



Материалы Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

ЧАСТЬ 1

Киров
2011

Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет»

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

29–30 ноября 2011 г.

ЧАСТЬ 1

Киров 2011

ББК 28.081я431

Б 63

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

Редакционная коллегия:

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н., Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.,
И. Г. Широких, профессор, д. б. н., А. И. Видякин, профессор, д. б. н.,
А. М. Слободчиков, профессор, к. х. н., Н. М. Алалыкина, доцент, к. б. н.,
Л. В. Кондакова, доцент, к. б. н., В. Ю. Охупкина, профессор, д. м. н.,
С. Ю. Огородникова, с. н. с., к. б. н., Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н., С. Г. Скугорева,
н. с., к. б. н., С. В. Пестов, н. с., к. б. н.

Б 63 Биологический мониторинг природно-техногенных систем: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2 частях. Часть 1. (г. Киров, 29–30 ноября 2011 г.). Киров: ООО «Лобань», 2011. 250 с.

ISBN 978-5-4338-0030-4

В сборник Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биологический мониторинг природно-техногенных систем» вошли материалы, отражающие современное состояние и перспективы научных исследований в области регионального экологического мониторинга, природопользования, оценки и прогнозов антропогенного воздействия на компоненты природной среды, экологической безопасности регионов.

Особое внимание уделено наиболее эффективным и информативным биологическим методам изучения состояния техногенно-нарушенных территорий. Показаны механизмы адаптации, выживания и устойчивости организмов в загрязнённой среде.

Рассматриваются некоторые проблемы экологического образования и социальной экологии.

Сборник материалов издан при поддержке
филиала «КЧХК» ОАО «ОХК «УРАЛХИМ»

ISBN 978-5-4338-0030-4

ББК 28.081я431

© Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2011

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Вятский государственный гуманитарный университет», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

Тетерюк Б. Ю. Растительность древних озер северо-востока Русской равнины	8
Михайлова К. Б. Макрофиты как индикаторы уровня трофии Псковского озера	11
Антипова А. В., Прохорова Н. В. Оценка видового разнообразия и биоэкологический анализ травостоя на постпирогенных пространствах в горном сосняке на территории Жигулевского государственного заповедника .	14
Канев В. А. Флора комплексного заказника «Синдорский» (Республика Коми, Княжпогостский район, подзона средней тайги)	17
Канев В. А., Гончарова Н. Н. Флора, растительность и современное состояние болотного заказника «Болото Коля-Нюр» (Габе-Нюр) (Республика Коми, Корткеросский район, подзона средней тайги)	22
Пересторонина О. Н., Киселева Т. М., Савиных Н. П. Гербарная коллекция кафедры биологии ВятГГУ (к созданию электронной базы)	25
Видякин А. И. Феногеография как основа междисциплинарного подхода в изучении популяционно-хорологической структуры вида лесных древесных растений (на примере сосны обыкновенной <i>Pinus sylvestris</i> L.)	28
Рябова Е. В. Ценопопуляции качима метельчатого (<i>Gypsophila paniculata</i> L.) на юго-востоке Кировской области	32
Татарников Е. В., Корчиков Е. С. Состояние ценопопуляций дремлика широколистного (<i>Orchidaceae</i>) в Красносамарском лесном массиве	35
Рогозина О. А., Валуйских О. Е. Половая структура ценопопуляций и изменчивость <i>Rubus chamaemorus</i> L. в разных природных зонах Республики Коми.....	38
Лачоха Е. П. Экологические условия возобновления <i>Quercus robur</i> L. в пойменных лесах заповедника «Нургуш»	40
Лиханова Н. В. Влияние сплошнолесосечных рубок на содержание углерода, азота и зольных элементов в ельниках средней тайги	43
Пристова Т. А. Структура и динамика надземного древесного опада в лиственных насаждениях средней тайги Республики Коми.....	46
Целищева Л. Г. Биоповреждения листьев деревьев и кустарников в заповеднике «Нургуш» и его охранный зоне	49
Ковина А. Л., Гайфутдинова А. Р. Адаптация декоративных культур к условиям городской среды на примере ириса бородатого	54
Поликарпова Н. В., Шарыгина И. О., Симонова Д. О. Опыт разработки критических нагрузок и экологических нормативов качества атмосферного воздуха для заповедника «Пасвик»	56

