов промстоков КЧХК в поверхностные водотоки в 1987 г. введен в эксплуатацию полигон подземного захоронения промышленных сточных вод, расположенный на северо-западной окраине г. Кирово-Чепецка. Полигон предназначен для непрерывной глубинной закачки промышленных стоков III и IV классов опасности, в том числе и со-

державших радионуклиды, в пласт-коллектор подземного хранилища через систему из 5 нагнетательных скважин.

Захоронение жидких отходов осуществляется на глубину около 1300 м в карбонатные породы серпуховско-окского водоносного комплекса (C₁s-ok). Пласт-коллектор перекрыт глинистыми водоупорными породами верейского горизонта [1], содержит рассолы (минерализация около 260 г/л), непригодные для использования в хозяйственных целях. Пресные воды верхней части геологического разреза данного района изолированы от пласта-коллектора. Объем закачки сточных вод – 2000 м³/сут при давлении на устье скважин от 2 до 3 МПа.

Закачиваемые в хранилище промышленные сточные воды – нейтральные (рН = 6,5 – 8,0). Минерализация их изменяется в пределах от 76 до 108 г/л, температура сточных вод – до +36 °С.

Полигон имеет горный отвод радиусом 3500 м, за пределы которого загрязнение не должно распространяться. С целью слежения за распространением отходов по пласту-коллектору и состоянием подземных вод верхних водоносных горизонтов организована сеть наблюдательных скважин.

За 24-летний период эксплуатации закачано более 9,0 млн. м³ отходов [8]. Как видно из таблицы, за последние 3 года объем закачиваемых сточных вод снижался, но в 2011 г. он увеличился за счет утилизации на полигон отстоявшейся воды из 6 секции хвостохранилища.

Таблица

Данные по объему закачанных сточных вод в 2008–2011 гг., м³

| Дата | Скважины | | | | | | Объем закачанных сточных вод в год | Всего с начала эксплуатации по скважинам |
|------------|----------|-------|-------|--------|--------|-------|------------------------------------|--|
| | Н-1 | Н-2 | Н-3 | Н-4 | Н-5 | Н-6 | | |
| 31.12.2008 | 0 | 36235 | 36622 | 118253 | 156425 | 33089 | 380525 | 8052762 |
| 31.12.2009 | 0 | 4767 | 76136 | 98572 | 128328 | 22715 | 330518 | 8383280 |
| 31.12.2010 | 0 | 38212 | 69754 | 100233 | 74706 | 8935 | 291840 | 8674820 |
| 31.12.2011 | 0 | 42116 | 75353 | 83910 | 94224 | 64237 | 359840 | 9035360 |

Для безопасной работы полигона и предотвращения загрязнения водоносных горизонтов предусмотрена система контроля, как за состоянием подземных вод, так и за объектами закачки (скважинами) [2]. Контроль осуществляется Кировским областным государственным бюджетным учреждением «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования».

Одним из видов контроля является контроль за закачкой сточных вод в глубоколежащие водоносные горизонты. Основными контролируемыми параметрами являются давление и объем закачки, которые не должны превышать установленных пределов, а также химический состав сточных вод и их физические характеристики [3].

Следующими видами контроля [6], осуществляемыми в процессе эксплуатации полигона подземного захоронения промстоков, являются: гидрогеоло-

гический, гидрохимический и геофизический контроль технического состояния эксплуатационных колонн наблюдательных и нагнетательных скважин.

Санитарно-гидрогеологическое состояние подземного хранилища и вышележащих горизонтов контролируется 18-ю наблюдательными скважинами. 10 скважин оборудованы на пласт-коллектор, 2 – на буферный горизонт, 6 – на верхний водоносный горизонт, используемый для водоснабжения.

Результаты геофизических наблюдений за техническим состоянием скважин показывают отсутствие порывов, трещин, свищей на трубах, следовательно, при закачке исключены утечки стоков в верхних водоносных горизонтах.

Наблюдения за пластом–коллектором свидетельствуют, что компоненты сточных вод распространились на расстояние 2000–2500 м, и находятся в центральной части хранилища в пределах границ горного отвода [5].

Наблюдения за буферным горизонтом позволяют сделать вывод об отсутствии в нем компонентов промышленных сточных вод.

Наблюдения за верхним водоносным горизонтом, используемым для хозяйственно-питьевого водоснабжения, свидетельствуют об отсутствии компонентов отходов [5].

Таким образом, правильная эксплуатация и регулярные наблюдения за полигоном глубинного захоронения показывают, что сточные воды не оказывают воздействия на водоносные горизонты, негативное влияние их на окружающую среду снижается [4]. По-видимому, закачка сточных вод в глубинные горизонты для долговременной изоляции является перспективной, соответствующей экологическим требованиям, экономичной, инновационной технологией, альтернативной принятой в мире стратегии отверждения сточных вод и последующего захоронения.

После прекращения активной закачки отходов в пласт-коллектор необходимо продолжить контроль за состоянием отходов и предложить способы ограничения их распространения за границы горного отвода [7].

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Боровская В. А., Гаврилов И. Т., Гольдберг В. М., Кривошеев В. П., Тарасова Н. В., Титов Н. А. Гидрогеологические исследования для захоронения промышленных сточных вод в глубокие водоносные горизонты / Под ред. К. И. Антоненко и Е.Г. Чаповского. М.: Недра, 1978.
2. Рыбальченко А. И., Пименов М. К., Костин П. П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. М.: Изд. АТ, 1994.
3. Гольдберг В. М., Скворцов Н. П., Лукьянчикова Л. Г. Подземное захоронение промышленных сточных вод. М.: Недра, 1994.
4. Грабовников В. А., Татарчук Ю. С., Шипулин Ю. К. Условия обеспечения экологической безопасности подземного захоронения токсичных отходов // Разведка и охрана недр, № 4, 1999.
5. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Кировской области за 2011 г. КОГБУ «ВятНТИЦМП», Киров, 2011.

6. Малыхин М. Я., Тердовидов А. С., Павлов С. Д. Современные методы контроля захоронения промстоков. М.: ВНИИЭгазпром, 1986.
7. Экологические проблемы подземного захоронения промышленных отходов в глубинные горизонты // Экологический вестник России, № 4, 1999.
8. Современная радиоэкологическая обстановка в Кировской области. Объектный мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО» // Мат. науч.-практ. конф. Киров, 2009.

О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. А. Менялин, В. А. Титова
РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП»,
rckirov@gmail.com

В рамках федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» была создана система государственного экологического контроля и мониторинга объектов уничтожения химического оружия, главное требование к которой состоит в обеспечении высокой достоверности контроля за содержанием загрязняющих веществ на источниках выбросов и в компонентах природной среды. В регионах Российской Федерации, имеющих объекты уничтожения химического оружия, обеспечение государственного экологического контроля и мониторинга было возложено на специализированные аккредитованные центры, в состав которых входят химико-аналитические и биологические лаборатории. Одним из таких центров является Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области Федерального бюджетного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» (РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП»), оснащённый современным аналитическим оборудованием, позволяющим определять содержание специфических загрязняющих веществ на уровне допустимых концентраций и ниже.

Деятельность РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП» по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга за функционированием объекта УХО в пос. Мирный Кировской области осуществляется в соответствии с Программами и планами-графиками выполнения работ, согласованными территориальными органами Росприроднадзора, Ростехнадзора и Росгидромета.

С июля 2010 г. на объекте по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области были начаты работы по детоксикации зомана с последующим сжиганием реакционных масс. В 2011 г. продолжено уничтожение зомана.

В 2011 г. РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП» осуществлялись работы по контролю выбросов от источников детоксикации зомана, сбросов загрязняющих веществ со сточными водами очистных сооружений

пгт. Мирный и объекта УХО, за состоянием окружающей среды в местах размещения отходов. В санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий объекта УХО проводился экологический мониторинг состояния основных компонентов природной среды (атмосферный воздух, почва, снежный покров, природная вода, донные отложения). В соответствии с перечнем приоритетных контролируемых показателей определялись следующие специфические ЗВ: зоман, зарин, вещество типа Vx, иприт, люизит, О–пинаколилметилфосфонат, О–изопропилметилфосфонат, мышьяк, фосфор общий, N–метилпирролидон, изобутиловый спирт, фосфор общий, фосфора неорганические соединения, фториды твердые, водород фтористый, сера общая и др.

В 2011 г. проведены анализы: пятьсот двадцати двух проб атмосферного воздуха; ста тридцати восьми проб промышленных выбросов от источников загрязнения атмосферы; сорока девяти проб воды подземной (наблюдательных и эксплуатационных скважин, колодцев); двадцати семи проб воды природной поверхностной; девяти проб сточных вод (поверхностных ливневых сточных вод, хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО); семидесяти семи проб почвы; семнадцати проб донных отложений; пятидесяти шести проб снежного покрова.

Всего отобрано 895 проб объектов окружающей среды, проведено 3963 компонентоопределения. С начала функционирования объекта УХО в пос. Мирный Кировской области Центром проведено 36216 исследований, из них на определение вещества типа Vx – 1137, зарина – 188, иприта – 183, люизита – 182, зомана – 376, продуктов деструкции ОВ – более 5600.

Специфические загрязняющие вещества (отравляющие вещества и продукты их деструкции) в исследованных пробах не обнаружены.

В отобранных пробах атмосферного воздуха, промышленных выбросов, воды поверхностных ливневых сточных вод, снежного покрова содержание общепромышленных загрязняющих веществ без превышений установленных нормативов и «фоновых» показателей.

В пробах хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО отмечено превышение норматива допустимого сброса (НДС) по 4 показателям: содержанию фосфат-ионов, железа растворённого, нитрат-ионов, БПК_{полн}). Указанные отклонения от нормативов имели место и до начала действия объекта и объясняются недостаточно эффективной работой очистных сооружений, что подтверждается и экотоксикологическими исследованиями. На качество воды реки Погиблица хозяйственно-бытовые сточные воды очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО существенного влияния не оказывают, так как содержание загрязняющих веществ в контрольном створе (на расстоянии 500 м ниже сброса сточных вод) не превышает их содержание в пробах, отобранных на расстоянии 500 м выше сброса сточных вод. Пробы воды р. Погиблица до и после сброса хозяйственно-бытовых сточных вод не обладают острым токсическим эффектом; токсичность проб, определённая с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris*, связана с повышенным содержанием железа растворённого.

В 2 пробах воды эксплуатационных скважин отмечено незначительное превышение санитарно-гигиенического норматива по содержанию фторид-ионов. В районе размещения объекта УХО для подземных вод характерно повышенное природное содержание фторид-ионов, что наблюдалось в течение 5 лет.

В пробах воды колодцев отмечено 2 превышения санитарно-гигиенического норматива по содержанию железа, что объясняется его повышенным природным содержанием в грунтовых водах в весенний период.

В 8 пробах воды наблюдательных скважин зафиксировано превышение «фоновых» значений по химическому потреблению кислорода (ХПК), что можно объяснить природным высоким содержанием органических и неорганических соединений в грунтовых водах в весенний период.

Превышение ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) по содержанию мышьяка обнаружено в 2 пробах почвы, что фиксировались и ранее, в том числе, до начала работы объекта УХО.

Отмечено превышение «фоновых» концентраций по содержанию мышьяка в 2 пробах донных отложений, что можно объяснить естественными природными процессами.

Отрицательного влияния на окружающую среду производственной деятельности объекта УХО в пос. Мирный Кировской области не установлено.

На протяжении последних 3 лет проводится исследование ферментов крови и внутренних органов грызунов, отловленных в зоне влияния объекта УХО. Исследования показывают отсутствие специфических изменений крови и внутренних органов указанных млекопитающих.

Кроме перечисленных выше исследований проводится биологический мониторинг с использованием информативных видов-биоиндикаторов: растений, грибов, лишайников, представителей животного мира.

Различные методы биологического мониторинга позволили комплексно оценить состояние природных сред и объектов, выявить некоторые отклонения в природном комплексе на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области.

Биоиндикация состояния природных сред и объектов по сравнению с данными 2007–2011 гг. свидетельствует о наметившейся тенденции увеличения загрязняющих веществ в природном комплексе. Загрязнение в районе объекта УХО в пос. Мирный Кировской области проявилось на биохимическом и физиологическом уровне и не показало влияния на внешний вид растений и экологические режимы фитоценозов. Увеличение антропогенной нагрузки может со временем проявиться в изменениях показателей на морфологическом и популяционном уровне организации.

В целом, результаты проведенных работ в течение 5 лет по государственному экологическому контролю и мониторингу подтверждают, что объект УХО в пос. Мирный Кировской области не оказывает негативного техногенного воздействия на окружающую среду, состояние экологической обстановки в зоне его влияния удовлетворительное.

Литература

Отчёт Филиала «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области Федерального бюджетного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» за 2011 год.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Домнина¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Биологический мониторинг является важнейшей составной частью экологического мониторинга окружающей природной среды, в процессе которого обеспечивается система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения [1]. С 2004 г. проводится мониторинг территории СЗЗ и ЗЗМ в районе объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области. Целью его является оценка состояния атмосферного воздуха, почв, поверхностных водных объектов, растительности и животного мира.

В полевой период 2011 г. для оценки состояния компонентов природной среды проведены работы на 43 репрезентативных участках.

Использование информативных видов-биоиндикаторов: растений, грибов, лишайников, представителей животного мира, различных методов биологического мониторинга – позволило комплексно оценить состояние природных сред и объектов на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области и сделать некоторые выводы.

На основании анализа показателей по оценке состояния атмосферного воздуха были выявлены участки с максимальной техногенной нагрузкой, которые удалены от источника воздействия на 1,5–2 км. Сохранилась тенденция увеличения содержания общего фосфора по мере приближения к объекту уничтожения химического оружия, но содержание этого элемента в лишайнике гипогимния вздутая и хвое сосны обыкновенной по сравнению с 2010 г. практически не изменилось.

Изучение почвенного фермента уреазы показало низкую активность на участках, расположенных в еловых фитоценозах.

Данные анализа пыльцы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) позволили выявить участки с повышенной частотой встречаемости аномальных пыльцевых зерен расположенные на удалении 1–2 км от объекта уничтожения химического оружия.

Результаты обследования плотности популяций видов позвоночных животных, внесенных в программу экологического мониторинга, не показали значимых отличий, полученных при фоновом обследовании и в предыдущие годы.

Из 43 обследованных в 2011 г. участков мониторинга изменения по различным показателям были отмечены на четырнадцать. Участки мониторинга, на которых проявились отклонения от фоновых значений по комплексу показателей находятся на удалении 1,5–2 км от объекта уничтожения химического оружия. Большая часть участков мониторинга с выявленным воздействием объекта располагается в северо-, северо-восточном направлении, в направлении преобладающих ветров. Следует отметить, что техногенное загрязнение проявляется в течение трех последних лет в основном на одних и тех же участках.

Таким образом, результаты биоиндикации состояния природных сред и объектов по сравнительным данным 2007–2011 гг. свидетельствуют о наметившейся тенденции увеличения загрязняющих веществ в природном комплексе. Загрязнение в районе объекта УХО в пос. Мирный Кировской области в первую очередь проявилось на биохимическом и физиологическом уровне, но не выявлено изменений на морфологическом уровне (внешний вид растений) и популяционном (экологические режимы фитоценозов).

В 2012 г. научные исследования по изучению состояния природного комплекса по отработываемым методикам и информативным биоиндикаторам будут продолжены.

Литература

1. Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я. Научно-методическое сопровождение биологического мониторинга природно-техногенных территорий. / Биологический мониторинг природно-техногенных систем. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Ч. 1. Киров. 2011. С. 237–239.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2011 г.

В. А. Титова

*РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП»,
rckirov@gmail.com*

В 2011 г. Филиалом «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области Федерального бюджетного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» (далее – РЦГЭКиМ по Кировской области ФБУ «ГосНИИЭНП») в санитарно-защитной зоне (далее – СЗЗ) и зоне защитных мероприятий (далее – ЗЗМ) объекта уничтожения химического оружия (далее – объект УХО) в пос. Мирный Кировской области было отобрано двадцать четыре пробы воды поверхностных водоёмов и сорок девять проб воды подземной, в том числе из наблюдательных скважин (26, из них две в местах размещения отходов), эксплуатационных скважин (16), колодцев (7).

Пробы поверхностной воды отбиралась из Карповых озёр (пойма реки Вятка), рек: Бражиха, Погиблица (в пяти точках), Прудиче (створ у д. Тарасовы), Вятка (створы у д. Истобенск и д. Тиваненки), Холуница (створ у д. Смолиха), Большая Холуница (створ у д. Поздяки), Низяна (створ у д. Пустоши), Молома (створ у д. Юрьево), Черняница (створ у д. Веснины).

Пробы воды из эксплуатационных скважин отобраны в пос. Мирный, д. Быстряги, д. Новожилы и в/ч пос. Мирный; из колодцев – в д. Новожилы, д. Марадыково, д. Серичи и д. Чигили.

Специфические загрязняющие вещества (отравляющие вещества и продукты их деструкции) в исследованных пробах не обнаружены. Превышение допустимых нормативов или фоновых показателей отмечено в следующих пробах воды. По содержанию фторид-ионов в эксплуатационных скважинах № 32573э.скв (д. Быстряги, дата отбора 14.03.2011 г.) – в 1,33 раза, № 76707э.скв (вблизи очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО, дата отбора 14.03.2011 г.) – в 1,67 раза.

Превышение предельно-допустимой концентрации по содержанию фторид-ионов в пробах воды эксплуатационных скважин можно объяснить тем, что в марте наблюдается низкий уровень подземных вод. Водообильность падает, в связи с чем возрастают концентрации растворимых химических соединений. Кроме того, в районе размещения объекта УХО для подземных вод характерно повышенное природное содержание фторид-ионов (в скважине № 32573э.скв превышение по данному показателю наблюдается в течение 5 лет).

По химическому потреблению кислорода превышение фонового показателя установлено для наблюдательных скважин:

– № 005н.скв (в СЗЗ, к западу-юго-западу от объекта УХО, дата отбора 22.05.2011 г.) – в 1,58 раза;

– № 006н.скв (в СЗЗ, к юго-западу от объекта УХО, дата отбора 22.05.2011 г.) – в 3,2 раза;

– № 1041/03н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 3,08 раза;

– № 1041/04н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 2,93 раза;

– № 1041/05н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 1,43 раза;

– № 1041/07н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 1,75 раза;

– № 1041/09н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 2,81 раза;

– № 1041/11н.с. (территория объекта УХО, дата отбора 18.04.2011 г.) – в 3,07 раза.

Полученные концентрации химического потребления кислорода (ХПК) можно объяснить природным высоким содержанием органических и неорганических соединений в грунтовых водах в весенний период. Биотестирование проб наблюдательных скважин показало, что исследованные пробы острым токсическим действием не обладают.

По содержанию железа установлено превышение нормы в колодцах:

– № 173 к (д. Серичи, Оричевского района) – в 1,3 раза (дата отбора 03.05.2011 г.);

– № 175к (д. Чигили, Оричевского района) – в 2,0 раза (дата отбора 10.05.2011 г.) и в 2,87 раза (дата отбора 03.05.2011 г.), что можно объяснить его повышенным природным содержанием в грунтовых водах в весенний период.

По содержанию железа общего (растворённого) установлено превышение ПДК в пробах воды природной поверхностной:

– р. Погиблица, 500 метров выше сброса хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО – в 7,0 раза (дата отбора 22.08.2011 г.) и в 11,8 раза (дата отбора 26.01.2011 г.);

– р. Погиблица, 500 метров ниже сброса хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО – в 4,7 раза (дата отбора 26.01.2011) и в 4,9 раза (дата отбора 22.08.2011 г.).

На качество воды р. Погиблица хозяйственно-бытовые сточные воды очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО существенного влияния не оказывают, так как содержание загрязняющих веществ в контрольном створе (на расстоянии 500 м ниже сброса сточных вод) не превышает их содержание в пробах, отобранных на расстоянии 500 м выше сброса сточных вод.

Таким образом, на основании проведённых исследований можно сделать вывод, что объект УХО в пос. Мирный Кировской не оказывает негативного техногенного воздействия на водные объекты.

Литература

1. Отчёт Филиала «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области Федерального бюджетного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» за 2011 год.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ РАДИОНУКЛИДАМИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

С. Г. Скугорева, Т. Я. Ашихмина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ecolab2@gmail.com*

Основными источниками загрязнения природной среды в Кировской области являются ООО «ГалоПолимер Кирово-Чепецк» и ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината». Традиционно данные предприятия объединяют под названием Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК). Впервые в стране на комбинате было освоено промышленное производство плавиковой кислоты и на его базе с 1949 г. почти 40 лет действовали производства гексафторида и тетрафторида урана.

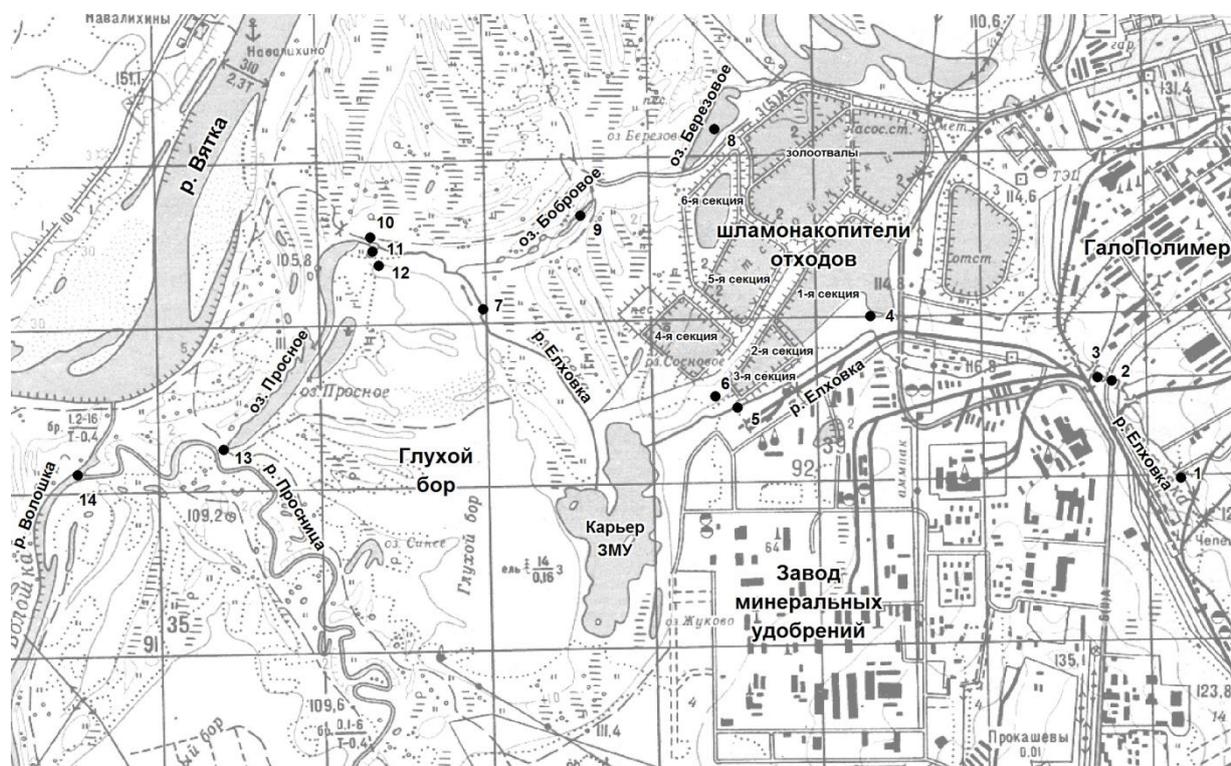
В настоящее время в хранилищах радиоактивных отходов (РАО) размещено около 440 тыс. т отходов низкой и средней активности. Проблему усугубляет то, что хранилища отходов расположены в зоне санитарной охраны водо-

забора областного центра. Основными источниками поступления радионуклидов в окружающую среду являются загрязненные производственные корпуса, 3 секция шламонакопителя, а также траншейные хранилища РАО, в которых размещались нетехнологические отходы, загрязненные радионуклидами.

Целью работы было дать оценку загрязнения водных объектов вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината радионуклидами ураном-238, стронцием-90 и цезием-137.

Отбор проб проводили в 2011 г. из поверхностного слоя воды (глубина 0,3 м) р. Елховка (точки 3, 5, 7, 10, 11, 12); отводных канав у хранилища № 205 РАО (т. 4) и у 3 секции шламонакопителя (т. 6); измерительного лотка (т. 13) и р. Просница в месте слияния с р. Волошка (т. 14) (рис.). Кроме того, пробы отбирали из оз. Березовое (т. 8) на глубине 5,5 м, оз. Бобровое (т. 9) на глубине 4,5 м, а также в месте выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 2). В качестве фоновой для воды была выбрана точка 1, расположенная выше по течению р. Елховка до вхождения ее в зону влияния химических предприятий.

Содержание ^{238}U в воде определяли люминесцентным методом по свечению перлов с NaF . Интенсивность свечения измеряли на фотометре «ЛЮФ-57» (Добролюбская, 1962). Удельную активность ^{90}Sr в воде определяли радиохимически оксалатным методом (Методические рекомендации..., 1980), ^{137}Cs – сурьмяно-йодидным методом. Радиохимический анализ воды выполнен в Лаборатории миграции радионуклидов и радиохимии Отдела радиэкологии Ин-



ститута биологии Коми НЦ УрО РАН.

Рис. Карта-схема расположения точек отбора проб воды из водных объектов в зоне влияния КЧХК

В ходе радиохимического анализа установлено, что для большинства отобранных проб воды удельные активности урана-238, стронция-90, цезия-137 превышали значения фона (табл.). Наибольшее содержание всех исследуемых радионуклидов характерно для пробы воды из места выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 2) и дренажной канавы у хранилища РАО № 205 (т. 4). Так, в точке 2 превышен уровень вмешательства (УВ) по НРБ 99-2009 для урана-238 в 2,2 раза, для цезия-137 – в 1,3 раза (СанПиН 2.6.1.2523-09). В точке 4 удельная активность урана превысила фон в 120 раз, стронция – в 8,6 раз.

Превышение значения фона удельной активности ^{90}Sr в 7,3 раза установлено для пробы воды, отобранной из отводной канавы бывшего выпуска стоков у 3 секции шламонакопителя (т. 6). Несколько выше по сравнению с другими образцами была удельная активность ^{137}Cs в глубинном слое воды оз. Бобровое (т. 9) и Березовое (т. 8). Высокие по сравнению с фоном значения удельных активностей радионуклидов могут быть связаны с утечкой загрязненных вод из шламонакопителей и хранилищ в грунтовые воды и разгрузкой их в водные объекты.

На всем протяжении р. Елховка содержание радионуклидов невысоко по абсолютному значению, однако превышает значения фона. Обнадеживающим фактом является, что в р. Просница (т. 14), куда попадают сточные воды комбината из измерительного лотка, удельные активности радионуклидов близки к фоновому значению.

Таблица

Удельная активность радионуклидов в воде, Бк/л

| № точки | Расположение водного объекта | ^{238}U | ^{90}Sr | ^{137}Cs |
|-----------|---|------------------|------------------|-------------------|
| 2 | Место выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» | 6,5±1,3 | 1,44±0,2 | 13,9±2,1 |
| 3 | Р. Елховка у завода «ГалоПолимер» | 0,07±0,01 | 0,13±0,002 | н/о |
| 4 | Отводная канава у хранилища РАО №205 | 2,4±0,5 | 0,86±0,13 | 0,16±0,02 |
| 5 | Р. Елховка до впадения в карьер ЗМУ | 0,1±0,02 | 0,045±0,006 | 0,08±0,01 |
| 6 | Отводная канава у 3 секции шламонакопителя | 0,06±0,01 | 0,73±0,11 | 0,012±0,002 |
| 7 | Р. Елховка в среднем течении | 0,04±0,008 | 0,19±0,03 | 0,017±0,003 |
| 8 | Оз. Березовое, глубина 5,5 м | 0,11±0,02 | 0,03±0,004 | 0,11±0,002 |
| 9 | Оз. Бобровое, глубина 4,5 м | 0,05±0,01 | 0,27±0,04 | 0,14±0,02 |
| 10 | Старица р. Елховка, заболоченный рукав | 0,03±0,006 | 0,15±0,02 | 0,007±0,001 |
| 11 | Современное русло р. Елховка | 0,05±0,01 | 0,29±0,04 | 0,07±0,01 |
| 12 | Старое русло реки Елховка напротив т. 10 | 0,05±0,01 | 0,09±0,01 | 0,08±0,01 |
| 13 | Измерительный лоток на сбросе воды из оз. Просное | 0,04±0,008 | 0,23±0,03 | 0,013±0,002 |
| 14 | Р. Просница на слиянии с р. Волошка | 0,03±0,006 | 0,07±0,01 | 0,06±0,01 |
| 1 | Р. Елховка до сброса сточных вод КЧХК (фон) | 0,02±0,004 | 0,10±0,016 | н/о |
| УВ | | 3 | 4,9 | 11 |

Примечание: н/о – не обнаружено. Жирным шрифтом обозначены значения показателей, максимально превышающие фон.

Таким образом, в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината отмечается локальное загрязнение водных объектов радионуклидами. Наибольшее содержание урана-238, стронция-90, цезия-137 определено в пробах воды из места выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» и дренажной канавы у хранилища РАО. Высокие значения, по сравнению с фоном, удельных активностей радионуклидов связаны с утечкой загрязненных вод из шламонакопителей и хранилищ в грунтовые воды и разгрузкой их в поверхностные водные объекты.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Добролюбская Т. С. Люминесцентный метод / Аналитическая химия урана. М.: Наука, 1962. С. 143–165.
2. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ объектах внешней среды / Под ред. А. Н. Мареев, А. С. Зыковой. М., 1980. 336 с.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ КАТИОНОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Е. С. Журавлева¹, С. Г. Скугорева²

*¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) является одним из техногенно опасных объектов Кировской области. Завод «ГалоПолимер Кирово-Чепецк» и Завод минеральных удобрений, созданные на базе КЧХК, относятся к химически опасным предприятиям. Кроме того, опасность производства обусловлена близостью расположения промплощадок комбината к основному источнику водоснабжения областного центра – р. Вятка.

Целью работы было рассмотреть годовую и сезонную динамику содержания катионов натрия, аммония и стронция в водных объектах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината.

Отбор проб воды проводился совместно с сотрудниками лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ в 2009–2011 гг. из водных объектов, расположенных в непосредственной близости от комбината (рис. 1). Определяли ионный состав воды р. Елховка на всем ее протяжении (т. 1025, 919, 910, 904, 906, 907, 908), выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 930), дренажной канавы хранилища РАО № 205 (т. 927), карьера ЗМУ (т. 926), оз. Березовое (т. 905), оз. Бобровое (т. 901), отводной канавы в старицу р. Вятка (т. 932), измерительного лотка (т. 903) и оз. Просное со стороны Глухого бора (т. 7). Для изучения годовой динамики содержания кати-

онов проводили отбор проб из водных объектов в июле 2009–2011 гг., для исследования сезонной динамики – в мае, июле и октябре 2011 г. Кроме того, пробы отбирали в оз. Бобровое и Березовое с различных глубин (0,3–5 м).

Содержание катионов (Na^+ , NH_4^+ , Sr^{2+}) в воде определяли методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) [3]. Все отобранные пробы фильтровали, при необходимости разбавляли в 25–5000 раз деионизованной водой. Концентрации ионов рассчитывали в программе «МультиХром для Windows XP» версии 2х и Microsoft Exel 2003 с учетом разбавления проб.

В ходе химического анализа выявлено, что наибольшие концентрации исследуемых ионов характерны для проб, отобранных из оз. Бобровое (т. 901), оз. Березовое (т. 905), дренажной канавы в старицу р. Вятка (т. 932), выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 930), дренажной канавы хранилища РАО № 205 (т. 927). Самые низкие концентрации анализируемых ионов характерны для фоновой точки (т. 1025), которая находится выше сбросов сточных вод КЧХК.

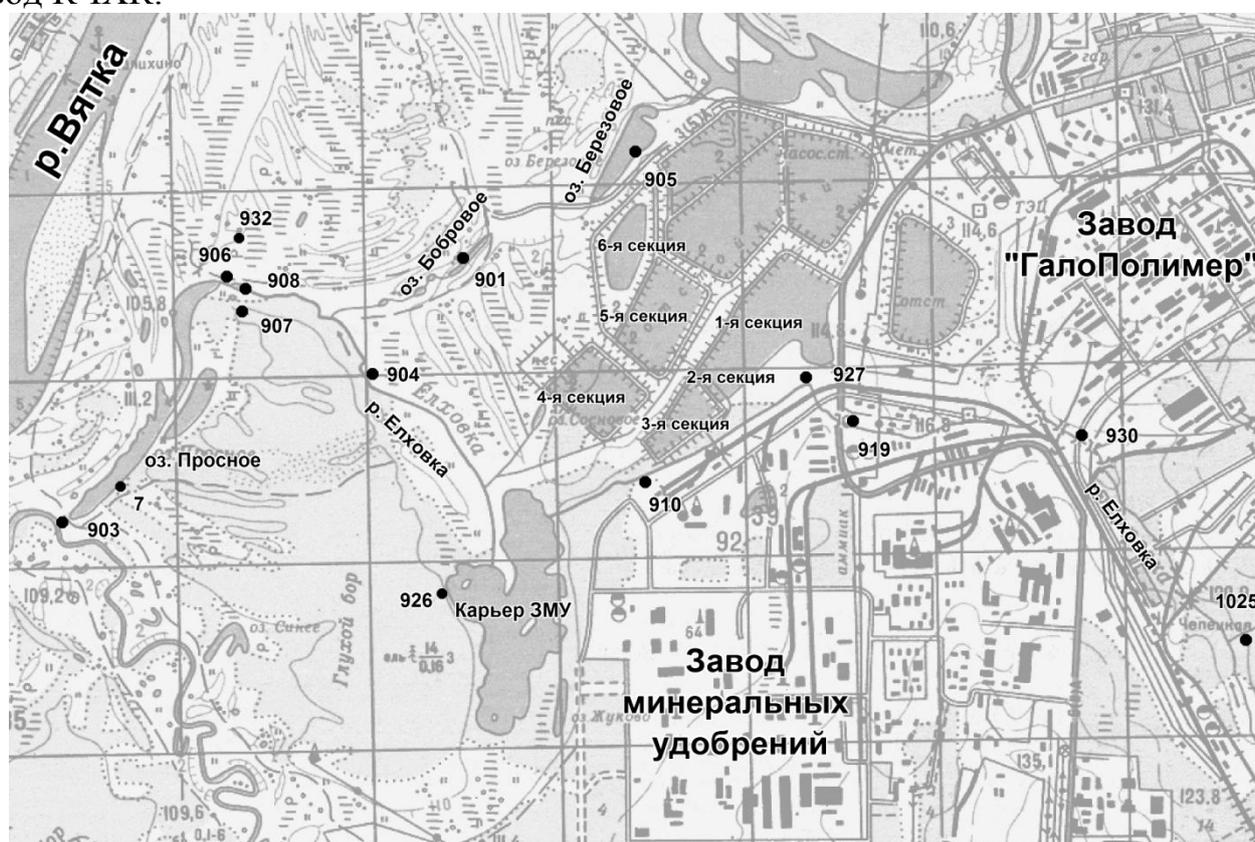


Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды из водных объектов вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината

При изучении годовой динамики содержания катионов натрия особый интерес представляют пробы, отобранные в месте выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 930) и отводной канаве у хранилища РАО (т. 927). В период исследования (2009–2011 гг.) максимальные концентрации установлены в т. 930 – 12–34 г/л, что превышает ПДК в 60–170 раз [1]. Высокое содержание катионов натрия может быть обусловлено загрязнением грунтовых вод хлори-

дом натрия, который используется на заводе «ГалоПолимер» для получения каустической соды методом электролиза. В т. 927 превышение ПДК (200 мг/л) составляло 3–11 раз.

В большинстве водных объектов максимальное содержание ионов натрия было зафиксировано в 2010 г., минимальное – в 2011 г. Возможно, это связано с природными факторами, так лето 2010 г. было жарким и сухим, что могло привести к концентрированию данных ионов в воде.

В течение последних трех лет установлены высокие концентрации ионов аммония и стронция в дренажной канаве в старицу р. Вятка (т. 932), в озерах Бобровое (т. 901) и Березовое (т. 905). Концентрация NH_4^+ в поверхностном слое воды (на глубине 0,3 м) варьировала от 100–730 мг/л, что выше ПДК 50–370 раз. Содержание Sr^{2+} было в 3,5–12 раз выше ПДК (7 мг/л).

С увеличением глубины озер происходит увеличение содержания в воде катионов аммония и стронция. Так, в оз. Бобровое на глубине 2,5 м концентрации ионов аммония возрастала в среднем в 25 раз, на глубине 5 м – в 35 раз по сравнению с поверхностным слоем воды (рис. 2). Похожая закономерность определена для оз. Березовое, однако абсолютные значения концентраций ионов были ниже в 1,5–2 раза по сравнению с оз. Бобровое. Максимальные концентрации ионов стронция установлены для оз. Бобровое на глубине 5 м – 1140 мг/л, что значительно превышает ПДК.

Высокое содержание ионов аммония и стронция в озёрах связано с тем, что данные водные объекты расположены вблизи источника загрязнения – б секции шламонакопителя отходов КЧХК [1].

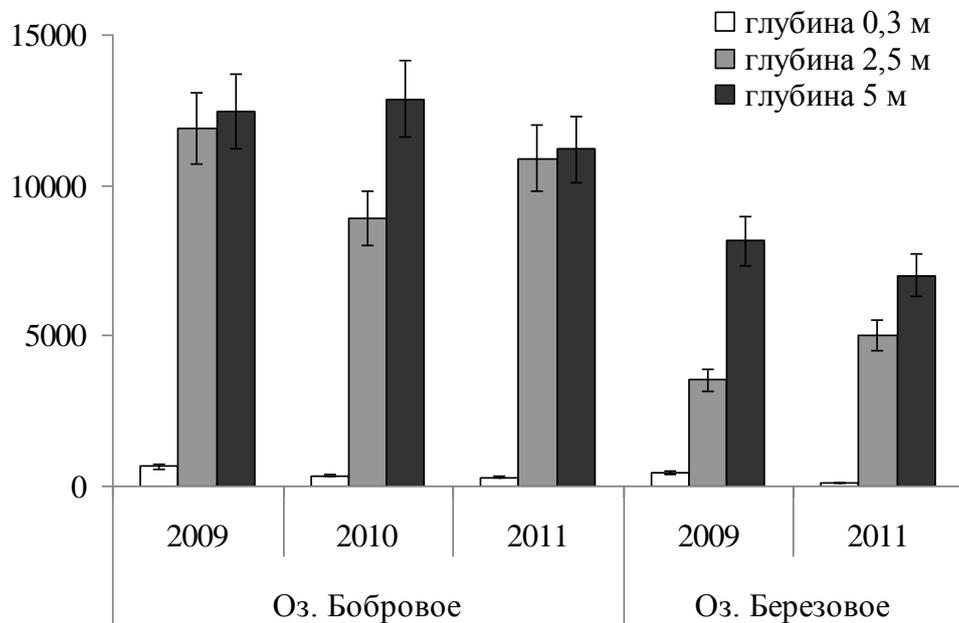


Рис. 2. Концентрация NH_4^+ в воде оз. Бобровое и оз. Березовое (мг/л)

При изучении сезонной динамики в 2011 г. выявлено, что в наиболее загрязненными ионами аммония и стронция водных объектах (т. 932, 901, 905) минимальные концентрации поллютантов определены в мае. Это связано с тем,

что во время паводка загрязняющие вещества «вымываются» из данных водных объектов чистыми паводковыми водами.

В водных объектах, расположенных после впадения протоки из Бобровых озёр (т. 906, 907, 908, 7, 903), наибольшее содержание ионов-загрязнителей зафиксировано в мае. Это связано с тем, что в период паводка поллютанты из загрязненных озёр попадают в водоёмы, находящиеся ниже по течению р. Елховка. Для водоёмов, расположенных выше по течению р. Елховка (т. 1025, 910, 926, 904), содержание катионов было невысоко, закономерностей в изменении концентрации ионов по сезонам нами не выявлено.

Максимальные содержания всех исследованных ионов в большинстве водных объектов установлены в октябре, что может быть связано с климатическими факторами, прежде всего, с количеством выпавших осадков. Количество осадков было наименьшим осенью, что могло привести к концентрированию загрязняющих веществ в водных объектах [4].

Таким образом, по результатам исследования 2009–2011 гг. можно выделить несколько водных объектов, содержащих высокие концентрации ионов аммония и стронция: оз. Березовое, оз. Бобровое, отводная канава в старицу р. Вятка. С увеличением глубины пойменных озер происходит рост концентрации данных ионов. Особую опасность представляет в весенний период «промывка» паводковыми водами оз. Березовое и оз. Бобровое, вынос избыточных количеств поллютантов в р. Елховка и далее в р. Вятка.

Высокие концентрации ионов натрия установлены в т. 930, что обусловлено загрязнением грунтовых вод хлоридом натрия, который используется на заводе «ГалоПолимер» в технологическом процессе. Максимальное содержание ионов натрия в большинстве объектов было зафиксировано в 2010 г., что связано с погодными условиями.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Нечаев В. А., Хитрин С. В. Отчет по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков. Киров: ООО «Геосервис». 2006. 146 с.
3. Сборник методик выполнения измерений М.: НПКФ Аквилон, 2006. С. 20–36.
4. www.pogoda.ru.net

СОДЕРЖАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ АНИОНОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

А. Н. Прошина¹, С. Г. Скугорева^{1,2}, Т. А. Адамович¹
¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

В результате производственной деятельности Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК) происходит загрязнение компонентов природной среды. Поверхностные водные объекты первыми принимают воздействие комбината в виде сбросов сточных вод. В большей степени водные объекты подвержены азотному загрязнению. Как было установлено ранее [2], источником поступления избыточного количества соединений азота в водные объекты является 6 секция шламонакопителя отходов комбината. Стенки данной секции являются частично проницаемыми, поэтому жидкая фракция, содержащая загрязняющие вещества, проникает в грунтовые воды. Из грунтовых вод поллютанты поступают в подземные и поверхностные воды.

Целью работы было рассмотреть годовую и сезонную динамику содержания неорганических анионов (нитратов, хлоридов, сульфатов, фосфатов, фторидов) в водных объектах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината.

Отбор проб проводили в 2009–2011 гг. из водных объектов, расположенных в непосредственной близости от комбината (рис. 1). Определяли содержание NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} и F^- в водных объектах вблизи КЧХК методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» [3]. Пробы отбирали из поверхностного слоя (на глубине 0,3 м) р. Елховка на всем ее протяжении (точки 1025, 910, 919, 904, 906, 907 и 908), места выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 930), дренажной канавы у хранилища РАО № 205 (т. 927), измерительного лотка (т. 903). Кроме того, пробоотбор осуществляли из оз. Березовое (т. 905) и оз. Бобровое (т. 901) с различных глубин (0,3, 2,5 и 5 м). В качестве условно фонового (т. 1025) был выбран участок русла р. Елховка, находящийся выше стоков завода «ГалоПолимер» и Завода минеральных удобрений. В фоновой точке концентрации анионов минимальны и не превышают ПДК.

По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее загрязненными нитрат-ионами водными объектами на территории вблизи КЧХК являются оз. Березовое и оз. Бобровое, расположенные вблизи источника загрязнения (секция 6 хранилища отходов комбината). По имеющимся данным [2] в секции 6 шламонакопителя содержатся в больших концентрациях хорошо растворимые соединения: нитраты, хлориды, сульфаты щелочных и щелочно-земельных металлов и аммония.

Для большинства объектов максимальные содержания всех анализируемых ионов были отмечены в октябре. Концентрация неорганических анионов в среднем была выше в 1,3–5 раз по сравнению с июлем. Это может быть обусловлено климатическими факторами, прежде всего, количеством выпавших осадков. Наименьшее количество осадков было осенью, что могло привести к концентрированию загрязняющих веществ.

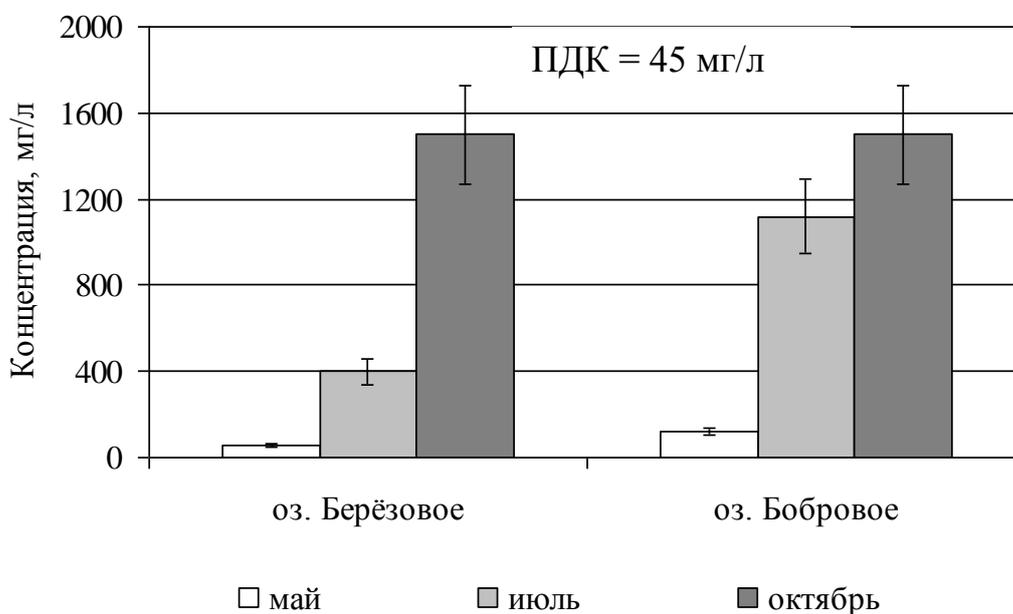


Рис. 2. Сезонная динамика содержания нитрат-ионов в поверхностном слое оз. Берёзовое и оз. Бобровое

В 2009–2011 гг. в водных объектах, расположенных после впадения протоки из Бобровых озёр (т. 906, 907, 908, 903) (рис. 1), наибольшие концентрации NO_3^- определены для р. Елховка в нижнем течении (т. 906, 908). Превышение допустимых значений по нитрат-ионам составило 2,5–6 раз. Высокое содержание загрязняющих веществ в данных точках может быть связано с их близостью к наиболее загрязнённым водоёмам (оз. Бобровое, оз. Берёзовое). В измерительном лотке (т. 903) превышение ПДК было зафиксировано только для нитрат-ионов в 2009 и 2011 г. и составляло 2,5 и 1,5 раза соответственно.

Наиболее загрязненными хлоридами и сульфатами являются место выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер» (т. 930) и дренажная канава у хранилища РАО (т. 927). В 2009 и 2011 г. в данных точках отмечались высокие концентрации данных ионов, превышающие ПДК в 12–82 раза. Высокие концентрации хлоридов в т. 930 связаны с близостью завода «ГалоПолимер», на котором осуществляется подготовка раствора хлорида натрия для электролиза.

Концентрация фторид-ионов в большинстве исследованных водных объектах не превышала ПДК. Исключение составили т. 927 (1,5 ПДК), т. 906 (1,3 ПДК); высокие концентрации иона установлены в оз. Берёзовое на глубине 2,5 и 5 м (5–5,3 ПДК). Содержание фосфатов во всех водоемах и водотоках было в пределах нормы.

Таким образом, наиболее загрязнёнными нитратами являются оз. Бобровое и оз. Берёзовое, которые расположены вблизи источника загрязнения. С увеличением глубины озера происходит увеличение содержания ионов. Выявлено, что в период с 2009 по 2011 гг. содержание NO_3^- в озерах снизилось. Наиболее загрязнёнными хлоридами и сульфатами является место выхода грунтовых вод у завода «ГалоПолимер».

Выявлена сезонная динамика в содержании анионов в водных объектах. Минимальные концентрации ионов в оз. Бобровое и Берёзовое определены в мае, когда происходит их «промывка» паводковыми водами, и загрязняющие вещества попадают в водоёмы, находящиеся ниже по течению р. Елховка. Максимальным содержанием ионов во всех объектах было в октябре, что связано с погодными условиями.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
2. Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Нечаев В. А., Хитрин С. В. Отчет по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков. Киров: ООО «Геосервис». 2006. 146 с.
3. Сборник методик выполнения измерений М.: НПКиФ Аквилон, 2006. С. 20–36.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ р. ВЯТКИ В СРЕДНЕМ ЕЁ ТЕЧЕНИИ

Л. Н. Сведенцова, Г. Я. Кантор, Т. Я. Ашихмина
Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,
Кировский областной центр охраны окружающей среды и
природопользования», air9lab@gmail.com

При анализе эколого-геохимической обстановки одним из наиболее информативных объектов исследований являются донные отложения. Аккумулируя загрязнители, поступающие с водосборов в течение длительного промежутка времени, донные осадки являются индикатором экологического состояния территории, своеобразным интегральным показателем уровня загрязненности.

В течение 2010 г. в р. Вятке в зоне санитарной охраны Кировского водозабора были продолжены наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях в пяти створах наблюдений. Створы наблюдательной сети расположены выше и ниже крупных промышленных узлов городов Слободской, Кирово-Чепецк, а также в районе водозабора г. Кирова: створ № 1: д. Верхние Кропачи – 770 км; створ № 2: г. Слободской, ниже сброса МУП «Водоканал» – 756 км; створ № 3: г. Кирово-Чепецк, ниже впадения р. Чепцы –

732 км; створ № 4: г. Кирово-Чепецк, ниже впадения Ивановской протоки – 726,5 км; створ № 5: Нововятский район г. Кирова, выше водозабора – 701,5 км.

Всего в 2010 г. было отобрано 15 проб донных отложений: в предпаводковый, послепаводковый периоды и в период осенней межени. Исследования проводились по следующей программе: марганец, мышьяк, ртуть, медь, свинец, нефтепродукты, механический состав.

Анализ данных показал, что в пробах донных отложений на исследуемом участке отмечается неравномерное распределение всех контролируемых показателей. Это может быть следствием близкого расположения источников негативного влияния, а также река на данном участке исследования имеет извилистое русло, что в свою очередь ведет к образованию застойных зон, изменению скорости течения реки. Во всех створах наблюдений в меженный период отмечается некоторое увеличение концентраций меди и свинца, но превышений ПДК химических веществ в почве по меди и свинцу, а также по ртути не обнаружено ни в одном створе. В целом, за 2010 год превышение ПДК химических веществ в почве по содержанию валовой формы мышьяка в сравнении отмечается в двух створах № 1 и № 2. Высокие концентрации марганца зафиксированы в створе в д. Верхние Кропачи (на порядок выше содержания в других створах).

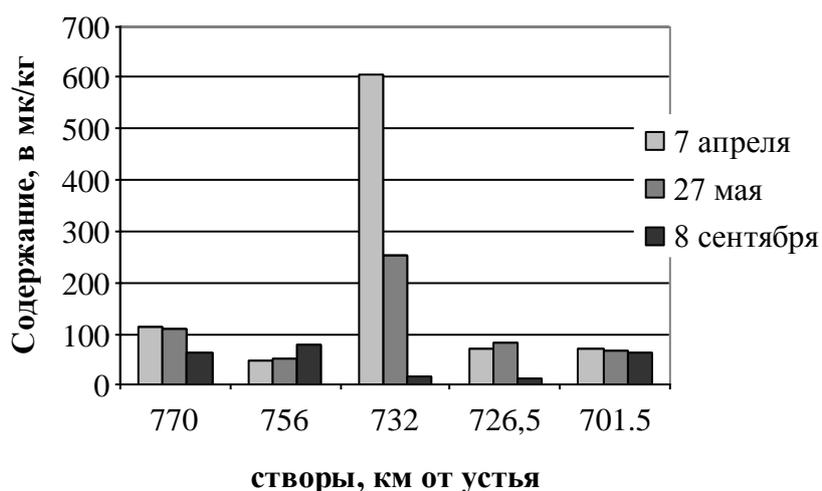


Рис. 1. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях в 2010 г.

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях во всех створах до паводка, после паводка и в осеннюю межень примерно одинаково и колеблется от 50 до 115 мг/кг (рис. 1). Однако наибольшая концентрация зафиксирована до паводка (максимальная) и после паводка в створе № 3 (г. Кирово-Чепецка ниже впадения р. Чепцы) 605 мг/кг и 254,8 мг/кг соответственно. В связи с этим можно сделать предположение о залповом сбросе нефтепродуктов в районе данного створа. Такая же ситуация наблюдается и по содержанию свинца в створе № 3, но превышений ПДК в почвах нет.

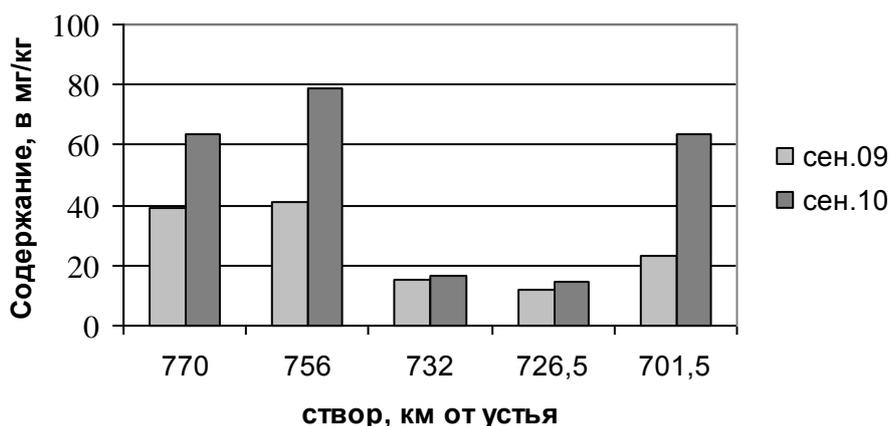


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов в донных отложениях в сентябре 2009 г. и сентябре 2010 г.

На рис. 2 показано содержание нефтепродуктов в донных отложениях в сентябре 2009 и 2010 гг., где явно прослеживается тенденция к увеличению нефтепродуктов во всех исследуемых створах.

Следует отметить, что увеличения содержания нефтепродуктов в донных отложениях, в связи с их разливом в августе 2010 г., в период осенней межени не произошло.

По остальным показателям ситуация на исследуемом участке реки в предпаводковый, послепаводковый периоды и в период осенней межени достаточно стабильна.

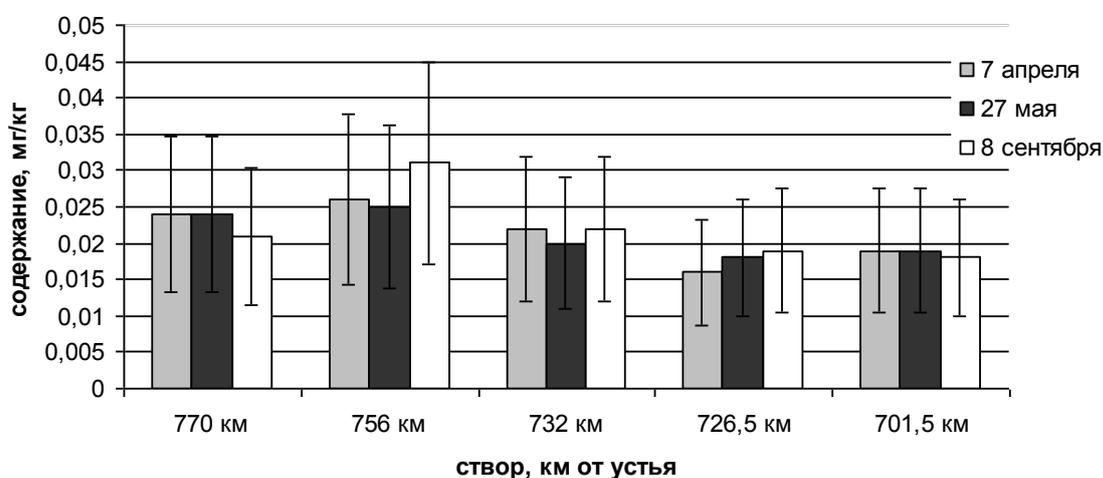


Рис. 3. Содержание ртути (валовая форма) в донных отложениях в 2010 г.