Кислицына А. П., Мамаева А. В. Средообразующая роль агрофитоценозов с козлятником восточным	60
Потапов А. А. Люпин желтый (<i>Lupinus luteus</i> L.) – новая зернобобовая кормовая культура в Республике Коми.....	62
Плюснина С. Н., Малышев Р. В. Образование льда в хвое и почках ели сибирской в условиях эксперимента.....	65
Антонов Г. И., Болтунова И. А. Оценка состояния почвенной биоты на участках свежих рубок в сосняках Красноярской лесостепи	67
Горбунов Р. П., Суходольская Р. А. К изучению фенотипического полиморфизма колорадского жука	71
Пестов С. В. К фауне Членистоногих-галлообразователей Республики Коми.....	73
Максимов С. А., Марущак В. Н. Мониторинг динамики численности грызущих филлофагов как метод биоиндикации лесных экосистем (на примере непарного шелкопряда).....	77
Юферев Г. И. Нашествие кузнечика-пластинокрыла в Кировской области	81
Панюкова Е. В. Перспективы исследований кровососущих комаров (<i>Diptera, Culicidae</i>) на европейском северо-востоке России	82
Рябов В. М. Новые данные по составу орнитофауны государственного природного заказника «Былина»	84
Масленникова О. В. К питанию лисицы (<i>Vulpes vulpes</i>) среднего течения р. Вятки в осенне-зимний период	87
Доронина Е. А., Шулятьева Н. А. Содержание некоторых макроэлементов в мясе и субпродуктах у самцов и самок красной лисицы	89
Ляпунов А. Н. Некоторые итоги кольцевания рукокрылых в бассейне р. Вятки.....	92
Ляпунов А. Н., Ляпунова О. Н. Новое место находки и некоторые морфометрические характеристики белопёрого пескаря (<i>Romanogobio albirinatus</i>) в бассейне р. Вятки	93
Зеленская Е. С., Кизилова Е. А., Симак Т. Г., Симак С. В. Репродуктивное состояние самок двух видов бурозубок на территории Жигулевского ГПЗ и НП «Самарская Лука»	94
Усков С. В., Бедова П. В. Размерно-возрастная структура популяции <i>Viviparus viviparus</i> L. р. Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Ола	98
Мосягина А. Р., Мосягин В. А. Создание и использование базы данных по макрочешуекрылым нижегородской области как инструмента исследования и сохранения биоразнообразия	101
Селиванова Н. П., Щанов В. М. Картографирование как способ представления данных по распределению и численности птиц в горных ландшафтах Приполярного Урала (на примере верхнего течения р. Кожым) .	103
Чернова А. М. Механизмы адаптации кубышки желтой к неблагоприятным условиям	107

СЕКЦИЯ 2

МОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Бурков Н. А. О проблемах водопользования в Кировской области.....	110
Злобина В. Л. Мониторинг в условиях техногенного загрязнения подземной гидросферы	113
Владиминова С. С., Дабах Е. В. Изучение динамики минерального азота в воде оз. Просного	117
Терентьева Е. И., Огородникова С. Ю. Содержание бора в подземных водах Кировской области	120
Дубровина Е. С., Моничев А. Я. Региональные особенности внутригодовой динамики температуры атмосферы	121
Серова Т. О. Проблемы экологического мониторинга в г. Магнитогорске	124
Безденежных М. А., Березин Г. И., Злобин С. С., Ашихмина Т. Я., Бурков Н. А. Оценка состояния атмосферного воздуха г. Кирова по снежному покрову	129
Хрусталева М. А. Биогеохимический мониторинг природно-антропогенных ландшафтов	132
Русанова Г. В., Шахтарова О. В. О перспективах сохранения уникальных почв Воркутинского района	135
Мынбаева Б. Н., Воронова Н. В. Экологическое обоснование системы биомониторинга загрязнения почв г. Алматы тяжелыми металлами.....	137
Медведева А. В., Мынбаева Б. Н. Некоторые элементы мониторинга почв г. Алматы.....	142
Киреева Н. А., Григориади А. С., Ерохина Н. И. Мониторинг растений-фиторе медиантов, произрастающих на нефтезагрязненной почве...	145
Редькина В. В. Биологическая активность первичных почв на нефелиновых песках хвостохранилищ ОАО «Апатит» (Мурманская область).....	148
Пукальчик М. А., Изосимов А. А., Якименко О. С., Терехова В. А. Экотоксикологическая оценка почвогрунта после обработки промышленными гуматами	152
Гонина Е. С. Накопление тяжелых металлов в почвах и дикорастущих растениях придорожных территорий	154
Сильных В. А., Жуйкова Т. В., Мочалова Е. С. Виталитетная структура ценопопуляций <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. с фоновых и техногенно нарушенных территорий.....	157
Торлопова Н. В., Робакидзе Е. А. Мониторинг состояния ельников в условиях загрязнения целлюлозно-бумажного производства.....	160
Трефилова Н. Я., Ачкасов А. И. Геохимические особенности зон техногенного загрязнения.....	163
Титова В. А. Государственный экологический контроль и мониторинг состояния атмосферного воздуха в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области	165