Из рис. 3 видно, что содержание ртути в донных отложениях во всех створах одинаково и колеблется в пределах погрешности определения.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2010 году. (Региональный доклад) / Под ред. А. В. Албеговой. Киров: ООО «Триада плюс», 2011. 188 с.
2. Кушелев В. П. Охрана природы от загрязнений промышленными выбросами. М.: Химия, 1979. 240 с., ил.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Е. С. Кирилловых, Т. А. Адамович

Вятский государственный гуманитарный университет

Город Кирово-Чепецк длительное время входит в состав городов, в окружающей среде которых присутствует комплекс загрязняющих веществ [1]. Это связано с тем, что на территории города уже более 60 лет функционирует крупнейшее предприятие химической промышленности ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат имени Б. П. Константинова» (КЧХК). Комбинат является крупным источником потенциальной экологической опасности в Кировской области. Данное предприятие уникально по ассортименту выпускаемой продукции. Первоначальная деятельность КЧХК, начавшаяся в 1944 г., была ориентирована на получение соединений урана [2]. В состав Кирово-Чепецкого промышленного комплекса входят ОАО «Завод минеральных удобрений», ООО «ГалоПолимер», ООО «Ремонтно-механический завод КЧХК», ТЭЦ-3, ОАО «Электромашиностроительный завод «ВЭЛКОНТ»» [3]. Крупнейшими из них являются Завод минеральных удобрений (ЗМУ) и Завод полимеров КЧХК. ЗМУ специализируется на производстве минеральных удобрений и химического сырья для промышленности. ЗМУ является источником поступления в окружающую среду загрязняющих веществ: катионов аммония, нитрат-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, хлорид-ионов и др. Завод полимеров – крупнейший отечественный производитель фторопластов и фторполимеров. Также на заводе развивается новая отрасль отечественной индустрии, связанная с выработкой фторорганических соединений: перфторуглеродных смазок и жидкостей, фторэластомеров, мономеров, хладонов [4]. ООО «Ремонтно-механический завод КЧХК», Кировская ТЭЦ-3, ОАО «Электромашиностроительный завод «ВЭЛКОНТ»» могут являться источниками поступления в окружающую среду тяжелых металлов.

На промплощадках комбината имеются полигон твердых отходов, хвостохранилища и шламонакопители. В них хранятся твердые отходы, часть из которых находятся в складах и пополняются ежегодно. Часть отходов захоронена на специально оборудованном полигоне, ежегодно пополняемом неутилизованными токсичными отходами 2–3 классов опасности. Часть отходов хранится в хвостохранилищах ЗМУ. Несколько тонн нетоксичных и токсичных отходов сосредоточено на полигоне твердых отходов, покрытых «фторгипсом» – отходом производства плавиковой кислоты [3].

Деятельность объектов КЧХК оказывает негативное влияние на природный комплекс в зоне влияния комбината, в том числе и на поверхностные водные объекты. Кроме этого, хранилища отходов находятся в полутора километрах от селитебной зоны г. Кирово-Чепецка, в зоне санитарной охраны водозабора областного центра. Поэтому оценка качества поверхностных вод в зоне влияния комбината является необходимой [2, 3].

Целью работы было оценить состояние водных объектов, расположенных в зоне влияния ОАО «Кирово-Чепецкого химического комбината имени Б. П. Константинова» по органолептическим показателям, общим показателям, минеральному составу воды, содержанию тяжелых металлов и прочих показателей.

Оценка водных объектов проводилась по гидрохимическим показателям: органолептическим, общим показателям (уровень pH, растворенный кислород, ХПК, БПК₅), минеральному составу (катионы и анионы-загрязнители, сухой остаток, общая жесткость), тяжелым металлам (сумма тяжелых металлов, Cu^{2+} , Fe общ., Pb^{2+}) и прочим показателям [5]. В качестве объектов исследования были выбраны: оз. Просное (902), измерительный лоток вблизи оз. Просное (903), р.Елховка (904) в среднем течении, оз. Березовое (905), оз. Бобровое (901). Расположение точек отбора приведено на карте-схеме местности (рис.). Пробы воды были отобраны в 2011 г. из поверхностного слоя водоемов и водотоков. Содержание загрязняющих веществ определяли визуально-колориметрическими методами с качественной и количественной оценками, фотоэлектроколориметрическим методом на фотоколориметре КФК-2; методами йодометрического, перманганатометрического, аргентометрического титрования и комплексообразования.



Рис. Схема расположения участков отбора проб поверхностных водных объектов в районе Кирово-Чепецкого химического комбината

Критерием оценки содержания загрязняющих веществ служит ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого назначения. Во всех пробах, отобранных для

анализа, по органолептическим показателям вода отвечает норме. По общим показателям качества превышения ПДК по химическому потреблению кислорода и биохимическому потреблению кислорода наблюдаются в оз. Бобровое, оз. Просное, Измерительном лотке, р. Елховка. Для оз. Просное и измерительного лотка наблюдается превышение общей жесткости соответственно в 1,23 и 1,32 раза. Вода в данных водоемах жесткая. Наблюдается превышение ПДК концентрации катионов аммония в оз. Бобровое и оз. Березовое. Повышенная концентрация нитрат-ионов наблюдается для р. Елховка в среднем течении и оз. Березовое. По остальным гидрохимическим показателям пробы воды соответствуют норме.

На основании полученных данных по изучению состояния поверхностных вод в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината можно сделать следующие выводы. Изучаемые водные объекты относятся к III классу качества, то есть умеренно загрязненные, за исключением оз. Просное (II класс качества – чистое). Повышенное значение окисляемости может быть вызвано превышением содержания органических веществ в водоемах, источниками которых являются внутриводоемные биохимические процессы продуцирования и трансформации, сточные воды с предприятия. Окисляемость подвержена сезонным колебаниям и подчиняется гидрологическому режиму водных объектов. Степень загрязненности воды органическими соединениями определяют как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях. Величина биохимического потребления кислорода также подвержена сезонным колебаниям, зависит от температуры и исходной концентрации кислорода. Превышение может быть вызвано излишним содержанием кислорода в водоемах. Повышенное содержание катионов аммония и нитрат-ионов связано с близостью расположения секций хранения отходов химкомбината, содержащих нитрат аммония поступлением в водоемы промышленных стоков с Завода минеральных удобрений.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Ашихмина Т. Я., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Содержание тяжелых металлов в почвах и донных отложениях вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Аграрный вестник Урала. 2009. № 11 (65). С. 110–115.
2. Адамович Т. А. и др. Основы и принципы организации системы экологического мониторинга территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: материалы 10-й Всероссийской научно-практической конференции. Кирово-Чепецк, 2008. С. 57–58.
3. Бурков Н. А. и др. Охрана окружающей природной среды Кировской области: проблемы и перспективы / Под ред. Н. А. Буркова. Киров: Кировский областной комитет по охране природы, 1993. 351 с.
4. Ашихмина Т. Я., Баскин З. Л., Рылова С. Ю. Кирово-Чепецк. Вчера. Сегодня. Завтра. Киров: Лобань, 2010. 48 с.
5. Мониторинг природных сред и объектов: исслед. практикум для школьников и студ / Под ред. Т. Я. Ашихминой. Киров: Старая Вятка, 2006. 252 с.

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ВЯТКИ АММОНИЙНЫМ АЗОТОМ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПАВОДКА 2002–2011 гг.

Ю. Ю. Лимонов

Вятский государственный гуманитарный университет

Одним из факторов, ставящих под угрозу водоснабжение г. Кирова, является ежегодное повышение загрязнения р. Вятки в период весеннего паводка аммонийным азотом. Основным источником загрязнения является территория поймы с оз. Берёзовое и Бобровое, прилегающая к хвостохранилищам мела Кирово-Чепецкого химического комбината. В период весеннего паводка происходит её подтопление и вынос загрязняющих веществ в русло р. Вятки. Испытательным центром качества вод ОАО «Кировские коммунальные системы» (далее ИЦКВ) ведётся ежесуточный анализ проб речной воды на водозаборе г. Кирова. При выявлении роста загрязнения отбор и анализ проб проводится ежедневно.

Сравнивая графики изменения уровня воды (гидропост г. Кирова) и динамики концентрации аммонийного азота в речной воде, поступающей на водозабор г. Кирова, во время весенних паводков с 2002 по 2011 гг. выявляется прямая зависимость между затоплением поймы (свыше 3,5 м от гидропоста) и повышенным загрязнением р. Вятки аммонийным азотом [1–3]. При отсутствии подтопления поймы в 2009 г., пик содержания аммонийного азота составил 0,39 мг/л (табл. 1). При минимальном затоплении (3,6 м) в 2011 г. максимальная концентрация составила 1,69 мг/л, что уже выше ПДК (1,5 мг/л). Пиковые загрязнения за это 10-летие произошли не в годы с максимальным уровнем воды (2002 г. – 5,74 м, 2007 г. – 5,74 м), а в 2005 и 2010 гг., когда уровни поднялись до 4,9 и 4 м соответственно. Пиковые загрязнения составили – 3,74 и 3,78 мг/л соответственно. В эти годы отмечается более быстрый подъём уровня воды при затоплении поймы, чем в другие годы. Это является ведущей причиной выноса загрязнения с более высокой концентрацией аммонийного азота. С 2002 по 2008 гг. выявляется особенность отставания пика паводка от пика загрязнения от 2 до 8 дней (табл. 2). В 2009 и 2010 гг. происходит практически совпадение пика паводка и пика загрязнения. А в 2011 г. отставание пика загрязнения от пика паводка на 4 дня. На последнюю ситуацию повлияло строительство грунтовой дамбы, как меры ограничения выноса аммонийного азота с загрязнённой территории. Но 5 мая в пик паводка её размывло и загрязнение с небольшой задержкой было вынесено в русло р. Вятки и зафиксировано ИЦКВ на водозаборе г. Кирова.

Таблица 1

**Сравнение уровней воды в пик паводка
при наибольшем загрязнении аммонийным азотом**

| Годы | Уровень воды, см | |
|------|------------------|----------------------------|
| | на пике паводка | при наибольшем загрязнении |
| 2002 | 574 | 424 |
| 2003 | 400 | 395 |
| 2004 | 370 | 360 |
| 2005 | 490 | 454 |
| 2006 | 400 | 355 |
| 2007 | 574 | 404 |
| 2008 | 400 | 380 |
| 2009 | 275 | 275 |
| 2010 | 405 | 403 |
| 2011 | 360 | 343 |

Таблица 2

**Сравнение даты пика уровня воды в весенний паводок
(гидропост г. Кирова) и даты наибольшего загрязнения
(водозабор г. Кирова) с показателем загрязнения аммонийным азотом
в 2002–2011 гг.**

| Годы | Дата пика паводка (гидропост г. Кирова) | Дата наибольшего загрязнения | Уровень наибольшего загрязне- ния аммонийным азотом, мг/л |
|------|--|---------------------------------|--|
| 2002 | 9 мая | 1 мая | 2,35 |
| 2003 | 30 апреля | 29 апреля | 1,39 |
| 2004 | 14 мая | 12 мая | 2,42 |
| 2005 | 1 мая | 27 апреля | 3,74 |
| 2006 | 2 мая | 27 апреля | 0,73 |
| 2007 | 7 мая | 29 апреля | 2,4 |
| 2008 | 25 апреля | 20 апреля | 2,47 |
| 2009 | 9 мая | 9 мая | 0,39 |
| 2010 | 30 апреля | 1 мая | 3,78 |
| 2011 | 5 мая | 9 мая | 1,69 |

В 2010 г. (5 мая) во время весеннего паводка специалистами ОАО «Кировские коммунальные системы» проведен отбор проб в 10 створах по р. Вятке на участке от водозабора г. Кирова до г. Кирово-Чепецка с привязкой мест отбора проб по лоцманской карте. В результате установлено, что наибольшие концентрации аммонийного азота от источника загрязнения до водозабора идут с потоком вдоль левого коренного берега реки, где и располагаются водоприёмные сооружения водозабора. На середине реки они меньше, а у правого берега близки к фоновым показателям.

Анализ ситуации по загрязнению аммонийным азотом р. Вятки в период весеннего паводка подтверждает, что данное явление имеет сложный, многофакторный характер. Как показал весенний паводок 2011 г., начало работ по предотвращению данного загрязнения при недостаточном изучении происходящих гидрохимических и гидродинамических процессов делает ситуацию не

прогнозируемой и не контролируемой. Может привести к негативному воздействию, на устранение которого потребуется значительно больше средств и времени. Системные исследования загрязнённой территории и происходящих на ней и в русле реки процессов в течение года позволят выработать эффективные решения для нейтрализации данного вида загрязнения, а в последующем – реабилитации данной территории.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Протоколы результатов исследований проб воды Испытательного центра качества вод ОАО «Кировские коммунальные системы» в весенний паводок 2002–2011 гг.
2. Материалы ФГУП «Центр Регистра и Кадастра» – графики хода весеннего паводка 2002–2011 гг.
3. «Отчёт по загрязнению воды в р. Вятке в зоне кировского водозабора в весенний паводок 2010 г.» отдела водных ресурсов по Кировской области КамБВУ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

*Т. О. Смирнова, Т. А. Адамович, Т. Я. Ашихмина
Вятский государственный гуманитарный университет*

Проблема загрязнения поверхностных вод относится к достаточно острым, особенно на территориях, расположенных в зонах влияния крупных промышленных предприятий. К таким районам относится зона влияния Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК), действующего на территории Кировской области более 60 лет. Природный комплекс на исследуемой территории испытывает антропогенную нагрузку в результате деятельности предприятий ОАО «КЧХК».

Особенностью территории вблизи КЧХК является наличие большого количества водных объектов (рис. 1). Через всю территорию в северо-западном направлении протекает река Елховка, которая является коллектором сточных вод КЧХК, и впадает в озеро Просное. Из оз. Просное через искусственную протоку и измерительный лоток сточные воды стекают в реку Просница, впадающую в р. Вятка. Всю территорию с востока на запад пересекает цепь старичных озер, наиболее крупными из них являются Просное, Березовое, Бобровое. Имеется также искусственные водоемы: карьер ЗМУ, карьеры у оз. Березовое и оз. Бобровое.

При оценке степени загрязнения водных объектов чаще всего используют комплексные показатели загрязнения, основными из которых являются индекс загрязнения воды (ИЗВ) и острая токсичность (Геоэкологическое картографирование..., 2009). ИЗВ используют для оценки изменения качества вод во времени, по течению, в зонах влияния крупных источников воздействия. Для расчета острой токсичности поверхностных водных объектов использовали тест-объект *Daphnia magna* Straus. На основе данных показателей выявлены классы качества воды (Гидрохимические показатели..., 2009).



Рис. 1. Фрагмент изображения территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината (спутник SPOT-5, сентябрь 2007 г.).

Пространственное разрешение 10 м.

Примечание: ● – выход грунтовых вод у Завода полимеров

При сравнении уровня загрязнения исследуемых водных объектов по комплексным показателям в 2009 и 2010 гг. наблюдается тенденция к снижению загрязнения практически для всех водоемов. Исключение составляет оз. Березовое, в котором отмечается повышение уровня загрязнения с опасного до критического. В 2009 и 2010 гг. наиболее чистым водоемом по химическим показателям остается река Елховка на всем ее протяжении (низкий уровень загрязнения). Особую опасность представляют такие водные объекты как оз. Бобровое, оз. Березовое, которые характеризуются критическим уровнем загрязнения (5 баллов). Повышенный уровень загрязнения данных водных объектов обусловлен разгрузкой грунтовых вод, загрязненных нитратом аммония. Кроме того, критический уровень загрязнения отмечен для пробы из р. Елховка, отобранной вблизи выхода грунтовых вод у Завода полимеров. Неблагоприятные для тест-объектов зоны практически во всех случаях совпадают с ареалами максимального химического загрязнения.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

Геоэкологическое картографирование: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. Б. И. Кочурова. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 192 с.

Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: Справочные материалы / Под ред. Т. В. Гусевой. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. 192 с.

АМИНОКИСЛОТНЫЙ РЕАГЕНТ, СНИЖАЮЩИЙ ТОКСИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

И. В. Татаркин, Д. В. Демин, С. М. Севостьянов
Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
ivantatarkin2005@rambler.ru

Актуальной задачей последних лет является поиск экологически безопасных методов детоксикации и очистки сточных вод от различных токсических веществ, поступающих со сточными водами во внутренние водоемы и, отрицательно влияющих на качество воды и состояние экосистем водоемов.

Одними из приоритетных химических загрязнителей являются тяжелые металлы, многие из которых обладают высокой биологической активностью и способны аккумулироваться в различных тканях гидробионтов, не подвергаясь биодegradации. Накапливаясь в организме, тяжелые металлы вызывают нарушения в ультраструктуре клеток тканей, физиолого-биохимических процессах и как следствие, вызывает нарушения роста и развития.

Физиологическое действие металлов на организм различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде, а также его концентрации. Многие тяжелые металлы проявляют выраженные комплексообразующие свойства. Так, в водных средах ионы этих металлов гидратированы и способны образовывать различные гидроксокомплексы, состав которых зависит от кислотности раствора. Если в растворе присутствуют какие-либо анионы или молекулы органических соединений, то ионы этих металлов образуют разнообразные комплексы различного строения и устойчивости [1]. При этом общая концентрация токсиканта в воде не меняется. Тем не менее, принято считать, что наибольшей токсичностью обладают гидратированные ионы металлов, а связанные в комплексы опасны в меньшей мере либо даже почти безвредны. Специальные исследования показали, что между общей концентрацией металла-токсиканта в природных поверхностных водах и их токсичностью нет однозначной зависимости.

В природных поверхностных водах содержится множество органических веществ, 80% которых составляют высокоокисленные полимеры типа гумусовых веществ, проникающих в воду из почв. Остальная часть органических ве-

ществ, растворимых в воде, представляет собой продукты жизнедеятельности организмов (полипептиды, полисахариды, жирные и аминокислоты) или же подобные по химическим свойствам примеси антропогенного происхождения. Все они претерпевают различные превращения в водной среде. В то же время они являются своего рода комплексообразующими реагентами, связывающими ионы металлов в комплексы и уменьшающими тем самым токсичность вод [3].

Эти комплексы не только малотоксичны, но нередко оказывают стимулирующее действие на развитие гидробионтов, поскольку, при этом они становятся биологически доступны организмам [4].

В Институте фундаментальных проблем биологии РАН были разработаны реагенты на основе натриевых солей аминокислот, которые связывают тяжелые металлы содержащихся в сточных водах в нетоксичные аминокислотные комплексы, устойчивые в окружающей среде и безопасные для живых организмов.

В лабораторных условиях были проведены исследования по определению острой и хронической токсичности водных вытяжек осадка очистных сооружений, обработанных реагентом, которые использовались в качестве модельной среды, заменяющей по составу сточные воды.

В качестве тест-объектов для исследования острой и хронической токсичности использовались пресноводные рачки дафнии (*Daphnia magna*).

Опыты проводили общепринятым методом экспресс-диагностики биоиндикаторами [2], который позволяет в течение короткого времени получить данные по суммарной токсичности загрязнителей.

Дафнии (*D. magna*) легко культивируются в лабораторных условиях в любое время года. Они являются организмами с коротким биологическим циклом развития, что позволяет проследить действие токсических веществ на ряде поколений при длительности опыта в течение 1–2 месяцев.

При определении токсичности водной среды в кратковременных острых опытах основным показателем служит выживаемость гидробионтов. При воздействии веществ в малых концентрациях в длительных опытах токсичность может проявляться в нарушении жизненно важных функций, а именно в плодовитости и воспроизводстве потомства, что можно легко проследить на протяжении трех-четырёх поколений размножающихся самок.

В ходе эксперимента было зафиксирована (рис) гибель 50 % дафний в варианте 1 (вытяжка из необработанного реагентом осадка) наступает к концу первых суток, что свидетельствует о токсичности этой вытяжки. В варианте 2 с вытяжкой из обработанного реагентом осадка в первые сутки гибнет только 30% особей, что свидетельствует об отсутствии токсического эффекта данной вытяжки. Из этого следует, что в варианте с водной вытяжкой из обработанного осадка связывание ионов металлов в аминокислотные комплексы приводит к существенному снижению токсического действия металлов на дафнии. По окончании экспериментов по определению острой токсичности, выживших дафний из варианта 2 пересаживали в специальный сосуд, культивировали по стандартной методике и вели наблюдение в течение 2-х месяцев для определения хронической токсичности.

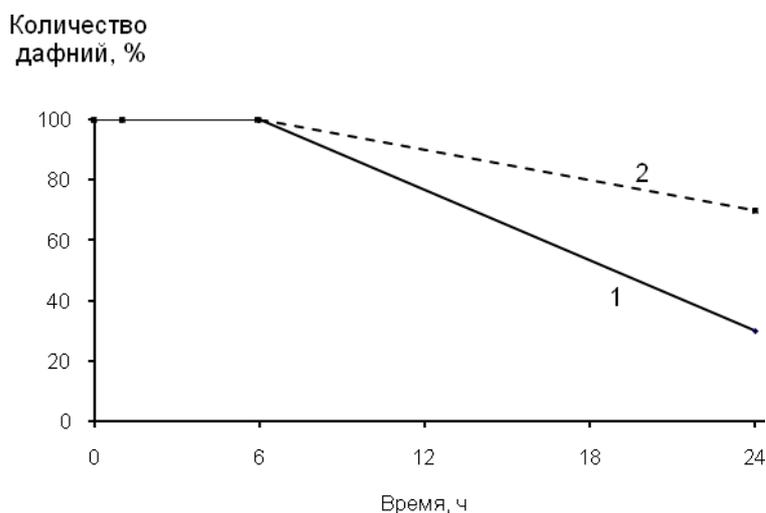


Рис. Изменение численности дафний при оценке острой токсичности водной вытяжки из осадка и органоминеральной композиции по вариантам:
 1 – вытяжка необработанного реагентом осадка,
 2 – вытяжка обработанного осадка

За этот период самки дафний дали по несколько пометов. Молодь, по мере выращивания, также давала потомство, что позволяет сделать вывод о сохранении репродуктивных функций.

Сравнение результатов тестирования на дафниях водной вытяжки из осадка, обработанного реагентом и необработанного, показывает эффективность детоксикации тяжелых металлов реагентами на аминокислотной основе. Образующиеся при этом комплексы нерастворимы и не оказывают выраженного токсического эффекта на гидробионты.

Подтверждена пригодность метода тестирования на дафниях для экспресс-оценки эффекта детоксикации (в течение 48 часов).

Литература

1. Будников Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // СОЖ, № 5. 1996. С. 23–29.
2. Методика биотестирования загрязнителей почвы. НИЦ ТБП. 1996. 10 с.
3. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 286 с.
4. Шустов С. Б., Шустова Л. В. Химические основы экологии. М.: Просвещение, 1995. 240 с.
5. Ушакова Н. В. Влияние тяжелых металлов (цинк, медь), температуры и рН на активность протеиназ рыб и их потенциальных объектов питания // Дис. ... канд. биол. наук. Борок. 2009. 155 с.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ г. ВЛАДИКАВКАЗА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т. С. Геревич¹, Е. И. Лялина¹, Е. А. Горностаева², З. В. Кабалоев¹

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия,

lyalina.ekaterina@inbox.ru

В настоящее время в России значительное количество территорий подвергается техногенному воздействию. Одним из видов техногенного воздействия является загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами (ТМ). К территориям с таким видом загрязнений относится город Владикавказ (Республика Северная Осетия-Алания). В городе действует 10 крупных предприятий, сырьё и продукция которых содержит ТМ. Например, ОАО «Электроцинк», ОАО «Победит» – предприятия занимающиеся цветной металлургией; ОАО «Кристалл», ОАО «Магнит» – металлообрабатывающие предприятия и некоторые другие [1]. К приоритетным загрязнителям относятся такие металлы как цинк, свинец, кадмий, вольфрам, молибден, алюминий, никель, кобальт.

Выбросы предприятиями ТМ приводят к загрязнению почвенные покровы и водных объектов. В городе Владикавказ таким водным объектом является река Терек, которая протекает через всю территорию города.

Целью работы было исследовать содержание Zn, Pb, Cd, Cu, Mn в почве территории прилегающей к одному из заводов цветной металлургии и в пробах воды р. Терек.

Образцы почв и грунтов, были отобраны с территории одного из горно-металлургических комбинатов г. Владикавказ. В качестве фоновой точки была взята проба почвы на территории, расположенной в 80 км от предприятия, вблизи сельского поселения Озрек.

Пробы отобраны с трёх площадок, которые располагались в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами 58 и 50 метров (рис. 1). Светлое «облако» – загрязнение солями ТМ, видимое даже на снимках из космоса. Пробы отбирали с поверхности и с глубины 5 см.

Содержание ТМ в почве определяли атомно-абсорбционным методом [2]. Отбор проб воды был проведен из той части реки, которая протекает в городской черте. Схема отбора проб воды представлена на рис. 2. Для определения ТМ в воде использовали метод инверсионного электрохимического анализа, измерения производили на приборе марки «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04» [3]. Анализ проводили на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

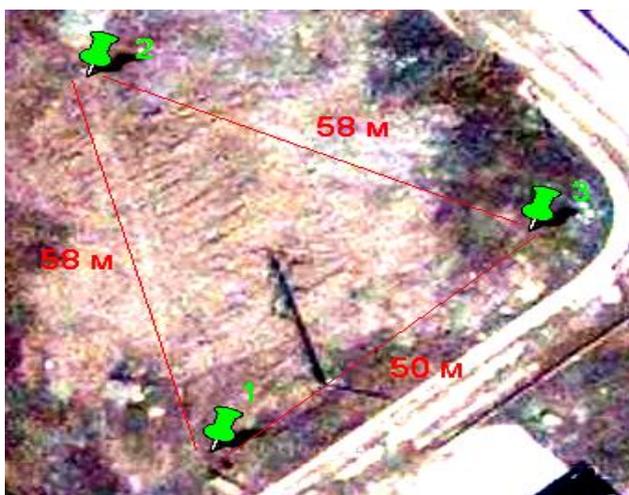


Рис. 1. Вид сверху исследуемой территории у горно-металлургического предприятия (аэрокосмическая фотосъемка)

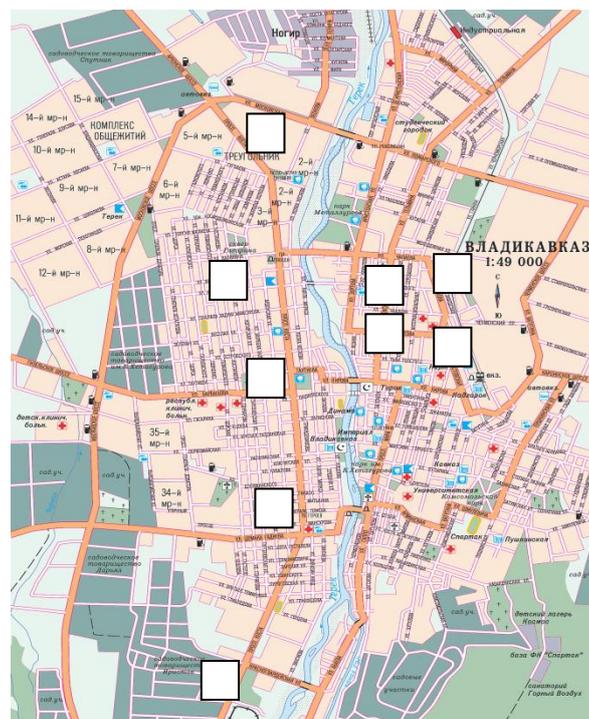


Рис. 2. План отбора проб воды из р. Терек. Заводы: А – ОАО «Электроцинк», В – ОАО «Победит», С – ОАО «Кристалл», D – ОАО «Магнит»

Химический анализ почвенных образцов показал, что на всех опытных участках содержание подвижных форм Pb, Ni, Cu, Cd и Zn во много раз превышает значения ПДК (табл. 1).

Таблица 1

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве (мг/кг)

| Место пробоотбора | Pb | Ni | Cu | Cd | Zn | |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------|
| Фон | 6,05±0,15 | 1,18±0,004 | 0,49±0,02 | 0,09±0,01 | 71,0±0,7 | |
| 1 точка | 0 см | 2525±14 | 28,89±0,25 | 417,8±1,8 | 296,8±1,8 | 24800±70 |
| | 5 см | 185±17 | 25,01±0,10 | 46,3±0,4 | 119±18 | 1400±110 |
| 2 точка | 0 см | 10410±190 | 562±5 | 4640±50 | 478±24 | 86710±60 |
| | 5 см | 7736±6 | 42,75±0,36 | 2895,8±3,2 | 299±5 | 8190±160 |
| 3 точка | 0 см | 13100±300 | 20,12±0,09 | 1550±80 | 156,00±0,71 | 23590±270 |
| | 5 см | 829±15 | 5,80±0,31 | 91,5±1,4 | 34,3±0,4 | 3350±140 |
| ПДК | 6 | 4 | 3 | 0,5 | 23 | |

Как видно из данных табл. 1, в фоновой точке показатели не превышают значения ПДК, кроме содержания цинка, которое выше в 3 раза. Максимальное превышение ПДК по содержанию подвижных форм Pb в 1740 и в 2190 раз наблюдаются в поверхностном слое второго и третьего участка пробоотбора – 10410 и 13100 мг/кг соответственно. Самой загрязнённой оказалась проба, отобранная с поверхности второго участка. Концентрация ТМ настолько велика, что даже в процессе пробоподготовки окраска раствора была яркой зеленовато-

голубой, обусловленной наличием солей никеля (II) и меди (II). На глубине 5 см содержание ТМ снижается, хотя остаётся на уровне выше ПДК в десятки и тысячи раз.

Наименее загрязнены участки № 1 и 3. Во всех случаях прослеживается закономерность уменьшения концентрации металлов с глубиной. Это говорит о том, что основная часть ТМ находится в поверхностном слое, в виде пленки. Судя по содержанию ТМ в пробе фоновой территории, даже на расстоянии 80 км заметно влияние металлообрабатывающих предприятий. Такие превышения могут быть и являются источником загрязнения окружающей среды.

В результате проведенного анализа проб воды из реки Терек, отобранных в осенний период, выявлено, что содержание ТМ, за исключением марганца, не превышает ПДК (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в воде (мг/дм³)

| Место пробоотбора | Cu | Pb | Zn | Mn | Cd |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Проба 1 | 0,006±0,002 | 0,008±0,004 | 0,095±0,026 | 0,019±0,006 | <<0,0005 |
| Проба 2 | <<0,001 | 0,004±0,001 | 0,022±0,006 | 0,180±0,050 | <<0,0005 |
| Проба 3 | 0,004±0,001 | 0,003±0,001 | 0,035±0,010 | 0,119±0,038 | <<0,0005 |
| Проба 4 | <<0,001 | 0,003±0,001 | 0,081±0,022 | 0,124±0,040 | <<0,0005 |
| Проба 5 | <<0,001 | 0,003±0,001 | 0,072±0,019 | 0,083±0,022 | <<0,0005 |
| ПДК | 1,0 | 0,03 | 1,0 | 0,1 | 0,01 |

Такое низкое, по сравнению с почвой, содержание исследуемых элементов в воде говорит о том, что активной миграции ТМ из почвы в осенний период не происходит и в этот период металлообрабатывающие предприятия Владикавказа не оказывают прямого негативного влияния на качество воды р. Терек. Исследование не завершено. Планируется провести анализ проб воды, отобранных в период паводка, а так же проб почвы отобранных со всей территории города.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

Литература

1. Корельский Д. С. Оценка уровня загрязнения приповерхностного слоя почв в зоне воздействия металлургического предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, № 9, 2008. С. 330–333.
2. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М. 13 с.
3. Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

*Е. С. Сунцова¹, Е.В. Дабах^{2,1}, Т. Я. Ашихмина^{1,2},
Г. Я. Кантор^{1,2}, С. А. Целоусов¹*

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*
² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*
ecolab@vshu.kirov.ru

С 2008 г. в Российской Федерации действует федеральная целевая программа (ФЦП) «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года». Под действие данной программы на территории Кировской области попадает бывший Кирово-Чепецкий химический комбинат, на котором до 1992 г. функционировало радиохимическое производство по переработке урана. В настоящее время на территории КЧХК расположены хранилища твердых и жидких радиоактивных отходов. Данные объекты являются потенциально опасными для населения г. Кирова и г. Кирово-Чепецка. В рамках ФЦП лабораторией биомониторинга Института Биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ проводятся работы по оценке современного состояния окружающей среды в районе размещения радиоактивных отходов [1].

В 2010–2011 гг. в районе размещения объектов хранения радиоактивных отходов сотрудниками лаборатории проводились замеры мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД). В местах повышенных по сравнению с фоном значений МЭД было отобрано 33 образца почв. В водных объектах в зоне влияния КЧХК были отобраны пробы донных отложений. Карта – схема отбора проб представлена на рис. Пробы анализировали на спектрометрическом комплексе для измерения активности бета-гамма – излучающих нуклидов «Прогресс», определяя удельную активность (Бк/кг) естественных и техногенных радионуклидов: Cs-137, Sr-90, K-40, Ra-226, Th-232, суммарную β-активность во всех отобранных пробах [2, 3].

Как и в прошлые годы [1, 4], наибольшие значения удельной активности радионуклида Cs-137 в почве отмечаются на участках № 913 (8129 Бк/кг), 907 (6134 Бк/кг), 906 (5420 Бк/кг). Распределение Sr-90 имеет несколько иной характер: максимальное значение удельной активности его обнаружено на участке № 1005/1 (1272 Бк/кг). Загрязнение этими радионуклидами по-прежнему приурочено к 3-ей секции хранилища радиоактивных отходов и к руслу р. Елховки [6]. Впервые за последние 4 года во всех отобранных нами пробах были определены удельные активности радионуклидов Th-232 и Ra-226.

Удельная активность Ra-226 варьировала в пределах 20–45 Бк/кг, максимальное значение показателя 73,0 Бк/кг было отмечено на берегу р. Елховки на участке № 906. Значения удельной активности радионуклида Th-232 варьируют в пределах от 10,4 Бк/кг в районе завода полимеров до 45,3 Бк/кг – на участке 1005 около 3-й секции.

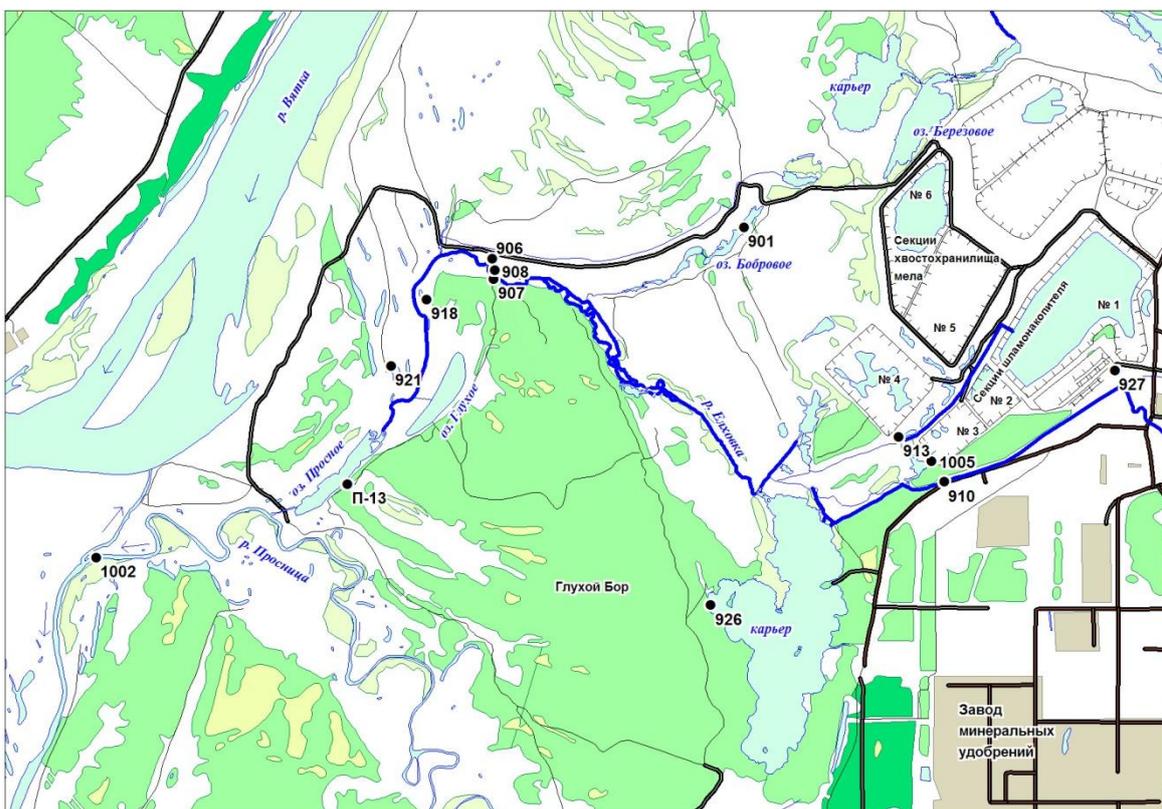


Рис. Схема расположения точек отбора проб

Максимальные значения удельной активности радионуклида Cs-137 в пробах донных отложений выявлены на участке 913 – 7810 Бк/кг. Отметим, что в пробах болотной почвы и в донных отложениях этого участка значения удельной активности цезия-137 близкие. Тем не менее, по данным предыдущих исследований [4] и результатам 2011 г., отмечена достоверно более высокая активность Cs-137 в почвах по сравнению с донными отложениями. Почвы и донные отложения на болоте различаются по времени и степени воздействия воды (растворов) на субстрат. Во время подъема воды в паводок почвы в пойме на длительное время затапливаются, донные отложения постоянно находятся под водой. Такой режим определяет разные условия трансформации органических остатков, различия окислительно-восстановительных процессов и другие особенности.

В 3 пробах донных отложений, отобранных к западу от 3-й секции (№ 1005), обнаружены наибольшие значения удельной активности Sr-90. Пестрота распределения радионуклидов в донных отложениях чрезвычайно высокая. Даже на расстоянии около 2 м между местами пробоотбора удельная активность Sr-90 изменяется от 71 до 641 Бк/кг, Cs – 137 – от 42 до 4595 Бк/кг.

К западу от 3-й секции отмечены и максимальные значения удельной активности Th-232 в донных отложениях (точка № 1005 на рис.) – 34,3 Бк/кг. Значения удельной активности радионуклида Ra-226 достигают 120,6 Бк/кг в пробе, отобранной из искусственного русла р. Елховки (точка 910). В фоновой точке, расположенной выше по течению реки, удельная активность радия-226 составляет 101,0 Бк/кг, тория – 7,9 Бк/кг. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Наши исследования подтверждают, что преобладающими техногенными радионуклидами в почвах и донных отложениях в районе Кирово-Чепецкого химического комбината являются цезий – 137 и стронций – 90.

2. Загрязнение почв и донных отложений радионуклидами характеризуется значительной пестротой: в пробах донных отложений, отобранных на расстоянии 2 м, активности цезия – 137 и стронция – 90 различаются на порядок.

3. На заболоченных участках, где генетические особенности почв и донных отложений проявляются в меньшей степени, в почвах отмечена достоверно более высокая активность Cs – 137, чем в донных отложениях

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Ашихмина Т. Я., Лемешко А. П., Кантор Г. Я., Дабах Е. В. Комплексное обследование территории в районе хранения радиоактивных отходов Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» / Современная радиоэкологическая обстановка в Кировской области. Объектный мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО». Матер. науч.-практ. конференции 10–11 декабря 2009 г. Киров, 2009. 132 с.

2. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево. 2003. 32 с.

3. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево. 2004. 24 с.

4. Ашихмина Т. Я., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 3. С. 18–26.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

Е. С. Петухова¹, Е. П. Ельшина¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}
¹ Вятский государственный гуманитарный университет,
² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Более 10 лет коллективы лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ и ООО «Геосервис» проводят комплексные исследования по изучению состояния природных сред и объектов в районе расположения объектов Кирово-Чепецкого промышленного комплекса (КЧХК). Изучается состав и состояние природных поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, почв, донных отложений, растительности.

В ходе изучения состояния подземных вод на данной территории определено содержание марганца, железа, никеля, мышьяка, стронция, бария, бериллия, молибдена, урана в концентрациях выше ПДК [1]. По материалам, полученным при изучении почв, выявлено, что почти все исследованные почвы загрязнены тяжёлыми металлами. В них отмечается повышенное содержание

кадмия, никеля, свинца, цинка. Для большей части почвенных образцов характерна кислая реакция среды [2–4]. По суммарному коэффициенту загрязнения [5], рассчитанному по семи нормируемым в почвах элементам (кадмий, цинк, никель, медь, свинец, ртуть, мышьяк) почвы отнесены к категории с допустимой степенью загрязнения.

Поскольку для почв Кирово-Чепецкой зоны характерно загрязнение тяжёлыми металлами, с кислой реакцией среды, возникла необходимость проведения исследования по изучению накопления данных металлов растениями. С этой целью нами проводилось изучение содержания тяжёлых металлов на примере: меди, кадмия, свинца, железа, марганца, никеля и цинка в различных органах растений. Для исследования на содержание тяжёлых металлов были отобраны корни и стебли бодяка полевого, листья черёмухи, стебли крапивы двудомной и побеги тростника. Отбор проб проводился сотрудниками лаборатории биомониторинга на участках: № 901 на берегу оз. Бобрового, № 907, 918 заболоченный берег р. Елховки в нижнем её течении, № 1005/1 (около 3-ей секции шламонакопителя).

Минерализация проб растений проводилась методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Для анализа отбиралась испытуемая проба массой 5 г., взвешенной с погрешностью $\pm 0,1$ г. Пробы прокаливались при температуре 525 ± 25 °С в течение 3 часов, до отсутствия частичек угля, что указывает на полное озоление растительного материала. При наличии углистых частичек в тигель с золой приливали дистиллированную воду или 3% раствор пероксида водорода, или 2 см³ разбавленной (1:1) азотной кислоты. После чего вновь прокаливали при температуре 525 ± 25 °С в течение 1 часа. Прокаливание и взвешивание повторяли до достижения постоянной массы тигля с золой. Постоянство массы считалось достигнутым, если разность результатов двух последовательных взвешиваний составляла не более 0,001 г. При правильном озолении, полученная зола имеет белый, кремоватый, розовый цвет, без обугленных частиц.

После этого золу смачивали несколькими каплями бидистиллированной воды, затем к золе добавляли 10–15 см³ азотной кислоты концентрации (1:1). Тигель покрывали часовым стеклом и нагревали до кипения. Содержимое тигля после охлаждения фильтровали, при этом тщательно промывали разбавленной азотной кислотой и оставляли до следующего дня. Одновременно проводился контрольный опыт, включая все стадии анализа, кроме взятия проб растительного материала.

Определение тяжёлых металлов в растворах золы проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС «СПЕКТР-5-4». Атомно-абсорбционный анализ основан на способности свободных атомов, определяемых элементов, образующихся в пламени при введении в него анализируемых растворов, селективно поглощать резонансное излучение определённых для каждого элемента длин волн.

Анализ полученных результатов по содержанию тяжёлых металлов в различных органах растительных объектов выявляет наиболее повышенное содержание свинца, марганца, никеля, железа в корневой системе в сравнении с надземными частями исследуемых растений. У растения бодяка полевого, ото-

бранного на участке в районе 3-ей секции шламонакопителя, содержание свинца в корнях 5,9 мг/кг, а в надземной части 0,5 мг/кг, для марганца данные значения равны 8,9 мг/кг в корнях и 2,06 мг/кг в стеблях, для никеля соответственно 2,1 мг/кг в корнях и 0,30 мг/кг в стеблях. Содержание железа в данных органах бодяка полевого существенно отличаются по количеству от других элементов и составляют 998 мг/кг в корнях и 31,3 мг/кг в стеблях. Кадмий удалось определить лишь в корнях бодяка полевого, содержание его составило 0,1 мг/кг, в надземной части – в стеблях его содержание незначительно – ниже чувствительности метода определения.

Сравнительные данные по содержанию тяжёлых металлов в надземных частях крапивы, черёмухи, тростника, бодяка полевого свидетельствуют о том, что содержание в них тяжёлых металлов, существенно отличается друг от друга. Свинца в них содержится от 0,5 мг/кг – бодяк полевой (участок № 1005/1) до 1,1 мг/кг – листья черёмухи (участок № 907), цинка от 26,9 мг/кг – побеги тростника (участок № 901) до 40,9 – листья черёмухи (участок № 907), никеля 0,30 мг/кг – бодяк полевой (участок № 1005/1) до 2,97 мг/кг – листья черёмухи (участок № 907). Содержание железа в листьях черёмухи на этом же участке составляет 112,1 мг/кг, в стеблях крапивы (участок № 918) – 111,09 мг/кг т. е. практически одинаково, а в надземной части бодяка полевого составляет 31,3 мг/кг, тростника 9,6 мг/кг. Кадмий не обнаружен в надземных частях исследуемых растений, за исключением крапивы двудомной (на участке № 918 левый заболоченный берег р. Елховки в нижнем её течении), где содержание кадмия составляет 0,01 мг/кг.

Наряду с этим следует отметить, что наиболее высокие значения содержания тяжёлых металлов на всех исследуемых участках, определены в листьях многолетнего растения – черёмухи, за счёт запасующих тканей ствола и корневой системы. У многолетников – бодяка полевого, тростника, крапивы двудомной стволовая часть растения ежегодно отмирает, запасующие вещества накапливаются в клеточных оболочках корневых систем.

В целом следует отметить, что на территории КЧХК из семи изучаемых в растительных объектах тяжёлых металлов наиболее высокие значения проявляются для железа, цинка и марганца. Корневая система исследуемых растений более чувствительна к накоплению тяжёлых металлов в сравнении с их надземной частью.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

1. Глаголев А. В., Вольницкая Е. П., Лемешко А. П. Результаты полевого обследования состояния недр в районе территории объектов «РосРАО» – выводы и предложения // Современная радиэкологическая обстановка в Кировской области Объектовый мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО». Матер. науч.-практ. конф. 10–11 декабря 2009. Киров, 2009. С 45–62.

2. Дружинин Г. В., Лемешко А. П., Нечаев В. А., Хитрин С. В. Отчёт по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков. Киров: ООО «Геосервис», 2006. 146.

3. Скугорева С. Г., Дабах Е. В., Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Шуктомова И. И., Ашихмина Т. Я. Изучение состояния почв на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология, 2009. № 2. С. 37–46.

4. Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Лемешко А. П. Состояние почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Современные проблемы загрязнения почв: Матер. III Междунар. конф. М., 2010. С. 80–84.

5. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ Cu, Cd) НА РАСТЕНИЯ

*С. В. Степанова, А. В. Нашивочникова, Н. В. Пахарькова
Сибирский федеральный университет*

Тяжелые металлы относятся к числу наиболее опасных химических загрязняющих веществ. Избыточное поступление металлов в экосистемы в результате антропогенного прессинга часто приводит к необратимым изменениям и нарушениям жизненно важных функций у большинства организмов. Важно отметить, что тяжелые металлы относятся преимущественно к рассеянным химическим элементам, поэтому загрязнению ими подвергается не только почвенный покров, но и гидросфера и атмосфера. В силу этого повышение концентрации твердых металлов в окружающей среде носит глобальный характер. Избыток металлов в среде обитания, как правило, приводит к их повышенному накоплению растительными организмами, при этом величина и характер поглощения у разных видов растений имеет свою специфику.

Одним из способов эффективной очистки почв от тяжелых металлов является фиторемедиация. Фиторемедиация (от греч. «фитон» – растение и лат. «ремедиу» восстанавливать) – технология очистки окружающей среды с помощью растений и ассоциированных с ними организмов. Фиторемедиация является высокоэффективной технологией очистки от ряда органических и неорганических поллютантов. Восстановление окружающей среды при помощи растений вызывает широкий интерес благодаря возможностям, которые открывает эта технология при очистке загрязненных территорий. За последние десять лет фиторемедиация приобрела большую популярность, что отчасти связано с её низкой стоимостью. Т. к. в процессе фиторемедиации используется только энергия солнца, данная технология на порядок дешевле методов, основанных на применении техники (экскавация, промывка и сжигание почвы). То, что данная технология применяется прямо в районе загрязнения, способствует снижению затрат и уменьшению контакта загрязненного субстрата с людьми и окружающей средой.

Фиторемедиация загрязнённых почв и осадочных пород уже применяется для очистки военных полигонов (от тяжелых металлов, органических поллю-

тантов), сельскохозяйственных угодий (пестициды, металлы, селен), промышленных зон (органика, металлы, мышьяк), мест деревообработки. Однако на сегодняшний день практически отсутствуют научно обоснованные критерии для выбора растений с точки зрения их потенциальной способности к фиторемедиации почв.

Целью данной работы является оценка воздействия тяжелых металлов на растения с точки зрения их использования для фиторемедиации почв.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Провести модельный опыт по выращиванию растений в грунте с добавлением кадмия (Cd) и меди (Cu) в лабораторных условиях.
- Оценить морфологические параметры контрольных и опытных растений.
- Провести химический анализ растений, сравнить содержание меди и кадмия в контрольных и опытных образцах.
- Статистически обработать данные.

Для модельного опыта мы выбрали растения которые, по литературным данным, лучше всего накапливают в себе тяжелые металлы (Cu, Cd) такие как: календула лекарственная (*Calendula officinalis*), люпин однолетний (*Lupinus angustifolius*), подсолнечник карликовый (*Helianthus sp.*).

Мы измерили длину побегов и корней, сырой и сухой вес контрольных и опытных образцов, глазомерно оценили внешнее состояние. Для сравнения содержания тяжелых металлов в образцах провели полуколичественный элементный анализ на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL Advant,x в Центре коллективного пользования приборами СФУ. Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Office Excel.

В качестве оптимального морфологического параметра предложена суммарная длина побега, т. е. сумма длин побегов всех растений в каждой емкости.

По данным полуколичественного элементного анализа, максимальное накопление, как кадмия, так и меди, отмечено в тканях подсолнечника. Следует отметить, что кадмий в небольших количествах также был обнаружен в тканях люпина однолетнего, тогда как в тканях календулы содержание этого элемента незначительно. Что касается меди, этот элемент хорошо аккумулируется в тканях всех исследованных растений, его концентрация по сравнению с контролем в тканях люпина увеличилась более чем в 6 раз, календулы – в 12 раз, подсолнечника – в 23 раза.

Таким образом, для очистки почв от кадмия и меди в наибольшей степени из исследованных видов растений подходит подсолнечник карликовый как с точки зрения устойчивости к загрязнению, так и по аккумулятивной способности.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РАЙОНЕ ВЛИЯНИЯ КИЛЬМЕЗСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ

Г. В. Сухих¹, Т. Я. Ашихмина²

¹ *Вятский научно-технический информационный центр
мониторинга и природопользования,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

Ядохимикаты сельскохозяйственного назначения (пестициды), пришедшие в негодность и запрещенные к применению, необходимо утилизировать и уничтожать, что довольно проблематично. Поэтому создаются захоронения ядохимикатов. В частности, в Кировской области в 1975 г. было создано Кильмезское захоронение ядохимикатов. Данное захоронение является одним из крупнейших потенциальных источников загрязнения природной среды (в первую очередь почв и подземных вод) в Кировской области.

Объект захоронения пестицидов имеет потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья людей. Токсичные вещества, вследствие снижения со временем герметичности тары, в которой захоронены пестициды, проникают в окружающую среду и вызывают угрозу для всех живых организмов, поэтому работы по мониторингу данного объекта являются актуальными.

Целью нашей работы является изучение состояния окружающей среды и анализ результатов экологического мониторинга в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов.

Регулярные наблюдения осуществляются за следующими объектами окружающей среды: подземные воды; поверхностные воды, в том числе донные отложения и зообентос; почвы; растительность и отдельные виды-биоиндикаторы [1].

Мониторинг подземных вод осуществляется по 4 наблюдательным скважинам, оборудованным на различные водоносные комплексы (скв. № 6, № 7, № 8, № 9) (рис.). В 2011 г. наблюдения за состоянием подземных вод показали:

– в подземных водах скважины № 6 отмечается тенденция к снижению концентраций таких загрязняющих веществ, формальдегид, а также БПК₅. Превышений ПДК по мышьяку и формальдегиду не выявлено;

– разовые превышения ПДК по перманганатной окисляемости отмечаются в скважинах № 8 и в № 9;

– в 2011 г. в подземных водах скважин отмечается увеличение концентраций таких загрязняющих веществ, как марганец, железо, а также БПК [2].

Комплексное обследование экосистемы р. Осиновки осуществляется в трех гидрологических створах (рис. 1):

– в 2011 г. отмечается снижение общей численности зообентоса на ст. 1 и 2. Во всех створах зафиксирован стабильный рост видового богатства зообентоса, преимущественно в устьевом створе;

– качество поверхностной воды р. Осиновки в 2011 г. в створе 1 оценивается как 5 класс (грязная), в створах 2 и 3 – как 4 класс (загрязненная);

– в перечень показателей, содержание которых превышает ПДК_{р/х}, входят: органические вещества, выраженные в ХПК, ионы аммония, мышьяк, растворенные формы железа, марганца и меди. Дополнительно в перечне загрязняющих веществ в поверхностной воде створов № 1 и № 2 отмечаются органические вещества, выраженные в БПК и фенолы;

– содержание загрязняющих веществ в пробах донных отложений в основном остается на уровне значений, отмеченных в прошлые годы [1, 3].

Наблюдения за состоянием почв и растительности на протяжении ряда лет проводились на одних и тех же 8 площадках мониторинга, включая фоновую (рис. 1).

По результатам исследования состояния почв в 2010 г. на 5 участках обнаружены ДДТ и его метаболиты. Согласно данным 2011 г. концентрации ДДТ и его метаболитов в 1,5–2 раза ниже или соизмеримы с ранее отмечавшимися, но во всех образцах превышают ПДК. Максимальные количества их зафиксированы на участке 2 на глубине 7–20 см и составляют 0,36 мг/кг. По содержанию тяжелых металлов ПДК не превышены, самые высокие концентрации подвижного цинка отмечены на 6 и 7 площадках, меди – на 1 и 7. Близкое содержание кадмия, цинка, меди, железа выявлено в верхних почвенных горизонтах на площадках 7 и 4. В валовом составе на обеих площадках содержание тяжелых металлов вниз по профилю снижается. Результаты экотоксикологического анализа показали, что большинство проб почв характеризуется допустимой степенью токсичности. Умеренная степень токсичности определена для проб с участков 1 и 4 [3].

Наблюдения за состоянием растительности показывают, что:

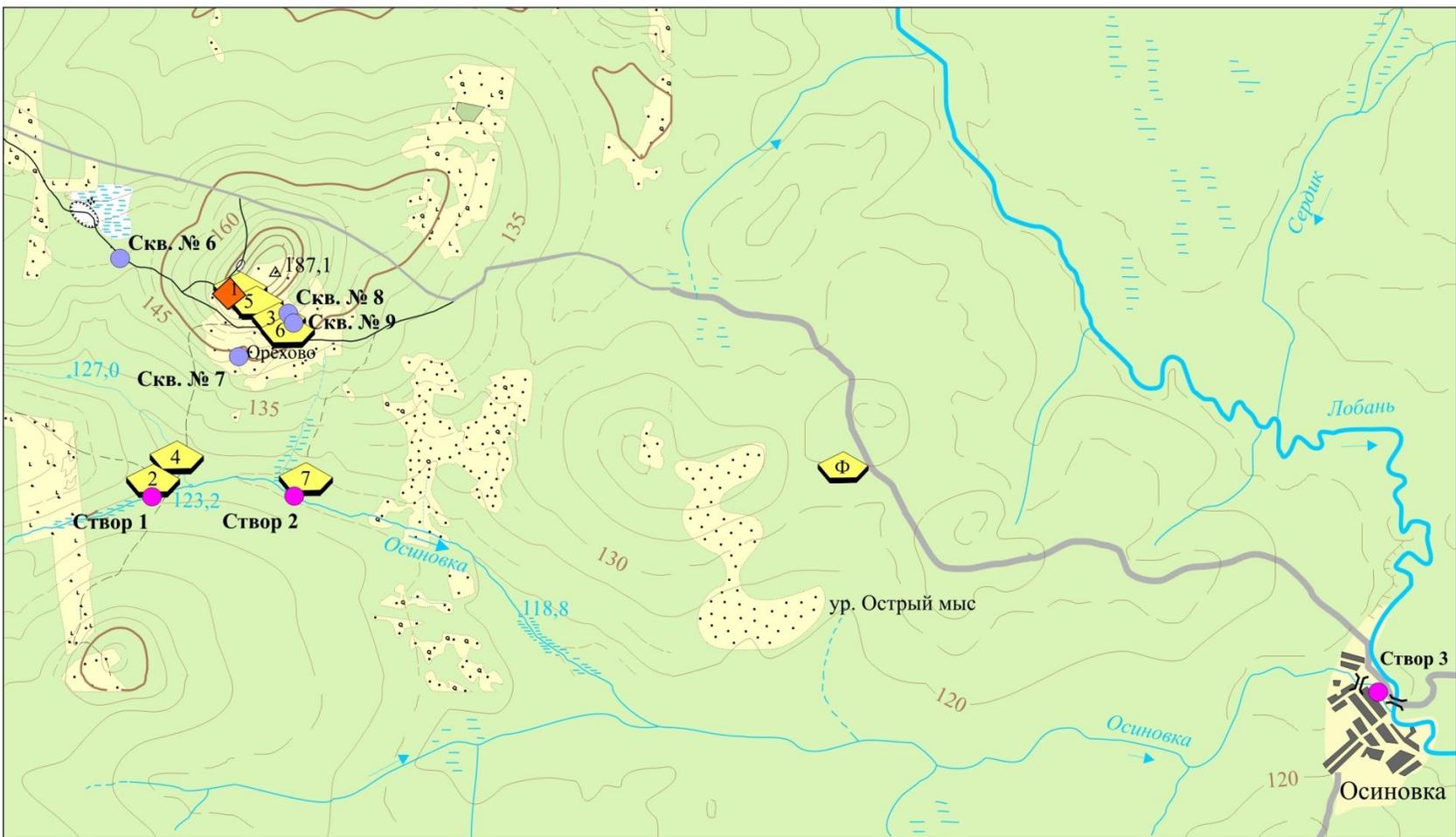
– в ходе маршрутного обследования изменений внешнего вида у растений не зафиксировано, не отмечено хлорозных и некротических повреждений листьев и хвои, которые являются индикаторами загрязнения;

– химический анализ растительных образцов, проведенный в 2011 г., показал отсутствие в них ГХЦГ, его изомеров, ДДТ и метаболитов, 2,4 Д. Однако в растениях камыша, произрастающих на участке 4, было отмечено накопление прометрина, в количестве 0,01 мг/кг сух. массы;

– результаты анализа растительных образцов по накоплению азота, фосфора и фтора не показали зависимости между аккумуляцией фтора в биомассе и расположением участка относительно ядохимиката;

– в 2011 г. было выявлено накопление свинца и ртути в листьях камыша лесного на участке 7. Самое высокое содержание ТМ и мышьяка обнаружено в пробах, отобранных на участке 7. Пробы растений с участка 6 также отличались высоким уровнем свинца и ртути. Накопление мышьяка в растениях на протяжении 2010–2011 гг. отмечается на участке 4 [1, 3].

Полученные результаты свидетельствуют об увеличении содержания некоторых загрязняющих веществ, источником которых могут быть захороненные ядохимикаты.



Условные обозначения

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Наблюдательная сеть по подземным водам - скважины 6, 7, 8, 9 (инспектирование скважин наблюдательной сети с отбором проб подземных вод для лабораторных исследований) ● Наблюдательная сеть по поверхностным водам - створы 1, 2, 3 (физические, химические, гидрологические и гидробиологические наблюдения с отбором проб поверхностной воды, донных отложений и макрозообентоса) | <ul style="list-style-type: none"> ▭ - площадки мониторинга почв и растительности (наблюдения за состоянием почв и исследование фитоценозов с отбором проб почв и растительных образцов) ◆ - территория Кильмезского ядохимикатного захоронения ~ - водные объекты — - автодорога |
|--|---|

Рис. Сеть наблюдения за состоянием объектов окружающей среды в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов
Масштаб 1 : 50000

Для оптимизации экологического мониторинга в районе влияния Кильмезского захоронения ядохимикатов необходимо продолжать наблюдения за объектами окружающей среды, а также необходимо разработать программу комплексного экологического мониторинга на долгосрочный период.

Литература

1. Информационный отчет по экологическому мониторингу состояния окружающей среды в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов, включая результаты за период с 1995 по 2010 годы.

2. Информационный отчет о результатах реализации мероприятия «Осуществление комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов» в 2011 году, Правительство Кировской области Департамент экологии и природопользования Кировской области КОГБУ «ВятНТИЦМП».

3. «Отчет по оказанию услуги в рамках ведения комплексного экологического мониторинга объектов окружающей среды в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов», 2011 г, ВятГГУ.

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНОТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

К. А. Ворожцова, В. Е. Зяблицев, Л. В. Кондакова
Вятский государственный гуманитарный университет

Для нормального развития живым организмам – растениям и животным необходим, наряду с солнечной энергией и водой, сбалансированный биогенный комплекс продуктов питания (питательные вещества). Состав питательных веществ весьма разнообразен и включает макро- (углерод, кислород, азот, фосфор, калий, натрий, кальций, магний и др.) и микроэлементы (бор, марганец, молибден, железо, медь, кобальт, хром, йод и др.). При этом, если содержание макроэлементов в продуктах питания достаточно полное (пополняется в результате естественных биологических процессов) и чаще всего обеспечивает потребность живых организмов, то многие микроэлементы, наоборот, отсутствуют, или их содержание недостаточно. Поскольку микроэлементы жизненно необходимы (являются активными центрами ферментов, улучшают обменные процессы в клетках, а в растениях влияют на синтез хлороформа), то их отсутствие или недостаток (равно как и значительное превышение) нарушает нормальное развитие живых организмов и даже может привести к их гибели.

В естественных условиях живые организмы получают микро- и макроэлементы из природной среды: растения – из почвы, животные – с растительным кормом. При производстве сельскохозяйственной продукции необходимый баланс микроэлементов в продуктах питания растений и животных поддерживают искусственно: потребность растений обеспечивают предпосевной обработкой семян, внесением микроэлементов в почву или внекорневой подкормкой (опрыскивание питательными растворами); домашним животным и птице микроэлементы вводят непосредственно в продукты питания. Одновременно, продукция сельского хозяйства по гигиеническому качеству и химическому со-

ставу должна отвечать требованиям здорового (и оптимального!) питания человека. Поэтому установлены нормы (Федюшкин, 1989) на содержание микроэлементов в почве, удобрениях и в рационе питания домашних животных и птицы (табл.).

Источниками микроэлементов являются водорастворимые соли, сложные минеральные удобрения и отходы горнодобывающей, металлургической и химической промышленности. Использование промышленных отходов в продуктах питания растений и животных экономически обосновано, однако наличие «дополнительных» (порой опасных) элементов налагает повышение требований к составу отходов.

Как источник микроэлементов представляют интерес отходы, образующиеся в процессе гальванизации материалов (металлы и неметаллы) при нанесении защитно-декоративных металлических покрытий: растворы промывки изделий (промывные воды) и отработанные электролиты ванн покрытия. Промывные воды на предприятии, как правило, подвергают очистке на ионообменных фильтрах до остаточного содержания примесей 1,2–1,7 мг · экв./л. Электролиты ванн гальванизации обезвреживают химическими методами с образованием нерастворимых соединений. При регенерации ионообменных фильтров (используют кислые и щелочные растворы) образуются растворы с высоким содержанием примесей металлов и других ионов (Виноградов, 1998).

Таблица

Содержание микроэлементов в продуктах питания растений и животных

| Микроэлемент | Растения | | | Животные и птица |
|--------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
| | Почва, мг/кг (ПДК) | Обработка семян раствором, % | Внекорневая подкормка, г/л воды | Пороговое содержание в кормах, мг/кг сухого корма |
| Бор | 2–100 (100) | 0,01–0,03 | 0,1–1,5 | – |
| Цинк | 10–300 (300) | 0,02–0,05 | 0,025–0,5 | 29–60 и выше |
| Медь | 2–100 (100) | 0,001–0,01 | 0,2–0,5 | 3–12 и выше |
| Молибден | 0,2–10 (10) | – | 0,001–0,05 | 0,25–1 и выше |
| Хром | – | – | 0,0005–0,01 | – |
| Марганец | 10–15 | 0,03–0,05 | 0,1–1,0 | 20–60 и выше |
| Никель | – | – | 0,0005–0,02 | – |
| Йод | – | – | – | 1,2–2,0 и выше |

Состав отходов процесса гальванизации материалов разнообразен, входят органические (компоненты ванн обезвреживания и спецдобавки гальванизации) и неорганические соединения. Учитывая широкий спектр металлопокрытий, получаемых методом гальванизации, следует ожидать наличие в отходах «полезных» для живых организмов микроэлементов. Для приготовления питательных растворов можно использовать промывные воды (до и после ионообменной очистки), продукты регенерации ионообменных фильтров и осадки после химической очистки электролитов ванн гальванизации. Для устранения нежелательного влияния на живые организмы органических примесей питательные растворы надлежит очищать методом жидкофазного деструктивного окисления органических соединений (Сысолятина, Зяблицев, 2009).

На последующих этапах работы предполагается исследовать влияние отходов процесса гальванизации материалов на жизненные функции живых организмов.

Литература

1. Федюшкин Б. Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами Технология и применение. Л.: Химия, 1989. 272 с.
2. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Глобус, 1998. 302 с.
3. Сысолятина Е. И., Зяблицев В. Е. Электрохимическое окисление органических соединений в растворах хлоридов // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2009. С. 170–172.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В ОРИЧЕВСКОМ РАЙОНЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. С. Олькова, Е. В. Баталова

Вятский государственный гуманитарный университет

Проблема обращения с твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) волнует как население, так и представителей органов исполнительной власти. Учёт мнения общественности является одним из ключевых аспектов экологического права в нашей стране и за рубежом.

Целью нашего исследования было изучение общественного мнения по проблеме обращения с отходами в Оричевском районе и его сопоставление с фактическими данными.

Для реализации этой цели нами был проведен опрос населения методом анкетирования (выборка среди населения Оричевского района); проанализировано наличие оборудованных и несанкционированных мест хранения отходов; проведены химический анализ почв (определение тяжелых металлов) биотестирование почв в «месте для размещения ТБО».

Согласно проведенному нами опросу в Оричевском районе (лето 2011 г.) «захламление территории отходами производства и потребления» (Отходы) лидирует среди других экологических проблем (рис. 1). Внешнее проявление данной проблемы мы видим в стихийных свалках.

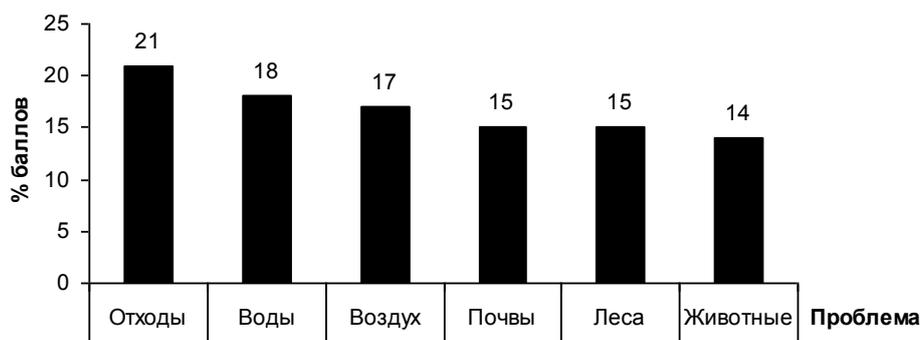


Рис. 1. Значимость экологических проблем в Оричевском районе

Согласно действующему законодательству образовавшиеся отходы должны складироваться на специально отведенных участках. В Оричевском районе таковым можно считать «место для размещения ТБО возле д. Помаскины».

В настоящее время именно туда свозятся отходы с большей части района. Организацией, ответственной за содержание «места размещения...» по договору с Управлением УФИ и ЗР Администрации Оричевского района является ООО «Чистый город» осуществляющий деятельность по вывозу и размещению ТБО с 01.07.2010. Услуги оказываются на платной основе. Согласно проведенному опросу данные услуги по сбору, транспортировке, хранению и утилизации отходов готовы оплачивать 57% респондентов.

За время деятельности организации бывшая свалка возле д. Помаскины была благоустроена. Проведено планирование территории, буртование отходов, огораживание территории, оборудовано место для рабочих, сооружены въезд, шлагбаум, баннер, приняты противопожарные меры.

В августе 2011 г. произведен отбор проб из верхних генетических горизонтов почвы в 10 точках по периметру «места размещения...».

Химический анализ (атомно-абсорбционный метод) проб выполнен на базе научно-исследовательской экоаналитической лаборатории ВятГГУ. Согласно полученным результатам (табл. 1) превышение ПДК выявлено по содержанию никеля в валовой форме – для всех проб; свинца в подвижной форме – для проб № 3, 7, 8, 9; цинка в валовой (№ 8, 9) и подвижной формах (№ 7–10). Таким образом, наибольшее содержание металлов обнаружено в пробах № 8 и 9. Обе пробы взяты на территории старой свалки, вдоль бывшей подъездной дороги к ней.

Определена токсичность проб почвы с помощью двух тест-объектов.

По изменению интенсивности биолюминесценции бактерий (тест-система «Эколюм») все анализируемые пробы почвы относятся к группе «образец не токсичен». Однако, если рассматривать ряд (табл. 2) более детально, то выявляется снижение уровня стимуляции по некоторым пробам. Ближе к токсичным значения пробы 2 (слева от въезда 200 м., по направлению стока вод с площадки), 8 (на старой подъездной дороге) и 10 (лесополоса между полигоном и автодорогой).

Значения, полученные биотестировании проб с помощью водоросли хлорелла, говорят о токсичности проб по показателю стимуляции (табл. 3). Минимальная токсичность обнаруживается для пробы 3 (участок дальний от собственно площадки складирования как давней, так и новой). Максимальная – для проб 9 и 10 (на старой подъездной дороге и лесополоса между полигоном и автодорогой соответственно).

Таблица 1

**Содержание тяжелых металлов в почве «места для размещения ТБО
возле деревни Помаскины» Орического района**

| Компоненты | Кадмий | | Медь | | Железо | | Никель | | Свинец | | Марганец | | Цинк | |
|------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | вало- вая | по- движ- ная |
| № пробы | 1,0– 2,0 | – | 33– 132 | 3 | – | – | 4 | 20–40 | 32– 130 | 6 | 1500 | – | 155– 220 | 23 |
| 1 | 0,29 | 0,065 | 12,7 | 0,19 | 10800 | 25 | 27 | н/о | 7,3 | 1,57 | 700 | 74 | 39 | 2 |
| 2 | 0,21 | 0,063 | 6,3 | 0,117 | 5500 | 8,6 | 11,9 | н/о | 5 | 0,91 | 510 | 46 | 24 | 1,7 |
| 3 | 0,25 | 0,053 | 5,2 | 0,15 | 4400 | 10,9 | 9,2 | н/о | 101 | 25 | 360 | 42 | 42 | 10,1 |
| 4 | 0,105 | 0,038 | 3,9 | 0,17 | 5200 | 133 | 10,6 | н/о | 3,7 | 0,74 | 290 | 50 | 18 | 0,85 |
| 5 | 0,097 | 0,04 | 11,2 | 0,31 | 9500 | 3 | 27 | 0,29 | 53 | 4,1 | 630 | 75 | 32 | 1,6 |
| 6 | 0,19 | 0,053 | 5,7 | 0,25 | 4800 | 43 | 11,7 | н/о | 6,2 | 1,41 | 390 | 73 | 59 | 22 |
| 7 | 0,25 | 0,048 | 12,4 | 0,62 | 8900 | 15,5 | 21 | н/о | 11 | 12,4 | 250 | 86 | 62 | 29 |
| 8 | 0,77 | 0,33 | 23 | 1,54 | 7300 | 51 | 16 | 0,33 | 100 | 58 | 340 | 19 | 280 | 170 |
| 9 | 0,66 | 0,25 | 43 | 0,89 | 9900 | 20 | 22 | 0,86 | 51 | 9 | 500 | 134 | 290 | 104 |
| 10 | 0,21 | 0,06 | 14,6 | 0,54 | 4200 | 11,4 | 8 | н/о | 10,3 | 3,7 | 900 | 78 | 84 | 31 |

*Значение ПДК по ГН 2.1.7.2511-09 (мг/кг почвы), ОДК по ГН 2.1.7.2041-06(мг/кг почвы).

Таблица 2

**Результаты биотестирования по изменению бактериальной
биолюминесценции (тест-система «Эколюм»)**

| Номер пробы | Ряд снижения стимуляции биолюминесценции → | | | | | | | | | |
|-------------|--|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | Проба 1 | Проба 3 | Проба 5 | Проба 4 | Проба 7 | Проба 9 | Проба 6 | Проба 2 | Проба 8 | Проба 10 |
| Tcp+σ | -924,25 +37,18 | -637,66 +17,91 | -555,75 +4,80 | -535,39 +4,80 | -358,84 +31,46 | -301,11 +10,47 | -304,36 +6,98 | -289,16 +13,82 | -243,84 +11,77 | -230,98 +9,50 |

**Результаты биотестирования по изменению плотности суспензии
хлореллы**

| Результат | Ряд увеличения токсичных свойств | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------|--------------------|---|---------------------|
| | Слаботоксичная | Среднетоксичная | Токсичная | Сильнотоксичная | Гипертоксичная |
| Величина разбавления, при которой превышен критерий токсичности | 1 (неразбавленная) | 3 (33%) | 9 (11%) | 27 (3,7%) | 81 (1,2%) |
| Номера проб | - | Проба 3 | Проба 4 Проба 8 | Проба 1 Проба 2 Проба 5 Проба 6 Проба 7 | Проба 9 Проба 10 |

По результатам всех проведенных анализов можно говорить о большем загрязнении старой части свалки, что и предполагалось. Уточняя положение - вдоль и рядом с бывшей подъездной дорогой к свалке.

Несанкционированные свалки остаются проблемными участками на карте района (рис. 2). Причина этому – нежелание оплачивать услуги по утилизации ТБО.

Самые большие объемы ТБО на свалках Пустошенского, Торфяного и Шалеговского сельских поселениях. По количеству несанкционированных свалок лидирует Оричевское сельское поселение (7 шт.) и Левинское городское поселение (5 шт.).

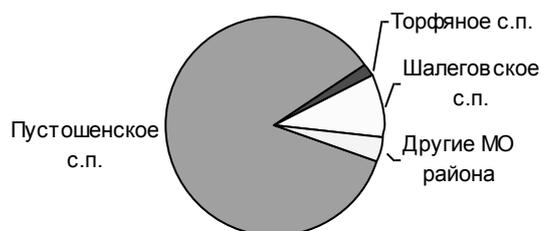


Рис. 2. Соотношение несанкционированных свалок в муниципальных образованиях (МО) Оричевского района Кировской области

Дополнительные средства из районного бюджета для ООО «Чистый город» не выделяются. Сейчас финансовая поддержка направлена на проект строительства полигона размещения ТБО, что стало возможно благодаря реализации подпрограммы «Отходы» ФЦП «Экология и природные ресурсы Кировской области на 2004–2010 год», согласно которой, на III квартал 2011 г. запланированы работы по началу строительства полигона в Оричевском районе. По проекту полигон рассчитан на эксплуатацию в течение 20 лет. Ежегодный объем ТБО рассчитывался исходя из численности в 18000 человек – это общая численность жителей пгт. Оричи, Мирный, Стрижи и Левинцы. Общая проектируемая вместимость полигона – 634,4 тыс.м³.

Начиная с 2012 г., будет проводиться рекультивация свалок за счет областного бюджета, так как район вошел в 70 км зону вокруг города Кирова, где действует соответствующая программа.

Утилизация отходов в Оричевском районе не ведется. Ситуация может решиться за счёт строительства специализированного завода по утилизации отходов.

Вторичное использование происходит ограниченно за счет вовлечения их в хозяйственный оборот: в древесные отходы и отходов животноводства используются населением для отопления и удобрения сельхозугодий. Отходы I класса опасности (ртутьсодержащие лампы дневного света) хранятся и передаются по договору с правом собственности на утилизацию ОАО «Куприт». Металлические отходы (стружка, лом, проволока, огарки) сдаются специализированным предприятиям (ООО Вятка-МК, ООО «Вяткаспецрегион») на основе договоров.

Проблема ТБО в Оричевском районе активно рассматривается. Используются все возможные средства и привлекаются ресурсы всех уровней власти, ведется просветительская работа с гражданами и организациями.

Таким образом, возможно, население не ошибается, ставя проблему обращения с ТБО на первое место среди экологических проблем Оричевского района.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3326.2012.5.

РЕКУПЕРАЦИЯ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ МЕТАНОВОГО БРОЖЕНИЯ

Н. Е. Захарищева¹, В. Е. Зяблицев¹, Е. В. Зяблицева²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Загрязнение природной среды бытовыми и промышленными отходами принимает поистине глобальные масштабы. При сохранении теперешних темпов «научно-технического прогресса», когда влияние техногенных (природоразрушающих и губительных для человека) факторов удваивается в среднем каждые 15 лет, угасание цивилизации неизбежно и может начаться уже к середине XXI века. Одновременно наблюдается острый дефицит энергии, потребление которой постоянно возрастает (оценивается на 2100 г. в $18,0 \cdot 10^{14}$ кВт · ч), а запасы сырья для её получения катастрофически снижаются (Соколов, 2000). В сложившейся ситуации экологически необходимо и экономически обосновано использование бытовых и промышленных отходов в качестве сырья при производстве энергии. Наиболее доступен для этой цели метод ферментации (метановое брожение), позволяющий получать из органического сырья высококалорийное и экологически безопасное топливо – биогаз (до 85% CH_4), теплотворная способность которого составляет 5–7 ккал/м³, что эквивалентно

4 кВт · ч электрической энергии. За рубежом (США, КНР и др.) методом метанового брожения ежегодно производят более 100 млрд. м³ биогаза, при этом наряду с промышленными широко применяют бытовые, («домашние») ферментаторы; например, в КНР число «домашних» ферментаторов превышает 7 млн. штук, а их общий объем составляет около 60 млн. м³. В СССР предпринимались усилия к созданию в биогазовой промышленности, однако метановое брожение нашло применение только в системе биологической очистки городских сточных вод (Бесков, 2006).

При всей целесообразности использования метода метанового брожения для решения экологической и энергетической проблемы очевидны и его явные недостатки. Прежде всего, это «избирательность» к химическому составу органического сырья, низкая эффективность процесса (разложение органических веществ до СН₄ составляет 30–60%) и недостаточная производительность ферментаторов (Бесков, 2006; Аркадьева, 1989). Для повышения эффективности процесса метанового брожения рекомендуют проводить подготовку сырья перед ферментацией с получением хорошо усваиваемого субстрата (Аркадьева, 1989).

Выполненные на кафедрах химии ВятГГУ и Вятской сельскохозяйственной академии исследования позволяют предложить простой и безотходный процесс рекуперации твердых органических отходов с получением субстрата для метанового брожения. Процесс заключается (рис.) в пропитке отходов раствором электролита (растворы солей, кислоты, щелочи) и измельчении (диспергировании) полученной смеси (1-я стадия процесса) в роторно-пульсационном аппарате (2) с последующей обработкой реакционной смеси (2-я стадия процесса) в аппарате электродного типа (3) в результате воздействия электроокислительной системой (электрический ток, активные формы кислорода, озон, хлор и продукты его гидролиза и др.), генерируемой на электродах из высокоактивного материала. Полученный субстрат (электролит, растворимые органические соединения, квазитвердая фаза, газообразные продукты) поступают в ферментатор (5) на метановое брожение. Биогаз из ферментатора отводят потребителю, а не использованный субстрат поступает в накопитель отходов (1). Субстрат перед подачей в ферментатор, при необходимости, направляют на дополнительную обработку в диспергатор и аппарат электродного типа или подвергают разделению на жидкую и квазитвердую (твердая фаза после действия окислителей) фазы в сепараторе (4). Квазитвердая фаза может (в зависимости от состава отходов) представлять самостоятельный потребительский интерес как органоминеральное удобрение или как основа для получения композиционных материалов.

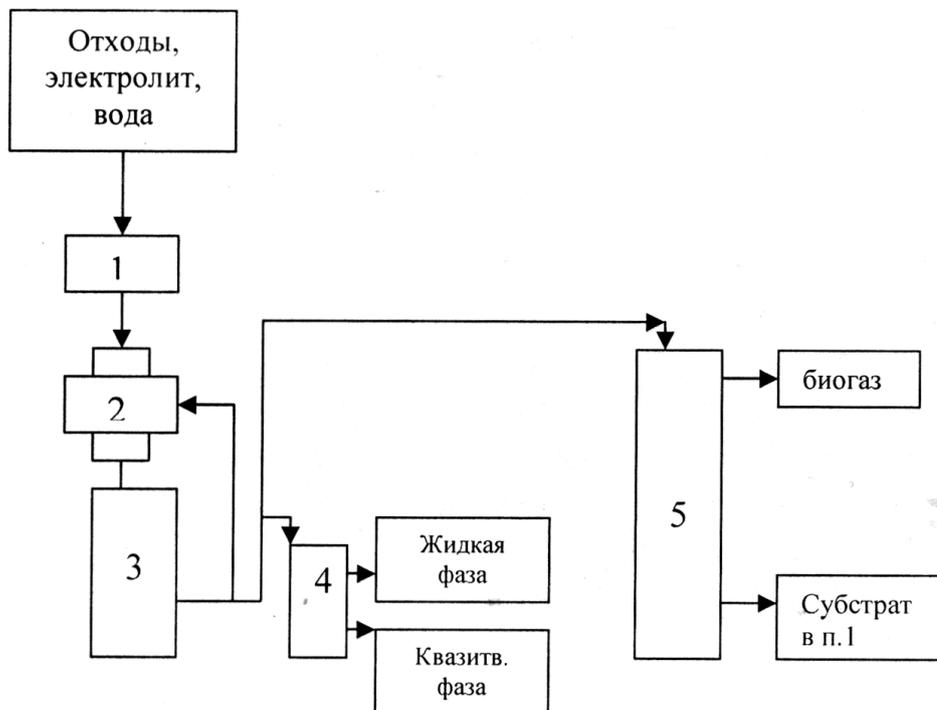


Рис. Схема процесса получения биогаза из органических отходов
 1 – накопитель, 2 – диспергатор, 3 – аппарат электронного типа,
 4 – сепаратор, 5 – ферментатор

Процесс получения субстрата апробирован при жидкофазной электрохимической обработке нерастворимых органических отходов (солома, древесина, опилки, пестициды и др.). Продуктами обработки являются сахара, биологически активные соединения, карбоновые кислоты и квазитвердая фаза.

Процесс рекуперации органических отходов является безотходным и может быть оформлен в виде установки, выполненной в мобильном или стационарном вариантах. Применение диспергатора и аппарата электронного типа позволяет интенсифицировать процесс подготовки субстрата, что в свою очередь, дает возможность повысить эффективность и производительность метанового брожения.

Задействованные при разработке процесса рекуперации отходов аппарат электронного типа и установка для электролиза защищены патентами РФ (Патент 2398741 RU, патент 2413202 RU).

Литература

1. Соколов Р. С. Химическая технология. Учебное пособие для студ. Высших учеб. Заведений. В 2 т. Т. 1: Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ. М.: ВЛАДОС, 2000. 368 с.
2. Бесков В. С. Общая химическая технология. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 452 с.
3. Аркадьева З. А., Безбородов А. М., Блохина И. Н. и др. Промышленная микробиология / Под ред. Н. С. Егорова. М.: Высшая школа, 1989. 688 с.
4. Патент 2398741 RU. Устройство для электролитической отработки жидкости / В. Е. Зяблицев, Е. В. Зяблицева, № 25, 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЛИГНИНОВ

*Е. М. Варанкина¹, Д. В. Будина¹, Д. С. Метелева²,
С. В. Хитрин², А. С. Ярмоленко¹*

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятский государственный университет, varankina6758@mail.ru*

Актуальной проблемой многих городов, в том числе города Кирова, являются неутраченные отходы гидролизного лигнина, которые негативно сказываются на окружающей среде и качестве жизни горожан. Большое содержание углерода в лигнине, высокоразвитая внутренняя поверхность служат предпосылкой для получения на его основе сорбентов. Цель работы: изучение адсорбционных свойств гидролизного лигнина Кировского биохимического завода для получения в дальнейшем новых сорбентов.

Изучены адсорбционные свойства гидролизного лигнина (ГЛ) и его модификации: карбоксиметилированный (КГЛ), графитизованный (ГГЛ) лигнин и лигнинформальдегидные смолы (ЛФС) на их основе. Свойства сорбентов оценивали по их способности поглощать вещества – маркеры, рекомендуемые фармакопейными нормативами для тестирования энтеросорбентов: метиленовый синий, имитирующий среднемолекулярные токсиканты, и желатин. Дополнительно оценивали сорбционную активность сорбентов в отношении йода согласно Госту 6217-74.

Проведенными исследованиями установлено, что адсорбционная активность по желатину, йоду и метиленовому синему КГЛ и ГГЛ повышается по сравнению с немодифицированным ГЛ. Сделано предположение, что при адсорбции ГГЛ йода идет химическая адсорбция, а метиленового синего – физическая адсорбция. Это свидетельствует о высоком содержании углерода в ГГЛ, и взаимодействие с йодом могло пройти по двойным связям. В результате карбоксиметилирования и графитизации образуются продукты с повышенной сорбционной активностью как по отношению к неорганическим, так и органическим сорбатам.

Изучение адсорбционной активности ЛФС по йоду показало, что с увеличением времени конденсации с 60 до 120 минут адсорбционная активность уменьшается. Значительное снижение активности по йоду для смол на основе ГГЛ возможно обусловлено менее развитой системой микропор, связанной с тем, что при высоких температурах происходит уплотнение графитизованных образцов и сокращение активной поверхности. Адсорбционная активность ЛФС по метиленовому синему с увеличением времени конденсации с 60 до 120 минут увеличивается незначительно. Возможно, это связано с увеличением молекулярной массы синтезированных ЛФС. При определении адсорбционной активности по желатину для ЛФС закономерностей не выявлено.

Литература

- Николайчук А. А. и др. Сорбционные и хроматографические процессы. 2007. Т. 7. N 5. С. 835–844.
Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина. М., 1972. 212 с

АБСОРБЦИЯ ИОНОВ СВИНЦА МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЛИГНИНАМИ

*Е. М. Варанкина¹, Д. В. Будина¹, Д. С. Метелева²,
С. В. Хитрин², А. С. Ярмоленко¹*

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*
² *Вятский государственный университет, varankina6758@mail.ru*

Большое содержание углерода в лигнине, его способность пластифицироваться и гранулироваться, высокоразвитая внутренняя поверхность и проявление значительных сорбционных свойств служат предпосылкой для получения на его основе сорбентов. Способность пористых углеродных материалов к сорбции различных молекул определяется строением их поверхности, природой и концентрацией поверхностных реакционных групп. Цель данной работы: оценка абсорбции ионов свинца модифицированными лигнинными.

Изучены сорбционные свойства гидролизного лигнина (ГЛ) и его модификаций: карбоксиметилированный (КГЛ), графитизованный (ГГЛ) лигнин и лигнинформальдегидные смолы (ЛФС) на их основе. Карбоксиметилирование и графитизация лигнинов проведены для повышения однородности состава, повышения их активности и снижения молекулярной массы.

Сорбционную способность модифицированных лигнинов определяли на атомно-абсорбционном спектрометре с пламенной атомизацией «Спектр–5–4».

Таблица

Абсорбция ионов свинца модифицированными лигнинными

| Тип лигнина | Абсорбция Pb ²⁺ , мг/г | | |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Лигнина | Смол на основе лигнина | |
| | | $\tau_{\text{конд.}} = 50$ мин | $\tau_{\text{конд.}} = 2$ ч |
| ГЛ | 28,70 | 8,88 | 14,70 |
| КГЛ | 24,63 | 5,65 | 5,65 |
| ГГЛ | 29,00 | 4,67 | 10,82 |

В работе установлено, что наибольшую сорбционную способность из лигнинов проявляют ГГЛ (29 мг/г) и немодифицированный ГЛ (28,70 мг/г). Для КГЛ значение сорбционной способности по сравнению с немодифицированным ГЛ ниже. Смолы на основе лигнина обладают меньшей сорбционной способностью по сравнению с исходными образцами лигнина. Вероятно это связано с введением дополнительных функциональных групп и увеличением молекулярной массы полученных смол по сравнению с лигнинными. Наибольшая абсорбция у смолы на основе ГЛ (14,70 мг/г). Продолжительность реакции конденсации приводит к увеличению абсорбции (за исключением смолы на основе КГЛ).

ПРИМЕНЕНИЕ ДИМЕТИЛАЦЕТАМИДА В СОСТАВЕ ГЕМОКОНСЕРВАНТОВ

Т. Е. Корякина¹, А. А. Костяев¹, Д. Н. Данилов², И. Ф. Коваленко³

¹ *ФГБУН «Кировский НИИГиПК ФМБА России»,*

² *Вятский государственный гуманитарный университет,*

³ *Институт проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины*

В службе крови переливания замороженных клеток крови признаны высоко эффективным лечебным методом при различных заболеваниях. Однако не все вопросы в теории и практике консервирования компонентов крови решены.

Ретроспективный анализ результатов гемотерапии свидетельствует, что при каждом переливании плазмы, тромбоцитных или лейкоцитных концентратов (соответственно, ТК и ЛК), а также гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) не исключена вероятность острых или поздних отрицательных посттрансфузионных реакций и осложнений различного генеза. По степени угрозы здоровью и жизни человека они часто превышают проявления и последствия основного заболевания (Жибурт, 2002, 2010; Румянцев, Аграненко, 1997, 2002, 2010).

По данным (Пушкарь, Цуцаева, Белоус, 1973–1983; Румянцев, Аграненко, 1997–2002; Сведенцов и др., 2006–2010; Lovelock, 1959; Meryman, 1971; van Bartheld et al., 1982; van Proolich et al., 1986; Mazur, 2004) развитие отрицательных посттрансфузионных реакций и осложнений может быть связано с использованием для консервирования компонентов крови гемоконсервантов, рецепты которых составлены из комбинации криопротектора(ов) с «реставрирующими» добавками.

В число так называемых «авторитетных» криопротекторов входит диметилацетамид (ДМАЦ) с молекулярной массой 73,10, $t_{\text{кип}} - 165,5$ °С, плотностью – 0,943. ДМАЦ предложен в качестве криопротектора для клеток крови I. Djerassi с соавторами (1971). Однако препарат обладает значительной токсичностью. Его средняя летальная доза (ЛД₅₀), изученная на мышах при внутривенном введении, составляет 4,2 г/кг, для крыс – 3,56 г/кг. Поэтому ДМАЦ необходимо удалять из размороженной суспензии клеток перед введением их в изоосмотическую среду крови больного. В фармакологическом плане ДМАЦ мало изучен (Цуцаева и др., 1983).

В ГНЦ РАМН разработан гемоконсервант «Лейкокриодмац» (Трошина и др., 1977; Аграненко, Тибилова, 1997). Используется для консервирования и хранения ЛК при –196 °С для клинических целей. Его состав: N, N – диметилацетамид (ДМАЦ) – 20 мл, глюкоза – 20 г, динатриевая соль ЭДТА – 0,4 г, вода для инъекций – до 1000 мл. рН препарата 4,5–5,5. Перед замораживанием ЛК смешивают с гемоконсервантом 3:1. ЛК замораживают в аппарате программного замораживания. Со скоростью 3 °С/мин до –196 °С. Через 2 года хранения биологическую полноценность подтверждают в среднем 78% гранулоцитов. После трансфузий возможны реакции в виде озноба, повышения температуры,

а также опасность развития трансфузионно обусловленной болезни «трансплантат-против-хозяина» (Аграненко и др., 1997).

В ВМА им. С. М. Кирова (г. С.-Петербург) для замораживания гемопоэтических стволовых клеток периферической крови (ГСК ПК) и костного мозга (ГСК КМ) Р. В. Тюриным (1996) разработан консервант следующего состава: N, N – диметилацетамид (ДМАЦ) – 24 мл, глюкоза – 40 г, трилон Б – 0,4 г, вода для инъекций – до 100 мл. На первом этапе препарат разводят аутологичной плазмой 1:3. Затем готовый рабочий раствор смешивают с концентратом ГСК 1:1 и выдерживают при комнатной температуре 15 мин. Оптимальная скорость замораживания клеток на первом этапе – от комнатной температуры до начала кристаллизации – со скоростью 1 °С/мин, на втором этапе – до 150 °С со скоростью 5–10 °С/мин. Далее контейнер с биосредой переносят в биохранилище с жидким азотом (–196 °С). ГСК размораживают у постели больного в ванне с водой, подогретой до +39 °С при интенсивном покачивании контейнера. Под защитой созданного гемоконсерванта через 1,5 мес. хранения при (–196 °С) биологическую полноценность подтверждают в среднем 90% КОЕ-ГМ клеток костного мозга онкогематологических больных.

В ГНЦ РАМН разработан гемоконсервант «Тромбокриодмац» (Аграненко и др., 1985–1996), предназначенный для замораживания и длительного хранения при –196 °С ТК. Его состав: N, N – диметилацетамид (ДМАЦ) 50 мл, глюкоза – 50 г, вода для инъекций – до 1000 мл. рН препарата 4,0–5,5. Перед замораживанием ТК в него вводят равный объем гемоконсерванта. Охлаждение ТК производят в аппарате программного замораживания со скоростью 3 °С/мин до –60 °С, затем контейнер с ТК переносят в биохранилище с жидким азотом (–196 °С). После хранения в этих условиях в течение 2 лет и размораживания в водяной бане сохраняются биологически полноценным более 50% тромбоцитов.

В 2002–2006 гг. в ФГБУН «Кировский НИИГиПК ФМБА России» разработаны методы быстрого двухступенчатого замораживания ТК с раствором «Тромбокриодмац» при –80 °С в пластиковых контейнерах «Гемакон 300» или «Компопласт 300» с использованием электрических морозильников на –30 °С и –80 °С (Костяев, Утемов, 2002; Сведенцов и др., 2006). После криоконсервирования сохранялось полноценными (по данным различных тестов) от 61 до 89,7% кровяных пластинок от их исходного количества.

Проблема создания и применения для клинических целей нетоксичных криопротекторов и гемоконсервантов заслуживает дальнейшего изучения. Весьма актуально направление исследования тех химических веществ, которые образуются при консервировании компонентов крови и представляют опасность для здоровья реципиентов.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД, ОБЕЗВРЕЖЕННЫХ И ОБЕЗЗАРАЖЕННЫХ РЕАГЕНТАМИ НА АМИНОКИСЛОТНОЙ ОСНОВЕ

И. В. Татаркин, Д. В. Демин, С. М. Севостьянов
Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
ivantatarkin2005@rambler.ru

В последние годы заметно усиливается антропогенное и техногенное воздействие на окружающую природную среду, на среду обитания человека. Наблюдаются все усиливающиеся процессы разрушения и загрязнения природных объектов, в т.ч. загрязнения почв различными токсичными веществами, что представляет опасность для жизнедеятельности людей.

Среди загрязнителей биосферы тяжелые металлы (ТМ) относятся к числу важнейших. Они не разлагаются в окружающей среде и аккумулируются в тканях живых организмов. Проникнув, например, в больших количествах в растения, они могут оказывать отрицательное воздействие на процессы метаболизма, что в итоге приводит к уменьшению урожая и угрозе загрязнения токсикантами последующих звеньев пищевой цепи (Сокаева, 2005). При этом большинство ТМ являются микроэлементами, то есть, содержатся в живых организмах в микроколичествах, но при этом играют важную физиологическую роль – входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и других жизненно важных соединений.

Основными источниками загрязнения почв ТМ являются металлургическая промышленность, транспорт и коммунальные отходы. Одним из таких источников являются осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений (Госсе, 2009).

Большие объемы ОСВ городской канализации – проблема многих городов. Они часто загрязнены ТМ и содержат патогенные микроорганизмы. Их утилизация наиболее оправданным способом – в качестве органического удобрения – может привести к загрязнению почв, поверхностных и грунтовых вод, растительной продукции. Утилизация другими способами сопряжена с рядом экономических и технологических трудностей, а складирование ОСВ на территориях очистных сооружений создает серьезную угрозу для окружающей среды (Хакимов, Севостьянов, 2004).

В связи с этим особенно остро стоит проблема поиска новых методов обработки ОСВ, позволяющих снизить токсичность и подвижность ТМ при применении ОСВ в качестве органического удобрения.

Известно, что попадая в почву, ТМ вступают во взаимодействие с органическим веществом почвы, образуя сложные комплексные соединения-хелаты. При этом тяжелые металлы становятся менее доступными для поглощения растениями. Органические соединения, например некоторые аминокислоты, присутствующие в почвах в естественном состоянии, являются активными хелатообразующими агентами для микроэлементов. Кроме того, попадая в организм человека и животных, металлы в токсичных концентрациях связыва-

ются, инактивируются и выводятся различными агентами белковой природы. Исходя из данных предпосылок, в Институте фундаментальных проблем биологии РАН была разработана технология переработки осадков городских очистных сооружений в органическое удобрение, путем их обезвреживания и обеззараживания специальными реагентами на аминокислотной основе с их последующим компостированием.

При обработке ОСВ реагентами происходит уничтожение патогенной микрофлоры, ионы ТМ связываются в устойчивые и не токсичные аминокислотные комплексы, необратимо ингибируются токсины, полученные продукты взаимодействий химически стабильны. Компосты, получаемые по данной технологии, могут быть использованы в качестве почвоулучшающей добавки и органического удобрения. Однако при этом возникает вопрос о влиянии аминокислотных комплексов тяжелых металлов на рост и развитие растений.

В связи с этим была проведена оценка воздействия ОСВ, загрязненного ТМ, и компоста на его основе, после обработки реагентами, на растения путем проращивания семян быстрорастущих (салатная горчица и кресс-салат) высших растений по стандартной методике (Методика ..., 1996). Данный способ позволяет оценить действие содержащихся ингредиентов на рост и развитие высших растений и является качественным показателем фитотоксичности тестируемых сред. Проращивание семян проводилось на вытяжках, из субстратов, используемых для эксперимента. По результатам опытов выяснилось, что количество проросших семян в вариантах контроля, компостов 1 и 2, различается незначительно – в пределах 10% (табл.). Это свидетельствует об отсутствии ингибирующего действия данных субстратов. В варианте с ОСВ количество проростков заметно меньше, чем в контроле и остальных вариантах, что соответствует средней степени фитотоксичности необработанных осадков.

Средняя длина проростков в вариантах ОСВ, компостов 1 и 2 была больше, чем в контроле, а самая большая длина проростков оказалась в варианте с компостом 2 (табл.).

Таблица

Влияние тестируемых сред на длину проростков

| Вариант | При температуре +20 °С | |
|---------|------------------------------|----|
| | средняя длина проростков, мм | n |
| 1 | 15,2±0,78* | 29 |
| 2 | 18,3±1,3 | 27 |
| 3 | 17,1±1,3 | 26 |
| 4 | 19,9±1,12 | 38 |
| 5 | 21,4±1,03 | 36 |

* – ошибка выборочной средней

Варианты: 1 – контроль; 2 – ОСВ (г. Астрахань); 3 – ОСВ (г. Сольвычегодск), 4 – компост 1 (г. Астрахань); 5 – компост 2 (г. Сольвычегодск).

Таким образом, компост 1 (г. Астрахань) и компост 2 (г. Сольвычегодск) не оказывают фитотоксического эффекта, но оказывают действие, стимулирующее рост растений, в отличие от варианта с ОСВ, где количество проростков было на 30% меньше.

У проростков в вариантах с компостом, отсутствовал явный токсичный эффект в виде отставания в росте от растений контроля, а также хлороза и некроза листьев. Это свидетельствует о том, что в процессе компостирования не происходит разрушения комплексов ТМ и высвобождения металла в ионной форме в концентрациях, способных оказать токсическое действие. Кроме того, в этих вариантах был отмечен стимулирующий эффект действия компостов на проростки.

Результаты тестирования показывают, что загрязненные ТМ осадки оказывают токсическое воздействие на эти объекты, в то время как компост на основе обработанного реагентами на аминокислотной основе ОСВ не обладает токсическим воздействием. Бактериологические и паразитологические анализы подтвердили отсутствие в компосте патогенной микрофлоры, жизнеспособных гельминтов и их яиц.

Литература

- Госсе Д. Д. Влияние удобрений на динамику содержания тяжелых металлов в системе почва-растение на дерново-подзолистых почвах // Дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 174 с.
- Методика биотестирования загрязнителей почвы. НИЦ ТБП. 1996. 10 с.
- Сокаева Р. М. Транслокация тяжелых металлов в системе почва-растение и приемы их детоксикации // Дис. ... канд. сельскохоз. наук. Владикавказ. 2005. 146 с.
- Хахимов Ф. И., Севостьянов С. М. Компостирование обработанных аминокислотными реагентами осадков сточных вод // Агрехимия, 2004. № 3. С. 1–7.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Р. В. Селезнев, Д. Н. Данилов
Вятский государственный гуманитарный университет,
romanseleznev@gmail.com

Развитие нанотехнологий приводит к загрязнению окружающей природной среды новым видом материалов – наноматериалами. В последнее время вопросы токсичности наноматериалов активно изучаются, это привело выделению нового направления в токсикологии – нанотоксикологии (Олейников и др., 2007; Глушкова и др., 2007; Фатхутдинова и др., 2009; Колесниченко и др., 2008). Нанотоксикология – это наука, изучающая токсичность наноматериалов, в том числе нанотрубок, наночастиц металлов и их оксидов, а также квантовых точек. Квантовые точки представляют собой специфическую форму наночастиц полупроводниковых веществ, имеющие ультрамалые размеры (обычно до 10 нм) и обладающие характеристической флуоресценцией в видимой области, определяемой квантовыми свойствами частиц.

Данное свойство используется, к примеру, в медицинской диагностике для нахождения и визуализации опухоли за счёт того, что при введении квантовых точек в организм они способны накапливаться в разветвленной системе сосудов опухолей (Олейников и др., 2007). Такая квантовая диагностика в насто-

ящее время быстро развивается и стала самостоятельной отраслью медицинской диагностики.

Применяемые в диагностике квантовые точки состоят из халькогенидов кадмия, цинка, свинца и других тяжелых металлов. При попадании в живой организм тяжелые металлы вызывают ряд негативных последствий. Кроме того, нанометровый размер кристаллов может привести к их пассивному либо активному транспорту и накоплению в клеточных органеллах, приводя к непредсказуемым отложенным эффектам (Олейников и др., 2007). Было показано, что квантовые точки CdSe/ZnS способны проникать при ингаляционном воздействии в головной мозг и центральную нервную систему (Глушкова и др., 2007). Также было установлено, что квантовые точки вызывали наиболее выраженные воспалительные изменения и повреждения ДНК в легких и бронхах при ингаляции, возможно, за счет прямого воздействия ионов кадмия (Фатхутдинова и др., 2009). Внутривенное введение самцам крыс раствора кадмий-теллуриевых (CdTe) квантовых точек вызвало снижение моторной активности крыс в течение 2 часов после инъекции и последующее резкое увеличение в течение 24 часов. Это еще раз показывает, что нервная система может служить органом-мишенью для квантовых точек. Была исследована степень цитотоксичности квантовых точек теллурида кадмия в зависимости от их размера и концентрации (Колесниченко и др., 2008). Исследование проводили с использованием гепатоцитов человека линии HepG2. Показано, что цитотоксичность частиц зависела от их концентрации и размера, причем частицы с меньшим размером обладали большим токсическим эффектом.

При оценке жизнеспособности клеток показано, что квантовые точки CdSe/ZnS нетоксичны для клеток, в то время как квантовые точки из теллурида кадмия обладают цитотоксическим действием (Колесниченко и др., 2008). Однако не обнаружено связи между жизнеспособностью клеток, инкубированных с квантовыми точками из теллурида кадмия, и внутриклеточным содержанием свободных ионов кадмия.

Таким образом, токсичность квантовых точек, по крайней мере, на основе соединений кадмия и цинка, носит комплексный характер. С одной стороны, ионы тяжелых металлов, входящие в состав квантовых точек и окружающие их, вызывают негативные изменения у организмов от генного до клеточного уровня. С другой стороны, размеры квантовых точек и их химическая активность, обусловленная большой долей поверхностных атомов и особым электронным строением, также влияют токсичность.

Работы в области экологической безопасности наночастиц еще только начинаются, но уже сейчас научились купировать вредное воздействие токсичных квантовых точек при помощи нанесения на их поверхность специальных веществ – пассиваторов (Колесниченко и др., 2008). Однако такой подход затруднит производственные процессы, и, возможно, негативно повлияет на квантовый выход и интенсивность флуоресценции квантовых точек.

На наш взгляд, намного безопаснее было бы использовать вместо соединений кадмия, свинца и цинка соединения германия. Многие соединения германия (диоксид, сульфид и т. д.) обладают полупроводниковыми свойствами,

но при этом не проявляют таких явных токсических свойств. Например, ПДК_{р.з.} (GeO₂)=2 мг/м³, в то время как ПДК_{р.з.} (CdS)=0,1 мг/м³, ПДК_{р.з.} (PbS)=0,2 мг/м³ и ПДК_{р.з.} (соединений селена в пересчете на селен)=0,2 мг/м³ (Предельно ..., 1975).

Таким образом, при изготовлении квантовых точек необходимо уделять внимание в равной степени как их экономическим, технологическим и эксплуатационным характеристикам, так и экологической безопасности.

Литература

Глушкова А. В., Радилев А. С., Рембовский В. Р. Нанотехнологии и нанотоксикология – взгляд на проблему // Токсикологический вестник, 2007. № 6. С. 4–8.

Колесниченко А. В., Тимофеев М. А., Протопопова М. В. Токсичность наноматериалов – 15 лет исследований // Российские нанотехнологии, 2008. Т. 3, № 3–4. С. 54–61.

Олейников В. А., Суханова А. В., Набиев И. Р. Флуоресцентные полупроводниковые нанокристаллы в биологии и медицине // Российские нанотехнологии, 2007. Т. 2, № 1–2. С. 160–173.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Л.: Химия, 1975. С. 10–19.

Фатхутдинова Л. М., Халиуллин Т. О., Залялов Р. Р. Токсичность искусственных наночастиц // Казанский медицинский журнал, 2009. Т. 90, № 4. С. 578–584.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ КУЛЬТУР МИКРОМИЦЕТОВ РОДА *FUSARIUM* В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А. А. Ханжин, В. Ю. Охалкина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
verona2205@mail.ru*

Многочисленными исследованиями показано, что антропогенное загрязнение приводит не только к увеличению удельного веса фузариев в составе почвенной микробиоты, но и к преобладанию высокопатогенных для растений штаммов с выраженным признаком токсинообразования. Возрастающее внимание учёных к данной проблеме во многом определяется тем, что микотоксины, включаясь в трофический цикл биосферы через растительную пищу и корм, попадая в организм человека и животных, являются причиной острых и хронических интоксикаций (Монастырский, 1993).

При проведении исследований с культурами микромицетов рода *Fusarium* в лабораторных условиях возникает необходимость определения микотоксинов в пробах с целью контроля стабильности признака токсинопродукции в процессе длительного поддержания микроорганизмов, а также при оценке влияния на данное свойство разнообразных факторов внешней среды. Для обнаружения микотоксинов и изучения интенсивности их синтеза используют фильтраты культуральной жидкости или экстракты культур фузариев, полученные при выращивании их в жидких питательных средах или на естественных субстратах (Билай, 1982).

Широкое распространение для обнаружения микотоксинов микроскопических грибов в настоящее время получили биологические методы. Положительными сторонами использования биологических методов являются их высокая чувствительность, быстрота получения результатов, доступность для использования в лабораториях самого широкого спектра оснащенности, низкая стоимость, отсутствие необходимости высокой квалификации персонала. В качестве тест-объектов для обнаружения микотоксинов описано использование бактерий, простейших, растений, животных.

Микробиологический метод определения токсинопродукции культурами грибов предусматривает использование микроорганизмов, в отношении которых микотоксины обычно обладают антибиотическими свойствами. Качественный метод основан на образовании зон подавления роста тест-культуры под действием испытуемых проб, содержащих токсины. Пробы наносят на бумажные диски, которые помещают на поверхность растущего газона тест-культуры. Методом серийных разведений проб можно определить количество токсина как в условных единицах разведения, так и в весовом выражении. В настоящее время для микробиологического метода индикации регламентированных микотоксинов сформирован банк тест-организмов, отобранных на основании изучения антибиотических свойств микотоксинов в отношении широкого набора штаммов микроорганизмов из различных таксономических групп: 21 штамм дрожжей, 7 штаммов фитопатогенных бактерий, 9 штаммов бактерий рода *Bacillus*, 4 штамма зеленых водорослей (Кобзистая, Зайченко, 2003).

Для установления токсичности грибов при микологических исследованиях возможно применение ускоренного метода с использованием простейших *Tetrachyena pyriformes* и *Paramaecium caudatum* (Спесивцева, 1971; Справочник, 1991). Метод применяется для ориентировочного определения токсичности грибов и дает возможность выявлять водорастворимые токсические вещества. Критерием для определения токсичности служит время от начала воздействия испытуемой пробы до гибели простейших, которую констатируют по прекращению их движения, деформациям и разрушению клеток. Многие метаболиты с острой токсичностью вызывают гибель простейших в период от 1 до 20–30 минут; со слабой – до 1–2 часов, иногда несколько дольше.

Широко используются для определения токсинообразования культурами микромицетов самые разнообразные фитотесты. Описаны биопробы на семенах растений, на проростках кукурузы, на проростках плодовых и древесных растений, на листовых и стеблевых тканях проростках вегетирующих растений, на листьях, на черенках и срезанных побегах растений, на водорослях (хлорелла, ряска) и т.п. (Красильников, 1966; Муромцев, Зольникова, Боровков, 1974; Муромцев, Зольникова, Боровков, 1977).

Для количественного определения микотоксинов (степени фитотоксичности культуры) возможно использование метода серийных двукратных разведений пробы. Активность пробы определяют числом единиц, равным наименьшему разведению, при котором еще присутствует фитотоксический эффект. Для выявления специфического селективного действия продуцируемых культурой грибов токсинов используют набор растений разных семейств. Напри-

мер, для выявления действия токсинов на однодольные и двудольные растения используют, как правило, семена пшеницы и огурцов. Целесообразно использовать несколько биотестов, основанных на разных ростовых реакциях, что позволяет определять органотропное и специфическое действие токсинов на процессы роста.

Большая группа биологических тестов основана на изучении токсического действия грибных метаболитов на разнообразных видах теплокровных животных. К токсическим веществам грибов чувствительны белые мыши, крысы, морские свинки, кролики, цыплята, утята, гусята, голуби, кошки, щенки и др. Клинические проявления и патологоанатомические изменения у подопытных животных зависят от вида токсина, степени токсичности гриба, способа введения и дозы токсина.

Большинству микотоксинов (трихотецены) присущи дерматонекротические свойства, выявление которых положено в основу широко используемого метода обнаружения данных соединений. При нанесении проб на депиллированную кожу кроликов, крыс, мышей, хомяков или морских свинок в зависимости от концентрации токсина появляются покраснение, отек или глубокий некроз тканей.

При постановке глазной пробы на кроликах испытываемую пробу вводят в конъюнктивальный мешок. Критерием токсического эффекта является стойкое и выраженное расширение зрачка, которое сохраняется на протяжении нескольких часов.

При скармливании животным кормов, контаминированных испытываемыми пробами, в зависимости от токсичности грибов у животных обнаруживаются клинические проявления, включающие нарушение поведения, потерю аппетита, изменение шерсти, параличи, судороги вплоть до летального исхода. Более точно количественно охарактеризовать токсичность культур грибов по параметрам зависимости «доза-эффект» возможно при парентеральном введении испытываемых проб лабораторным животным (подкожно, внутрибрюшинно). В ходе опыта учитывается летальное действие токсинов. На основании полученных данных можно рассчитать величину показателя ЛД₅₀ испытываемой пробы.

В последние десятилетия активное развитие получили иммунологические методы обнаружения микотоксинов.

Иммуноферментный метод (ИФА), основанный на выявлении антигенов гриба, в том числе и его вторичных метаболитов, в зараженной растительной ткани, позволяет количественно оценить наличие определенного патогена. ИФА микотоксинов, позволяющий одновременно выявить контаминацию значительного количества образцов, сейчас становится все более популярным и широко используется для мониторинга загрязнения различными микотоксинами зерна и продуктов его переработки.

В настоящее время в науке существует не малое количество методик по определению микотоксинов. Выбор необходимой методики зависит от многих факторов: бюджета предприятия, занимающегося определением микотоксинов; цели определения; пределов необходимой точности определения и многих других факторов.

Литература

- Антонов Б. И., Яковлева Т. Ф., Дерябина В. И. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические: Справочник. М.: Агропромиздат. 1991. 287 с.
- Билай В. И. Методы экспериментальной микологии: Справочник. Киев: Наукова думка. 1982. 561 с.
- Кобзистая О. П., Зайченко А. М. Микробиологический метод индикации регламентированных микотоксинов // Успехи медицинской микологии, 2003. Том 1. С. 140–141.
- Курасова В. В., Костин В. В., Малиновская Л. С. Методы исследований в ветеринарной микологии / Под ред. Н. А. Спесивцевой. М.: Колос. 1971. 228 с.
- Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов / Под ред. Н. А. Красильникова. М.: Издательство Московского университета. 1966. 166 с.
- Монастырский О. А. Состояние и проблемы исследования опасных для теплокровных токсинов // Защита растений. 1993. № 3. С. 26–29.
- Муромцев Г. С., Зольникова Н. В., Боровков А. В. Использование хлореллы в качестве тест-объекта при выделении микроорганизмов, обладающих фитотоксической активностью // Доклады ВАСХНИЛ 1974. № 1. С. 2–3.
- Муромцев Г. С., Зольникова Н. В., Боровков А. В. Ряска как тест-объект для оценки фитотоксической активности почвенных микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 1977. № 2. С. 227–230.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОБОПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ПРАВИЛЬНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА МЕТОДОМ ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

Е. И. Лялина, О. П. Корепанова, А. И. Фокина
Вятский государственный гуманитарный университет,
businkakorepanova@rambler.ru

Для контроля состояния объектов окружающей среды используют различные физико-химические методы, среди которых электрохимические методы занимают одно из ведущих мест из-за простоты, дешевизны, автоматизации операций. При анализе следовых количеств широко применяют электрохимические инверсионные методы, поскольку для очень многих элементов при относительно простом аппаратном оформлении они приводят к хорошо воспроизводимым и правильным результатам [1, 2].

В г. Кирове широкое применение нашли два типа вольтамперометрических анализаторов (ИВА): «Экотест-ВА» («Эконикс-Эксперт», г. Москва) и анализаторы с тремя электрохимическими ячейками марок «ГА» (г. Томск). Стоимость ИВА «Экотест-ВА» несколько ниже, поэтому приобретение анализатора именно этой марки доступнее для многих лабораторий. Методика определения Mn, предлагаемая в сборнике методик к прибору, разработана только для автосамплера, а аттестованной методики с датчиком «Модуль ЕМ-04» нет, соответственно отсутствует и аттестованный способ пробоподготовки. Существует необходимость проведения подготовки проб, содержащих высокое количество органических веществ (содержание органического углерода в природных водах изменяется в широких пределах от 1 мг/л до 10–20 мг/л для чистых вод, а в загрязненных может достигать сотни мг/л [4]), не позволяющих пра-

вильно определить количество металла при проведении пробоподготовки способами, описанными в сборнике.

Поэтому целью работы было адаптировать и доработать методику пробоподготовки воды к анализу на ИВА «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04» до уровня необходимого для правильного определения марганца в пробах воды с высоким содержанием органических веществ.

Объектом исследования были модельные растворы, содержащие марганец с концентрацией 20 мг/дм³. Органическим веществом служили гуминовые вещества с концентрацией 8,5 мг/дм³.

Выбор концентрации марганца определялся тем, что данная концентрация максимальная оптимальная концентрация при определении без разбавления на указанном приборе, а также близка среднему уровню концентраций марганца в водах Кировской области. Выбор концентрации гумусовых веществ определялся средними концентрациями в природной воде.

Анализ проводили согласно методике, отработанной для прибора с модельными растворами без содержания органических веществ [3]. Работа выполнена на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

В сборнике методик для прибора представлены следующие способы пробоподготовки при определении тяжёлых металлов в воде:

1) Фотохимическая обработка. Способ заключается в обработке ультрафиолетом пробы в присутствии пероксида водорода и азотной кислоты. В результате такой пробоподготовки пик марганца на вольтамперограмме имеет громоздкий и неправильный вид. Причиной может быть одновременное присутствие в растворе марганца в различных степенях окисления.

2) Способ минерализации до влажных солей заключается в доведении пробы до сухого остатка с растворами концентрированных азотной и соляной кислот. Минерализация считается законченной, если остаток осветлился. Так как этого не произошло, проводили озоление в муфельной печи. После такой пробоподготовки на вольтамперограмме пики не образуются. Скорее всего, в ходе озоления Mn^{2+} переходит в соединения с иной, чем II валентностью, например в оксид марганца (IV) – MnO_2 .

Таким образом, представленные в сборнике способы пробоподготовки затрудняют получение правильного результата анализа. Учитывая особенности поведения марганца, методика была несколько модифицирована.

В основу положен способ мокрого озоления. Минерализацию считали законченной, если остаток осветлился. Так как при использованном количестве органических соединений этого не произошло, добавляли пероксид водорода, для того чтобы разрушить гумусовые вещества. Для устранения проблемы, связанной с переходом марганца двухвалентного в соединения с другой валентностью, сухой остаток растворяли в растворе сульфита натрия в присутствии соляной кислоты.

Итак, оптимальным способом пробоподготовки воды, содержащей высокое содержание органических веществ, перед анализом методом ИВА на инверсионном вольтамперметре с датчиком «Модуль ЕМ-04» является усовершенствованная методика минерализации до влажных солей, с добавлением перок-

сида водорода и последующем растворении в соляной кислоте в присутствии сульфата натрия.

Литература

1. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия / Под ред. Б. Я. Каплана. М.: Мир, 1980. С. 257–265.
2. Слепченко Г. Б., Пикула Н. П., Дубова Н. М., Щукина Т. И., Жаркова О. С. Электрохимический контроль качества вод (обзор) // Известия Томского политехнического университета, 2009. Т. 314. № 3. С. 59–70.
3. Лялина Е. И., Фокина А. И. Совершенствование методики определения марганца в пробах воды // Матер. международной студенческой научной конференции: «Знания молодых – новому веку». Киров, ВятГСХА, 2011. С. 104–108.
4. http://window.edu.ru/window/library/pdf2txt?p_id=3173.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРГАНЦА НА ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ АНАЛИЗАТОРЕ МАРКИ «ЭКОТЕСТ-ВА» С ДАТЧИКОМ «МОДУЛЬ ЕМ-04»

Е. И. Лялина, А. И. Фокина

*Вятский государственный гуманитарный университет,
lyalina.ekaterina@inbox.ru*

Анализ поверхностных вод и определение содержания в них тяжелых металлов, одним из которых и является марганец, актуальны на данный момент. Так как природная вода содержит небольшое количество исследуемого нами компонента, то для анализа необходимо применять очень чувствительный метод, таким методом является инверсионный электрохимический анализ (ИЭА). В Кирове нашли широкое применение два типа инверсионных вольтамперометрических анализаторов (ИВА): «Экотест-ВА» («Эконикс-Эксперт», г. Москва) и анализаторы с тремя электрохимическими ячейками марок «ГА» (г. Томск). Стоимость ИВА «Экотест-ВА» несколько ниже, поэтому приобретение анализатора именно этой марки доступнее для многих лабораторий. Методика определения Mn, предлагаемая в сборнике методик к прибору, разработана только для автосамплера, а аттестованной методики с датчиком «Модуль ЕМ-04» нет.

Поэтому целью работы было адаптировать методики, существующие для определения Mn на других типах приборов, к ИВА «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04» и доработать способ пробоподготовки природной воды с высоким содержанием органических веществ для правильного определения марганца.

Объектом исследования стала методика определения марганца. Предметом – подбор условий проведения анализа для получения достоверных результатов о количественном содержании марганца в пробах воды даже с повышенным содержанием органических веществ.

Работу проводили на базе экоаналитической лаборатории ВятГГУ.

Процесс анализа всегда начинается со стадии пробоподготовки. Для проб, содержащих большое количество органических веществ, способы пробоподготовки, представленные в сборнике методик для прибора не подходят, чтобы найти выход из ситуации мы решили усовершенствовать один из способов – минерализацию до влажных солей. Усовершенствование состояло в дополнительном применении пероксида водорода для полного разложения органических веществ и растворении сухого остатка в соляной кислоте в присутствии сульфита натрия.

Необходимостью в подготовке пробы к анализу является нейтрализация кислых растворов, так как восстановление марганца из кислых растворов очень затруднено. Основываясь на данных литературы, были опробованы несколько реагентов для «гашения» кислотности. В результате выявили, что правильные результаты можно получить в присутствии гидрокарбоната натрия, доводя рН до значений 5–6. Еще одним необходимым условием является соблюдение равновесия $Mn^{2+} + 2e \leftrightarrow Mn^0$. При определенных условиях могут образовываться соединения марганца (IV). Во избежание искажения результатов необходимо добавлять в исследуемый раствор восстановитель – сульфит натрия.

Усовершенствованная методика была применена к анализу проб воды, отобранных летом 2010 года сотрудниками лаборатории биомониторинга ВятГГУ и Коми НЦ УрО РАН из поверхностных водоёмов вблизи КЧХЗ. Результаты представлены в табл.

Таблица

Содержание марганца в поверхностных водах вблизи КЧХК

| Место пробоотбора | Содержание марганца, мг/дм ³ |
|----------------------------|---|
| Фоновая точка | 0,32±0,05 |
| Оз. Бобровое: | |
| поверхностный слой | 0,54±0,18 |
| глубина 2м | 0,53±0,12 |
| глубина 4 м | 4,13±1,12 |
| т. 907 | 0,19±0,04 |
| ПДК=0,1 мг/дм ³ | |

Как видно из табл., содержание марганца во всех пробах воды превышает значение ПДК. Если говорить о вкладе КЧХК в загрязнение поверхностных водоемов определяемым металлом, то следует отметить, что его содержание в воде реки Елховки в фоновой точке уже значительно превышает ПДК. В пробах оз. Бобрового с глубиной концентрация возрастает. В т. 907 содержание Mn меньше, чем в фоновой точке и в озере, но тоже высокое. Ясно, что если и было техногенное попадание марганца, то за счет хвостохранилищ и шламоотвалов. Очень высок сам фон токсиканта в р. Елховка. Скорее всего, это связано с природными явлениями. Общеизвестен факт высоких концентраций марганца в поверхностных водах заболоченных территорий. Болотные кислые воды, где широко распространена глеевая восстановительная обстановка, отличаются повышенным содержанием марганца и железа в виде комплексов с солями гуминовых кислот. Варьирование может быть связано с различиями в условиях формирования стока и не зависит от техногенных факторов. Высокие темпера-

туры воздуха летнего периода 2010 г., стимулировала развитие водорослей, их быстрого разложения, и как следствие, высокого содержания марганца в воде. Кроме того, повышенное содержание нитрата аммония в оз. Бобровом может использоваться в качестве питательного вещества для некоторых групп водорослей и усиливать их рост.

Для подтверждения правильности определения использовали метод атомно-абсорбционного анализа (ААС). Согласно результатам, полученным с его помощью, в фоновой точке концентрация марганца составила $0,40 \pm 0,01$ мг/дм³, а в поверхностном слое оз. Бобрового $0,60 \pm 0,01$ мг/дм³. Разница в результатах анализа методами ИЭА и ААС может быть обусловлена необходимостью разбавления, что привело к получению результатов несколько ниже, чем методом ААС.

Итак, в ходе работы был усовершенствован способ пробоподготовки и ход определения содержания марганца с помощью анализатора «Экотест-ВА» с модулем «ЕМ-04». Надеемся, что установленные поправки и дополнения к методике будут полезны для тех, кто занимается инверсионной вольтамперометрией.

Кроме того, с помощью усовершенствованной методики определено содержание марганца в некоторых водоемах вблизи КЧХК, установлено, что влияние комбината проявляется либо через хвостохранилища и шламоотвалы, либо косвенно. Скорее всего, высокое содержание марганца связано с природными источниками поступления.

Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (№ 16.120.11.2037 – НШ от 1.02.2012).

Литература

Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия / Под ред. Б. Я. Каплана. М.: Мир, 1980. С. 257–265.

ГОСТ Р 52180-2003. Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии.

Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.

Слепченко Г. Б., Пикула Н. П., Дубова Н. М., Щукина Т. И., Жаркова О. С. Электрохимический контроль качества вод (обзор) // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 3. С. 59–70.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА В УСЛОВИЯХ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ

С. В. Потапов, А. И. Фокина, Г. Я. Кантор
Вятский государственный гуманитарный университет,
r1ver235@mail.ru

Большинство методик количественного химического анализа (КХА), применяемых для целей экологического контроля, основано на использовании предварительно откалиброванных аналитических приборов. Главное достоинство такого подхода – высокая экспрессность получения результата. Это полностью оправдано при выполнении серийных анализов, когда не требуется высокой точности измерений. В тех же случаях, когда требуется повышенная точность анализа (например, при проведении научных исследований или в потенциально конфликтных ситуациях, когда наблюдаемые концентрации близки к предельно допустимым), серьезное значение приобретает основной недостаток метода предварительной калибровки (градуировки). Он заключается в том, что при калибровке применяют растворы чистых стандартных реактивов в дистиллированной воде, а реальные пробы содержат разнообразные мешающие примеси в неизвестных концентрациях. Таким образом, условия анализа отличаются от условий калибровки (иногда очень значительно), что может приводить к грубым систематическим ошибкам, которые не всегда могут быть выявлены процедурами внутреннего контроля.

От всех вышеуказанных недостатков практически свободен метод добавок, существующий в определённых вариантах, в том числе и в сочетании с разбавлением пробы. Этот метод рекомендован руководящим документом (Внутренний контроль ..., 2006) как один из алгоритмов внутреннего контроля при проведении количественного химического анализа, но незаслуженно редко используется для повышения точности самого анализа.

Одним из «побочных продуктов» метода добавки в сочетании с разбавлением является «классическое» градуировочное уравнение, которое учитывает влияние «матрицы», т. е. всей совокупности компонентов пробы, помимо определяемого. Такое уравнение будет давать более объективный результат анализа.

Целью работы было проверить применимость градуировочного уравнения в условиях систематической погрешности инверсионного электрохимического анализа. Погрешность обусловлена присутствием примесей в растворе нитрата ртути (II) («некачественный» фоновый раствор), используемом для анализа. Примеси снижают значение результата анализа и получить правильный результат практически невозможно.

Объекты и методы: Объектом исследования было градуировочное уравнение:

$$x = \Delta C \times \frac{y_1 + y_2 - 2 \times y_3}{y_2 - y_1},$$

где: x – исходная концентрация в пробе, мкг/дм³;

ΔC – известная добавка, мкг/дм³;

y_1 – площадь пика исходной пробы;

y_2 – площадь пика исходной пробы с добавкой;

y_3 – площадь пика исходной пробы с добавкой, разбавленная в два раза.

Предмет исследования – возможность его применения в инверсионном электрохимическом анализе при загрязнении фонового раствора нитрата ртути (II). Для анализа использовали модельные растворы с известной концентрацией катиона Cd^{2+} с концентрацией 4, 8 и 12 мкг/дм³. Для внесения систематической погрешности использован фоновый раствор нитрата ртути (II) с примесями, мешающими анализу. Со всех трёх растворов снимали вольтамперограммы, а также с этих же растворов после прибавления добавки (0,2 мл раствора соли кадмия с концентрацией Cd^{2+} 1000 мкг/дм³ на 25 мл первоначального раствора). Расчёты проведены в программе анализатора. Результаты представлены в табл. 1. Видно, что значения результатов значительно ниже, чем значения истинных концентраций иона кадмия в растворе. Такой результат считается неправильным.

Таблица 1

**Результаты, полученные в присутствии «некачественного»
фонового раствора**

| Модельный раствор, мкг/дм ³ | Площадь пика | Площадь пика с добавкой | Содержание, мкг/дм ³ |
|--|--------------|-------------------------|---------------------------------|
| 4 | 84,1 | 335,2 | 2,65 |
| | 77,0 | 298,5 | 2,75 |
| 8 | 179,3 | 476,8 | 4,76 |
| | 161,9 | 441,5 | 4,57 |
| 12 | 437,1 | 817,7 | 9,03 |
| | 432,2 | 826,6 | 8,62 |

Для того, чтобы попытаться получить правильный результат, испытуемым раствором был раствор с концентрацией кадмия 4 мкг/дм³, эксперимент построили следующим образом:

1. Сняли вольтамперограмму исследуемого раствора (табл. 2).
2. Сняли вольтамперограмму исследуемого раствора с добавкой (табл. 2).
3. Разбавили раствор с добавкой в два раза и с полученного раствора тоже сняли вольтамперограмму (табл. 2).
4. Провели расчёты по градуировочному уравнению.

Таблица 2

**Результаты анализа, полученные методом сочетания добавки и
разбавления пробы в присутствии «некачественного» фонового раствора**

| Концентрация ионов кадмия в модельном растворе, мкг/дм ³ | Площадь пика, y_1 | Площадь пика с добавкой, y_2 | Площадь пика с добавкой с разбавлением в 2 раза, y_3 | Содержание, мкг/дм ³ |
|---|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| 4 | 33,2 | 157,5 | 66,5 | 3,71 |
| | 32,1 | 175,2 | 65,7 | 4,24 |

$$x_1 = 8 \times \frac{33,2 + 157,5 - 2 \times 66,5}{157,5 - 33,2} = 3,71 \text{ (мкг/дм}^3\text{)}$$

$$x_2 = 8 \times \frac{32,1 + 175,2 - 2 \times 65,7}{175,2 - 32,1} = 4,24 \text{ (мкг/дм}^3\text{)}$$

$$X_{\text{ср.}} = 3,98 \pm 0,37 \text{ (мкг/дм}^3\text{)}$$

Получается значение очень близкое к истинному.

Итак, при использовании метода сочетания добавки и разбавления пробы с «некачественным» фоновым раствором и с использованием формулы для этого метода, мы получили верные результаты анализа даже в условиях систематической погрешности. Можно говорить о применимости градуировочного уравнения.

Литература

Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа (РМГ 76-2004). М.: Стандартинформ, 2006.

Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э.. Инверсионная вольтамперометрия / Под ред. Б. Я. Каплана. М.: Мир, 1980.

НЕПРЕРЫВНЫЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

З. Л. Баскин

*Вятский государственный гуманитарный университет,
baskin.k-ch@rambler.ru*

Все окружающие нас антропогенные, техногенные и природные объекты делятся на статические и динамические. Статические объекты стабильны во времени и не изменяют свои параметры в течение цикла работы (службы). Это вещества, материалы, изделия, технологическое оборудование, здания, сооружения. Динамические объекты не стабильны во времени и изменяют свои параметры в течение цикла работы. Это технологические процессы в различных отраслях промышленности, сельского и коммунального хозяйства. Это биотические и абиотические процессы в биосфере, часто обусловленные антропогенными факторами и воздействиями.

Контроль состава и свойств динамических объектов должен быть непрерывным промышленным: автоматическим или автоматизированным.

Основные задачи технолого-аналитического контроля (ТАК) и эколого-аналитического контроля (ЭАК) динамических объектов: контроль источников загрязнения; контроль воздушной среды; индивидуальный химический дозиметрический контроль; токсикологический контроль; биоаналитический контроль.

Общий алгоритм ТАК и ЭАК динамических объектов: пробоотбор, анализ отобранных проб, обработка результатов анализов, метрологическое обеспечение измерений.

Пробоотбор – наиболее трудоемкая и наименее точная операция газоаналитического контроля. Более 90% суммарной погрешности измерений связаны с пробоотбором. По времени отбора проб способы пробоотбора разделяют на: разовый мгновенный пробоотбор – РМП, разовый сорбционный пробоотбор – РСП, непрерывный пробоотбор – НП, непрерывный сорбционный пробоотбор – НСП. В промышленном газоаналитическом контроле непрерывный сорбционный пробоотбор (НСП) обеспечивает отбор наиболее представительных проб и требуемую чувствительность определения анализируемых веществ. НСП – это процесс непрерывного концентрирования примесей определяемого вещества (АВ) из контролируемой газовой смеси на селективном преимущественно твердом сорбенте. НСП, осуществляемый за счет диффузии молекул АВ из контролируемой среды в слой сорбента под действием градиента его концентрации в среде и сорбенте, назван пассивным сорбционным пробоотбором (ПСП). НСП, осуществляемый при адсорбции АВ из постоянного контролируемого газового потока, проходящего через слой сорбента, назван активным сорбционным пробоотбором (АСП).

Пробоотбор должен обеспечивать: достоверное определение случайно появившихся примесей анализируемых веществ в контролируемом объекте; представительность отобранных проб за цикл контроля, который должен быть выбран с учетом особенностей функционирования объекта.

Пробоотбор примесей газов с концентрацией менее 0,01% об. должен производиться динамическими методами.

Для каждого объекта контроля должны быть выбраны значимые критерии пробоотбора, учитывающие его динамические характеристики.

Пробоотборные устройства для НСП должны быть техническими средствами измерений с нормируемыми техническими и метрологическими характеристиками.

В промышленном ТАК и ЭАК отобранная проба представительна, если она характеризует содержание анализируемых примесей не только за время отбора пробы, но и за цикл пробоотбора (время между двумя последовательно отобранными пробами).

РМП – наименее представительный в ЭАК. При его использовании требуются высокочувствительные методы анализа и приборы.

РСП непредставительный в ЭАК в ряде случаев применения и более трудоемкий, чем РМП, но обеспечивающий определение существенно меньших концентраций анализируемых веществ.

НП представителен в ЭАК. Он обеспечивает получение достоверных результатов анализов и малое транспортное запаздывание их.

НСП представительный во всех случаях применения в ЭАК. Непрерывный сорбционный отбор проб исключает неконтролируемое изменение концентрации анализируемых веществ в контролируемом объекте и делает контроль фактически непрерывным. НСП на твердых селективных сорбентах позволил осуществить наиболее информативный непрерывный хроматографический анализ ЗВ в воздухе и применить системный подход к контролю ЗВ в окружающей среде.

Динамические характеристики объектов ТАК и ЭАК определяются: спецификой технологических процессов; условиями функционирования оборудования; физико-химическими свойствами и токсикологическими характеристиками анализируемых веществ; стабильностью производственной среды и уровнем её загрязнения; кратностью воздухообмена в контролируемых зонах; временем пребывания в них обслуживающего персонала; адсорбцией ЗВ на элементах схем пробоотбора и пробоподготовки; другими факторами и критериями которые характеризуют динамические свойства отдельных объектов ТАК и ЭАК и могут быть значимыми при выборе их в конкретных случаях.

Критерии пробоотбора при контроле воздуха рабочей зоны.

1. Кратность воздухообмена в контролируемой зоне $t_{ц} \leq 0,5t_{в}$.

2. Количество анализируемого вещества в пробе $q_{по} = K_{п} \cdot V_{п} \cdot t_{п} \cdot C_{по} \geq q_{мин}$.

3. Время цикла анализа токсичных веществ кумулятивного действия III и IV классов опасности $t_{ц} \gg t_{в}$.

4. Требования к времени пробоотбора ($t_{п}$) и времени проскока ($t_{пр}$) для НСП и РСП $t_{п} < t_{пр}$

5. Комплекс параметров ПСТ и режимов сорбции и десорбции: L, Lo, S, Vп, тп, Tдес, тдес.

Для обеспечения надежного непрерывного определения примесей токсичных фторорорганических соединений и фтористого водорода в воздухе рабочих зон на Кирово-Чепецком химическом заводе была создана хроматографическая система типа «искусственный нос» (электронный нос), основанная, как и системы обоняния человека и животных, на непрерывной сорбции микроколичеств анализируемых токсичных веществ из контролируемого потока воздуха, разделении (идентификации) сконцентрированных примесей и детектировании (индикации) их, когда концентрация этих веществ превышает порог чувствительности системы. Разработанные методы анализа были названы непрерывными хроматографическими методами – НХМ.

Под непрерывными хроматографическими методами контроля загрязняющих веществ в воздухе и технологических газах мы понимаем методы, основанные на непрерывном сорбционном пробоотборе и периодическом хроматографическом определении средних значений концентраций анализируемых веществ, сорбированных за цикл контроля, при метрологическом обеспечении хроматографов в комплекте с устройствами пробоотбора и пробоподготовки динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим.

НХМ – это новое направление автоматического и автоматизированного газоаналитического контроля. Оно возникло благодаря созданию специализированных аналитических комплексов, включающих в себя средства непрерывного сорбционного пробоотбора (НСП), автоматического хроматографического анализа отобранных проб и метрологического обеспечения измерений динамическими методами.

Достоинства НХМ и хроматографов, в которых они реализуются: представительный вакуумный НСП; концентрирование анализируемых примесей на твердых селективных сорбентах при температуре окружающей среды; импуль-

сная термическая десорбция сконцентрированных примесей в поток газа-носителя (например, контролируемого воздуха); газожидкостный, газоадсорбционный или ионообменный метод хроматографического разделения десорбированных примесей на насадочных колонках в изотермическом режиме; детектирование с помощью универсальных или селективных детекторов – ДТП, ПИД, ФИД, ТЭД, ТКД; достоверное определение средних за цикл анализа значений концентраций анализируемых загрязняющих веществ; нижний предел обнаружения примесей каждого из анализируемых веществ не более 0,5 ПДК; предел основной допускаемой погрешности измерения не более $\pm 25\%$; автоматическая сигнализация операций анализа; высокая эксплуатационная надежность хроматографов в комплекте с устройствами пробоотбора и коррозионная стойкость их элементов; автоматическая сигнализация недопустимого повышения загрязнения контролируемого газового потока; автоматизация обработки результатов анализов; возможность взрывозащищенного исполнения элементов приборов, работающих во взрывоопасных условиях.

Способы анализа, реализованные в приборах, основанных на НХМ, корректны, потому что их метрологическое обеспечение – проверка работы и градуировка – производятся динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим. Для этого разработаны и применены стандартные образцы микропотоков газов и паров и способы непрерывного динамического приготовления поверочных газовых смесей (ПГС) путем смешивания газовых потоков, диффузионного дозирования и экспоненциально-сорбционного разбавления анализируемых веществ. Наибольшее применение получили диффузионные дозаторы – фторопластовые стабильные источники микропотоков газов и паров СИМГП «Микрогаз» и фторопластовые динамические установки «МИКРОГАЗ-Ф» для непрерывного приготовления ПГС. Они сертифицированы Госстандартом РФ и включены в Госреестр средств измерений.

На основе СИМГП «Микрогаз» разработаны рабочие меры (меры сравнения) для повседневного контроля работы газоаналитических приборов.

Промышленные непрерывные хроматографические методы могут получить широкое применение в анализе технологических газовых потоков и сред, в эколого-аналитическом контроле загрязняющих веществ (ЗВ) в воздухе рабочих, производственных, санитарно-защитных и жилых зон, в индивидуальном химическом дозиметрическом контроле, в токсикологическом контроле продуктов и товаров производственного и бытового назначения, при определении технических и метрологических характеристик исследованиях биоиндикаторов и биоанализаторов.

Заключение. Непрерывный хроматографический ТАК и ЭАК – основа безопасности жизнедеятельности людей. Он информативнее, достовернее и дешевле периодического лабораторного хроматографического анализа с отбором непредставительных случайных разовых проб.

Только непрерывный хроматографический контроль динамических объектов может обеспечить химическую, биологическую, радиационную, электрическую, пожарную безопасность людей на производстве и в быту.

Для широкого практического внедрения этих методов и средств контроля необходимы новые нормативные документы, регламентирующие их применение.

Литература

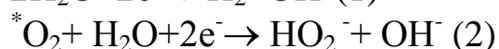
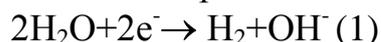
Баскин З. Л. Промышленный аналитический контроль. Хроматографические методы анализа фтора и его соединений. М.: Энергоатомиздат, 2008. 224 с.: ил.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОАКТИВАЦИИ ВОДЫ НА СОСТОЯНИЕ И СВОЙСТВА ЖИВЫХ И НЕЖИВЫХ СИСТЕМ

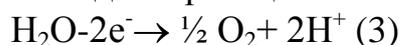
В. Е. Зяблицев, К. О. Втюрина, К. А. Ворожцова
Вятский государственный гуманитарный университет

Известно, что при действии электрического и магнитного полей вода переходит в активное состояние (активируется) и, в отличие от обычной, активированная вода влияет на состояние и свойства живых и неживых систем. В природных условиях влияние электрического и магнитного полей зависит от географического расположения источника воды. Отсюда, по-видимому, возникли в древности поверия о существовании «живой» и «неживой» воды, способной излечивать раны и воскрешать мёртвых. Современные научные представления свидетельствуют, однако, что поверия древности не лишены основания. Обработка воды постоянным электрическим током в специальных условиях (аппарат электродного типа, разделенный на анодную и катодную камеры) позволяет получить электроактивированную воду – «живую» (вода катодной камеры) и «мертвую» (вода анодной камеры) в результате протекания электрохимических реакций:

– катодные реакции



– анодные реакции



* O_2 растворенный в воде; 2,4- электроды из углеродистых материалов.

Вода катодной камеры («живая» вода) характеризуется щелочной реакцией (рН 10–11) и высоким значением восстановительного потенциала ($E_{\text{Red (н.в.э.)}}$ до 0,82В), а анодная вода («мертвая» вода), наоборот, имеет низкие значения рН (рН 2–3) и значительный окислительный потенциал ($E_{\text{Ox (н.в.э.)}}$ до 0,45В). Активационные свойства катодной воды непродолжительны (восстановительный потенциал медленно снижается в течение нескольких часов), анодная вода сохраняет окислительные свойства до нескольких суток.

Влияние электроактивированной воды на состояние живых систем (растения и животные) можно объяснить изменением характера обменных окисли-

тельно-восстановительных процессов, протекающих в клетках живого организма. Катодная («живая») вода с высоким восстановительным потенциалом является своеобразным источником электронов и активирует «работу» митохондрий (силовые системы клетки), обеспечивающих клетки живого организма энергией. Результатом этого является повышение окислительно-восстановительных процессов в клетках и, как следствие, интенсивное развитие всего организма. Анодная («мертвая») вода с высоким значением окислительного потенциала, наоборот, тормозит обменные процессы в клетках и «угнетает» развитие организма.

В середине XX века лечебные свойства электроактивированной воды широко рекламировали, полагая, что «живая» и «мертвая» вода способна излечивать многие болезни. Однако, лечебные свойства электроактивированной воды оказались незначительными и о «живой» и «мертвой» воде как лекарственном препарате вскоре забыли. Единственной областью использования электроактивированной воды в медицине осталась дезинфекция медицинского оборудования и посуды и санитарная обработка воды плавательных бассейнов. Для повышения окислительного потенциала используемой для этих целей анодной воды перед активацией добавляют незначительное количество (до 1,0 г/л) хлорида натрия.

Более успешным оказалось применение электроактивированной воды (часто при одновременной обработке магнитным полем) для изменения состояния и свойств неживых систем. Вода, активированная в катодной камере аппарата электродного типа, нашла применение в промышленности при проведении тепловых процессов (теплоэлектроцентрали), очистке дымовых газов (снижение содержания SO_2 на 80%), снижении солесодержания воды (общее солесодержание снижается на 50–80%), повышении стабильности нефтепромысловых тампонажных растворов (улучшение качества глинистых растворов и повышение прочности стенок нефтяных и газовых скважин), защита оборудования от коррозии при профилактических промывках, производстве печатных плат (снижение расхода реагента и повышение качества), получении бутадиенстирольного каучука (стадия промывки продукта), сохранении овощей и фруктов (снижение потерь в 3–5 раз) и во многих других производственных процессах.

Широкое применение электроактивированной воды в промышленной технологии привело к необходимости разработки конструкции промышленного аппарата электродного типа с разделенным (брезентовая или пористая керамическая диафрагма) межэлектродным пространством. Серийное изготовление аппаратов электродного типа модульной конструкции (500 А, 80 В, производительность $5 \text{ м}^3/\text{ч}$, расход энергии до $3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$) в СССР было налажено на ПО «Уралхиммаш».

Таким образом, активированная вода обладает уникальными качествами, которые позволяют влиять на состояние и свойства живых и неживых систем. Область использования активированной воды и ее свойства раскрыты не полностью. Это ставит задачу проведения дополнительных исследований свойств и применения активированной воды.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНАЛИЗА МЕТОДОМ ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Е. В. Карманова¹, С. Г. Скугорева^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Одно из важнейших направлений использования ионной хроматографии – анализ ионного состава природных, сточных, поверхностных, минеральных, питьевых вод. Среди компонентов, определяемых с помощью ионной хроматографии, существенное место занимают неорганические анионы, ионы металлов, ионогенные органические вещества.

Одним из преимуществ ионной хроматографии среди аналитических методов является высокая эффективность проведения анализа. Количественной характеристикой эффективности хроматографической колонки служит число теоретических тарелок (ТТ) [1]. Эффективность колонки определяется экспериментально из хроматограммы по формуле:

$$N = 5,545 \cdot \left(\frac{t_{ri}}{\mu_{0,5i}} \right)^2,$$

где N – эффективность колонки в теоретических тарелках;

t_{ri} – время удерживания i -го компонента;

$\mu_{0,5i}$ – ширина пика, измеренная на половине его высоты.

Согласно данной формуле, эффективность колонки тем больше, чем уже хроматографический пик при тех же временах удерживания.

Цель работы: изучение влияния различных факторов (скорость потока элюента, температура, настройки прибора) на эффективность анализа методом ионной хроматографии.

Определение содержания неорганических ионов в воде проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) [2, 3]. Концентрации ионов рассчитывали в программе «МультиХром для Windows XP» версии 2х и Microsoft Exel 2003.

Для эффективного хроматографического разделения ионов необходимо подобрать оптимальные параметры: состав подвижной фазы (элюента), скорость потока элюента, температуру проведения хроматографического разделения, объем вводимой пробы и т. д. Данные параметры оказывают влияние на эффективность хроматографической колонки, время удерживания ионов, селективность хроматографической системы.

Изучение влияния температуры на эффективность колонки проводили на хроматографических колонках Shodex IC YS-50 (для разделения катионов) и Star-Ion-A300 (для разделения анионов). Для катионной колонки использовали температуры 30 °С, 35 °С, 40 °С, 45 °С, для анионной колонки – 30 °С, 35 °С, 40 °С (табл. 1). Из данных табл. 1 видно, что для увеличения эффективности анализа для катионной колонки Shodex IC YS-50 наиболее оптимальным явля-

ется использование температуры 40 °С, для анионной колонки Star-Ion-A300 – 35–40 °С.

Таблица 1

**Влияние температуры проведения анализа
на эффективность хроматографической колонки**

| Ион | Эффективность колонки (ТТ) | | | | Ион | Эффективность колонки (ТТ) | | |
|----------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|----------------------------|-------------|-------------|
| | 30 °С | 35 °С | 40 °С | 45 °С | | 30 °С | 35 °С | 40 °С |
| Натрий | 2696 | 2791 | 2944 | 3001 | Фторид | 364 | 376 | 390 |
| Аммоний | 2401 | 2538 | 2568 | 2586 | Хлорид | 503 | 508 | 479 |
| Калий | 3418 | 3163 | 3462 | 3229 | Нитрат | 1038 | 1060 | 1057 |
| Магний | 4946 | 5045 | 4883 | 4970 | Фосфат | 1717 | 1723 | 1849 |
| Кальций | 5441 | 5396 | 5480 | 5376 | Сульфат | 1919 | 2019 | 2061 |
| Стронций | 5660 | 5746 | 6099 | 5948 | | | | |

Изучение влияния скорости потока элюента проводили на хроматографической колонке Shodex IC YS-50. Для данной колонки устанавливали скорость потока элюента 0,7 мл/мин, 0,8 мл/мин и 1 мл/мин (табл. 2). Установлено, что с уменьшением скорости потока элюента происходит увеличение эффективности колонки. Для данной колонки наиболее оптимальный вариант – использование скорости потока элюента 0,7 мл/мин.

Таблица 2

**Влияние скорости потока элюента
на эффективность хроматографической колонки**

| Ион | Эффективность колонки (ТТ) | | |
|----------|----------------------------|------------|----------|
| | 0,7 мл/мин | 0,8 мл/мин | 1 мл/мин |
| Натрий | 3087 | 2944 | 2581 |
| Аммоний | 2846 | 2568 | 2063 |
| Калий | 3663 | 3462 | 2668 |
| Магний | 5511 | 4883 | 4219 |
| Кальций | 5869 | 5480 | 4746 |
| Стронций | 6417 | 6099 | 4621 |

Изучение влияния настроек прибора, на примере усиления сигнала прибора, проводили на колонках Shodex IC YS-50 и Star-Ion-A300. Для катионной колонки использовали усиление 100, 150, 200, для анионной колонки – 3, 5, 10 (табл. 3). В ходе исследования выявлено, что для катионной колонки Shodex IC YS-50 наиболее оптимальным вариантом является использование усиления 150, для анионной колонки Star-Ion-A300 – 10.

Таблица 3

**Влияние усиления сигнала прибора
на эффективность хроматографической колонки**

| Ион | Эффективность колонки (ТТ) | | | Ион | Эффективность колонки (ТТ) | | |
|----------|----------------------------|-------------|-------------|---------|----------------------------|-------------|-------------|
| | 100 | 150 | 200 | | 3 | 5 | 10 |
| Натрий | 2780 | 2944 | 2787 | Фторид | 383 | 376 | 386 |
| Аммоний | 2608 | 2568 | 2639 | Хлорид | 503 | 508 | 513 |
| Калий | 3402 | 3462 | 3230 | Нитрат | 1057 | 1060 | 1082 |
| Магний | 5053 | 4883 | 4797 | Фосфат | 1815 | 1723 | 1846 |
| Кальций | 5330 | 5480 | 5058 | Сульфат | 1964 | 2019 | 2000 |
| Стронций | 5157 | 6099 | 5399 | | | | |

Таким образом, в ходе исследования установлены оптимальные параметры (температура, скорость потока элюента, усиление сигнала прибора) для проведения хроматографического определения неорганических ионов на ионных колонках Shodex IC YS-50 и Star-Ion-A300.

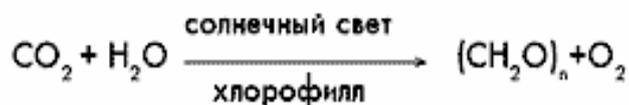
Литература

1. Аналитическая хроматография / Под ред. К. И. Сакодынского, В. В. Бражникова, С. А. Волкова, В. Ю. Зельвенского, Э. С. Ганкиной, В. Д. Шатца. М.: Химия, 1993. 464 с.
2. Методика выполнения измерений массовой концентрации катионов аммония, калия, натрия, магния, кальция, стронция в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01738. М.: Аквилон, 2008. 30 с.
3. Методика выполнения измерений массовой концентрации фторид-, нитрат-, фосфат- и сульфат-ионов в пробах питьевой, минеральной, столовой, лечебно-столовой, природной и сточной воды методом ионной хроматографии. ФР.1.31.2005.01724. М.: Аквилон, 2008. 26 с.

ЯВЛЕНИЕ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ЕГО ИЗУЧЕНИЕ

Д. Н. Романова, О. А. Смирнова, В. И. Жаворонков
Вятский государственный гуманитарный университет

Все живое на Земле зависит от фотосинтеза. Фотосинтез занимает центральное место в круговороте вещества и энергии на Земле, делая энергию и углерод доступными для организмов и обеспечивая выделение кислорода в атмосферу.



Важную информацию о физиологическом состоянии высших растений можно получить при измерении флуоресценции хлорофилла. Под влиянием различных факторов существенно изменяется характер фотосинтетических процессов в клетках растений, что непосредственно отражается на параметрах связанного с этими процессами флуоресцентного излучения.

Целью работы было сопоставить два метода исследования фотосинтеза на основе биохемилюминесценции и электронно-оптического усиления сверхслабых излучений биологических объектов.

Нами была использована методика наблюдения и регистрации изменения сверхслабого излучения фотолюминесценции листа герани при помощи электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

Преимуществами предложенного метода регистрации являются: высокая чувствительность, информативность и возможность раннего выявления нарушений метаболизма растений, не обнаруживаемых другими методами за счет количественного изменения флуоресцирующих клеток растения.

Наблюдается непродолжительное визуальное свечение (менее минуты), после этого происходит затухание. Можно различить отдельные световые

вспышки – фотолюминесценцию хлорофилла (рис. 1). Опыт проводится при нормальных условиях, без воздействия вредной среды.

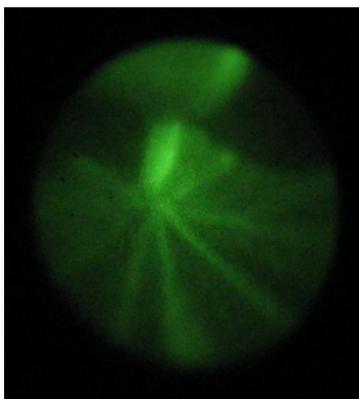


Рис. 1. Флуоресценция хлорофилла, возбуждаемого светом на поверхности листа герани, при помощи ЭОП

Брали образец листа герани (1 см^2), который находился сутки в дистиллированной воде, и облучали светом лампы накаливания. Наблюдалась фотолюминесценция. Сразу же после облучения хемиллюминиметр засек излучение в 45000 фотонов, через 30 секунд число люминесцирующих фотонов уменьшилось в 2 раза (рис. 2).

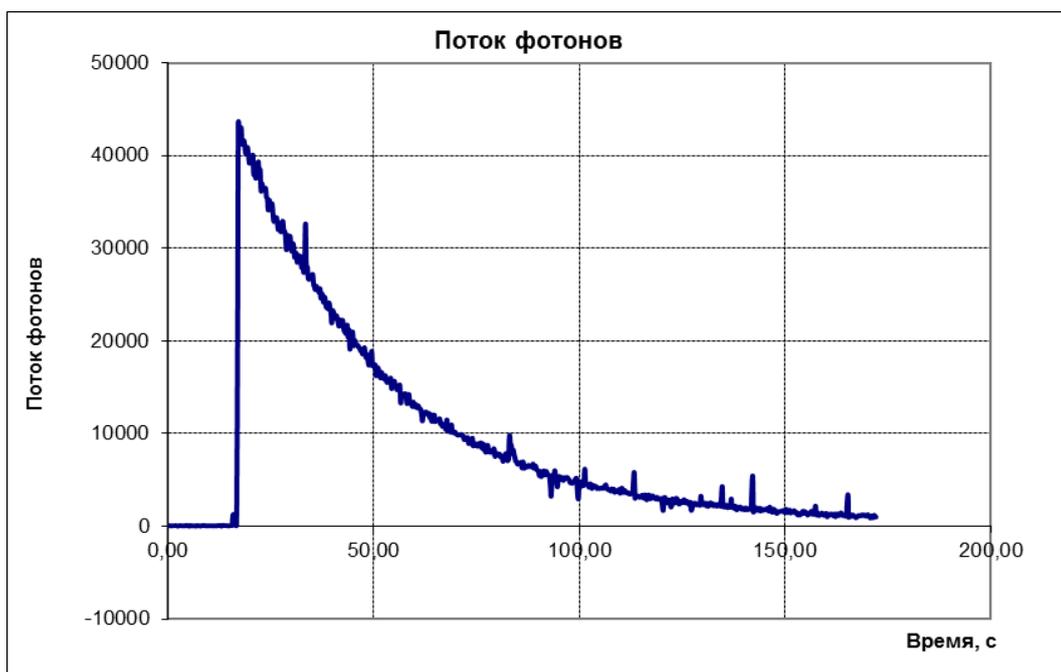


Рис. 2. Кинетика процесса затухания фотолюминесценции листа герани на экспериментальном высокочувствительном биохемиллюминиметре (без воздействия вредной среды)

Брали кусочек листа герани (1 см^2), который находился в 5% растворе нитрата натрия в течение суток. Облучали светом от лампы накаливания. Наблюдалась фотолюминесценция. Сразу же после облучения биохемиллюминиметр засек излучение 800 фотонов. Время полузатухания свечения составляет

около 5 секунд (рис. 3). Из данного эксперимента можно сделать вывод, что нитрат-ионы отрицательно влияют на процесс фотолюминесценции.

Исследование явления фотолюминесценции было осуществлено двумя методами: с использованием многокамерного электронно-оптического преобразователя и экспериментального высокочувствительного хемиллюминометра. Оба метода дополняют друг друга и дают объективную информацию об изучаемом объекте. В результате была получена возможность исследования фотолюминесценции биологических объектов в реальном масштабе времени.

При помощи этих методик можно изучать характеристики фотосинтеза высших и низших растений, фитопланктона, а также исследовать влияние на них экологического состояния среды.

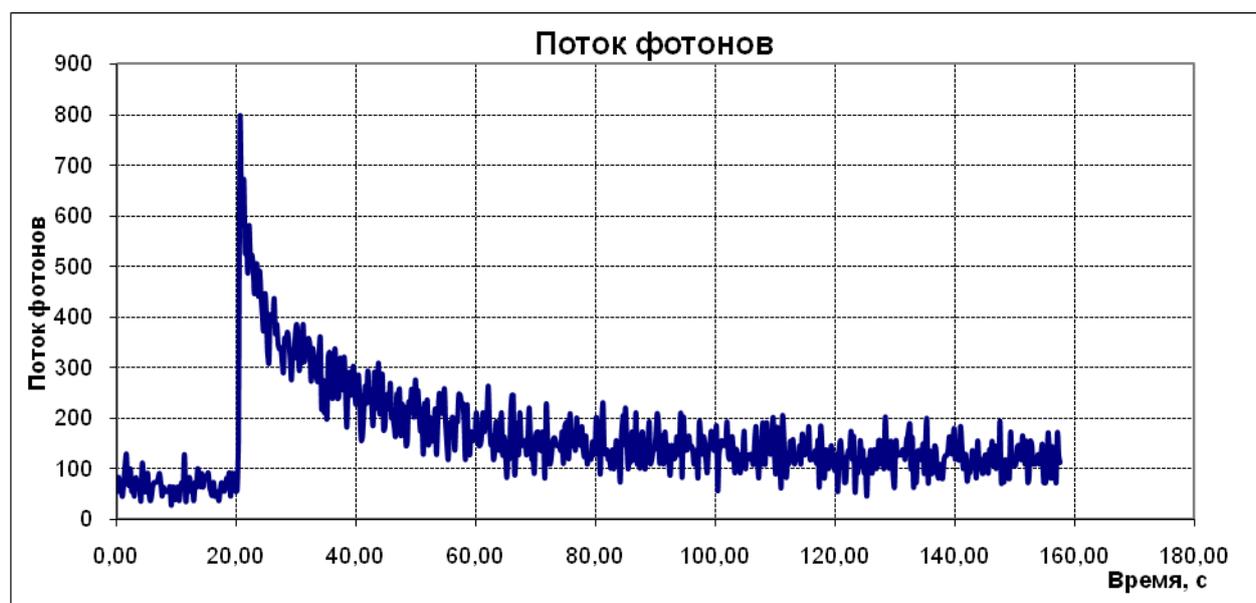


Рис. 3. Кинетика процесса затухания фотолюминесценции листа герани на экспериментальном высокочувствительном хемиллюминометре (под воздействием нитрат-ионов)

Литература

Жаворонков В. И., Резник Е. Н., Зыкина Н. А. Наблюдение флуоресценции хлорофилла с использованием ЭОПа // Вестник ВятГГУ, 2011. № 5. С. 22–23.

Жаворонков В. И., Захаров В. Ю., Резник Е. Н., Сабашный Д. В. Методы электронной оптики для изучения результатов воздействия антропогенных факторов на биологические объекты // Теоретическая и прикладная экология, 2011. № 1. С. 29–30.

Веселовский В. А., Веселова Т. В. Люминесценция растений. М.: Наука, 1990.

Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. Учеб. Пособие. М.: Высшая школа, 1997.

Владимиров Ю. А. Квантометрическая характеристика хемиллюминесценции биологических объектов // Журнал прикладной спектроскопии. 1989. Т. 50. № 2. С. 341.

Жаворонков В. И., Рясик И. О. Метод электронно-оптической регистрации сверхслабых излучений биологических объектов // Сб. тезисов докладов VI Международного научного конгресса по газоразрядной визуализации биоэлектрографии. СПб., 2002. С. 76–77.

Францев В. В. Люминесцентные показатели листьев растений в зависимости от антропогенных экологических факторов: Автореф. дис. канд. физ. - мат. наук. М.: МГУ им М. В. Ломоносова, 2006. 22 с.

МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В. В. Григорьев, В. И. Жаворонков

Вятский государственный гуманитарный университет, rastafury@mail.ru

В настоящее время, растущее поступление загрязнений сточных вод в природные водоемы приобретает характер глобальной экологической угрозы и все сильнее привлекает внимание исследователей всего мира. Выбросы предприятий химического и нефтехимического профилей содержат различные токсичные вещества, среди которых особую опасность представляют тяжелые металлы. Они наносят серьезный экологический ущерб, тяжелые металлы обладают высокой токсичностью, приводят к отравлению и гибели организмов. Нами исследована возможность применения электронно-оптических методов регистрации для изучения влияния экологических антропогенных факторов на состояние биологических объектов, которые открывают новые возможности их изучения. Сделан вывод о перспективности применения электронно-оптических методов для изучения состояния биологических объектов.

Представляемая работа является началом исследования возможности применения в целях биотестирования и биоиндикации биохемилюминесценции цианобактерий (ЦБ). Цель работы – выявить наличие влияния токсикантов на интенсивность сверхслабого свечения (биохемилюминесценции) цианобактерий.

Известно, что клетки живых организмов способны испускать ультрафиолетовое излучение в диапазоне 190–340 нм, субстратом которого являются белки, полипептиды и углеводы. Интенсивность такого ультрафиолетового излучения тканей составляет 10–1200 фотонов на 1 см² в секунду. В настоящее время для визуального наблюдения сверхслабого свечения биологических объектов используются электронно-оптические преобразователи (ЭОП), а для количественного измерения интенсивности такого свечения – приборы, действие которых основано на применении фотоэлектронных умножителей (ФЭУ), в частности, флуориметры и биохемилюминометры.

Для исследования возможности использования биохемилюминесценции ЦБ в целях биоиндикации и биотестирования мы использовали оба метода. Метод электронно-оптической регистрации основан на использовании в качестве первичного приемника излучения многокамерного электронно-оптического преобразователя изображения. Режиме максимального усиления яркости позволяет использовать прибор в режиме счета фотонов. Предлагаемый метод обладает предельно высокой чувствительностью, поэтому он позволяет осуществлять регистрацию отдельных электронов, покинувших входной фотокатод, в виде единичной точечной вспышки на выходном экране. Электронно-оптический метод позволяет регистрировать двумерное распределение интенсивности излучения изучаемого объекта в реальном масштабе времени. Спектральный диапазон чувствительности ЭОП лежит в пределах 200–1500 нм. Ме-

тод электронно-оптической регистрации позволяет фиксировать сверхслабое излучение биологических объектов без их помещения в электромагнитное поле высокой напряженности, в чем его принципиальное отличие от метода газоразрядной визуализации. Если газовый разряд обладает свойством оказывать возмущающее физическое влияние на состояние биологического объекта, вызывая вторичные эмиссионные, деструктивные и тепловые процессы, то при регистрации биологической эмиссии с помощью многокамерного ЭОП это воздействие исключено. Подача на биологический объект коротких импульсов высокочастотного электромагнитного поля способна вызвать возникновение импульсного тока и нервно-сосудистую реакцию, как прилегающих участков биологического объекта, так и всего организма, чего не наблюдается при электронно-оптической регистрации.

С помощью ЭОП нами было экспериментально подтверждено наличие сверхслабого свечения цианобактерий в водной среде.

Для количественного измерения уровня свечения цианобактерий в зависимости от концентрации токсичных веществ и от концентрации бактерий мы использовали биохемиллюминометр БХЛ-07. На рис. 1 показана зависимость показаний прибора от концентрации клеток с токсичным веществом и без него (в качестве токсиканта использовались ионы меди в постоянной концентрации).

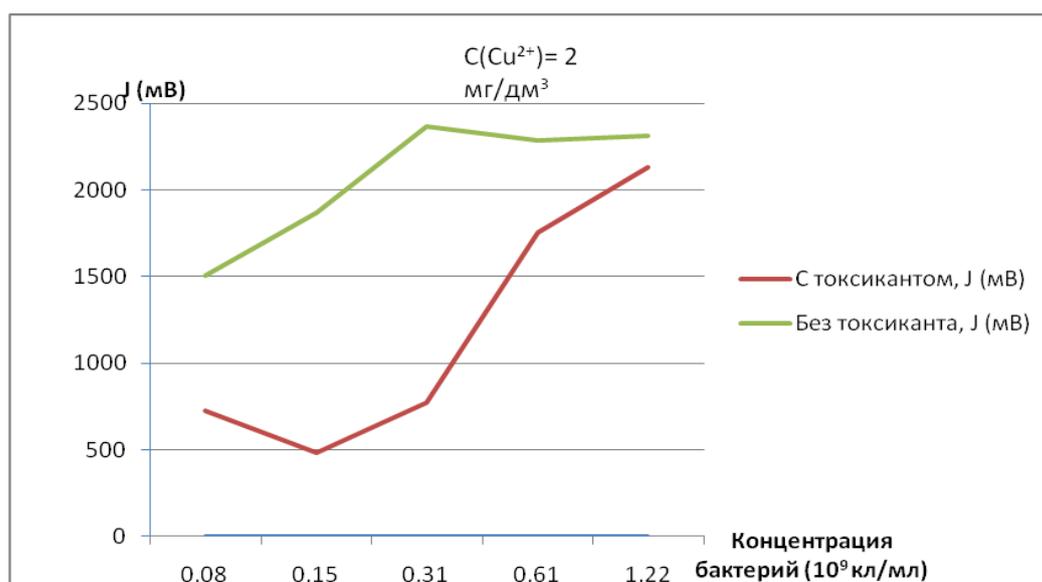


Рис. 1. Зависимость уровня сигнала излучения от концентрации клеток ЦБ

При повышении концентрации клеток наблюдается рост интенсивности регистрируемого излучения, причем в присутствии токсиканта эффект выражен более отчетливо.

На рис. 2 показана зависимость уровня регистрируемого сигнала биохемиллюминесценции ЦБ от концентрации токсиканта (ионов меди) при постоянном титре клеток.

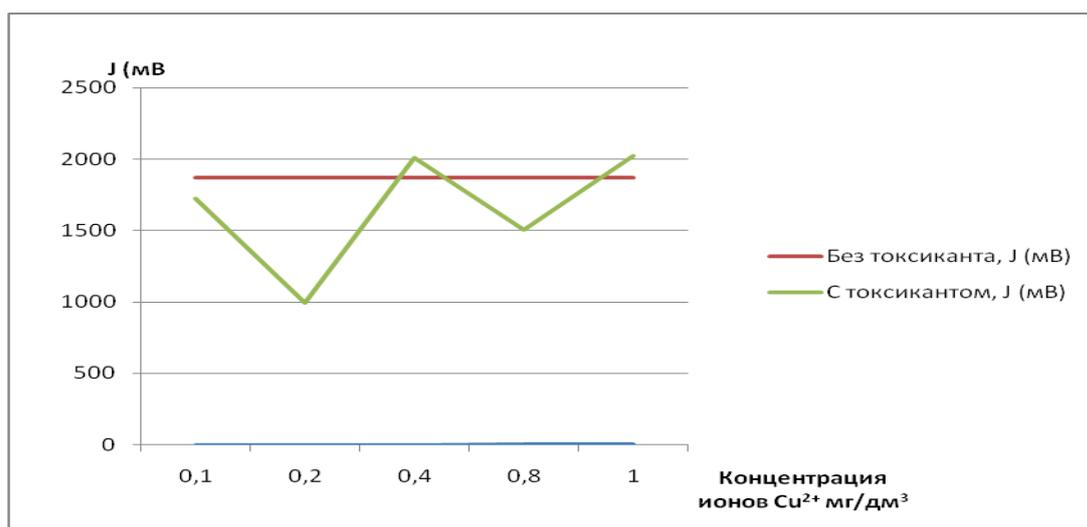


Рис. 2. Зависимость сигнала излучения от концентрации ионов тяжелых металлов

Во всем исследованном диапазоне концентраций ионов меди уровень свечения ЦБ значительно не отличается от контрольного образца без токсиканта. Исключение составляет лишь концентрация ионов меди 0,2 мг/дм³, при которой интенсивность люминесценции почти в два раза меньше контрольной. Интересен тот факт, что аналогичный глубокий минимум наблюдался и в опыте с другим видом цианобактерий также при концентрации 0,2 мг/дм³. Для выяснения того, является этот факт проявлением некоторой закономерности или маловероятным совпадением случайных ошибок эксперимента, требуется проведение дополнительной серии опытов с повышенной точностью.

Проведенные эксперименты с наблюдением и измерением сверхслабого свечения цианобактерий при помощи электронно-оптических приборов пока не дают однозначного ответа, насколько перспективно использование этого явления для создания методик биоиндикации и биотестирования. В случае, если дальнейшие работы в данном направлении приведут к разработке новых методик, дающих надежные и стабильные результаты, эти методы исследования биологических объектов могут быть широко использованы при проведении экологических исследований. Они не требуют длительной предварительной подготовки и позволяли бы в короткие сроки получать объективную информацию. При помощи этих методик можно было бы изучать характеристики фотосинтеза высших и низших растений, фитопланктона, исследовать влияние абиотических и антропогенных факторов на состояние высших растений при проведении экологического мониторинга.

В дальнейшем хотим попробовать использовать методы регистрации собственного свечения биологических объектов для изучения взаимодействия микроорганизмов между собой и их реакции на различные внешние факторы.

Литература

Жаворонков В. И., Захаров В. Ю., Резник Е. Н., Сабашный Д. В. Методы электронной оптики для изучения результатов воздействия антропогенных факторов на биологические объекты // Теоретическая и прикладная экология № 1, 2011. С. 29–30.

Фокина А. И., Лаптев Д. С., Жаворонков В. И., Данилов Д. Н., Петраш В. В. Регистрация биофлуоресценции цианобактерий // Сб. статей науч.-практ. конференции «Высокие технологии, физиологии в медицине. СПб., 2011. С. 52–54.

Жаворонков В. И., Рясик И. О. Метод электронно-оптической регистрации сверхслабых излучений биологических объектов // Конгресс по газоразрядной визуализации биоэлектродиагностики: Тезисы докл. Международ. Науч. конгресса. СПб., 2002. С. 76–77.

Руководство по эксплуатации биофлуориметра БХЛ-07. Нижний Новгород, 2007. 35с.

Жаворонков В. И., Зыкина Н. А., Резник. Е. Н. Наблюдение флуоресценции хлорофилла с использованием электронно-оптического преобразователя // Вестник Вятского государственного педагогического университета. 2001. № 5. С. 22–23.

Русских М. Л. Фоторемедиация вод, загрязненных тяжелыми металлами, с использованием энергии высокочастотных электромагнитных излучений: Автореф. Дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2012.

Научное издание

Экология родного края:
проблемы и пути решения

Всероссийская молодёжная научно-практическая
конференция с международным участием

Книга 1

Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина, С. Г. Скугорова

Верстка: Е. М. Кардакова

Подписано к печати Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. п. л. 14,5. Тираж 500 экз. Заказ №184.



Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии ООО «Лобань», г. Киров, ул. Большевиков, 50.