Евдокимов А. Н., Плотникова О. М., Григорович М. А. Изменение активности ферментов печени при влиянии специфических токсикантов уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ	170
Товстик Е. В., Широких И. Г., Ашихмина Т. Я. Актиномицеты лесных и луговых почв в зоне влияния объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области	173
Максимовских С. Ю. Влияние гидротермического режима 2010 г. на экотоксикологические показатели в ЗЗМ 1207 объекта УХО г. Щучье Курганской области	176
Кочурова Т. И., Панфилова И. В., Менялин С. А. Оценка качества воды р. Вятка в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия по зообентосу	180
Танайлова Е. А., Емельянова Н. В., Полухина Н. В., Козулин В. В. Оценка состояния фотосинтетических пигментов древесных растений в районе объекта УХО в Саратовской области	184
Танайлова Е. А., Козулин В. В., Емельянова Н. В., Полухина Н. В. Оценка токсичности снежного покрова в районе расположения объекта УХО в Саратовской области	187
Грищенко К. Г., Демин А. Г., Емельянова Н. В. Высшая водная растительность водоема-охладителя Балаковской АЭС как объект биомониторинга	190
Воронин М. Ю., Демин А. Г., Емельянова Н. В. Оценка экологического состояния водоема-охладителя Балаковской АЭС по некоторым показателям макрозообентоса	195
Бабкина Е. В., Хорошавина О. В. Влияние загрязнений на подземные воды в районе Кирово-Чепецкого химического комбината (ОАО «КЧХК») ...	198
Сунцова Е. С., Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я., Лемешко А. П. Необходимость организации радиоэкологического мониторинга в зоне воздействия техногенно-опасных объектов	201
Павлова Н. Н. Зависимость изменений ферментативной активности почв в районе размещения хранилища радиоактивных отходов от комплекса физико-химических факторов	203
Прошина А. Н., Журавлева Е. С., Скугорева С. Г., Адамович Т. А. Ионный состав воды поверхностных водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината	206
Ожиганова Е. А., Скугорева С. Г. Оценка химического состава снегового покрова г. Кирово-Чепецка	210
Кулябин А. Н., Скугорева С. Г., Фокина А. И. Содержание тяжелых металлов в снеговом покрове вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината	213
Адамович Т. А., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. Применение относительного вегетационного индекса для оценки состояния растительности вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината	217
Широких А. А., Пушкарёва Л. В. Накопление тяжёлых металлов базидиомами чешуйчатого трутовика в условиях города	219

Михеева М. А., Ульянова Е. В. Влияние городской среды на морфометрические показатели листового аппарата березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth.)	222
Олькова А. С., Баталова Е. В. Проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами на муниципальном уровне (на примере Оричевского района Кировской области).....	225
Дубровина Е. В. Российское законодательство в сфере платы за негативное воздействие на окружающую среду.....	227
Крюкова А. А., Скугорева С. Г. Исследование воды из родников г. Кирова	229
Сухих Г. В., Ашихмина Т. Я., Домнина Е. А. Мониторинг природных поверхностных и грунтовых вод в районе влияния Кильмезского ядомогильника	232
Сведенцова Л. Н., Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я. О проблеме аммонийного загрязнения воды р. Вятки в период весеннего половодья	234
Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Кислицына А. П., Домнина Е. А. Опыт очистки поверхностных вод, загрязненных соединениями азота	237
Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я. Научно-методическое сопровождение биологического мониторинга природно-техногенных территорий.....	239
Домнина Е. А., Менялин С. А., Ашихмина Т. Я. Оценка фонового состояния окружающей среды на территории Вятскополянского района Кировской области на границе ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики.....	244
Зяблицев В. Е., Гырдымова Ю. В., Богомолова Е. А. Системный подход к экологической оценке химических производственных процессов.....	246
Менялин С. А., Ашихмина Т. Я., Мамаева Ю. И., Домнина Е. А., Панфилова И. В. Мониторинг природных вод в районе хранения и уничтожения химического оружия	248

СЕКЦИЯ 1

ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМОВ И МЕХАНИЗМЫ ИХ АДАПТАЦИИ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ДРЕВНИХ ОЗЕР СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Б. Ю. Тетерюк

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, b_teteryuk@ibkomisc.ru

Введение. Северо-восток Русской равнины в силу особенностей своего климата и геологической истории богат различного рода водными объектами (Алисов, 1969; Атлас ..., 1997). Особое внимание привлекают озёра, являющиеся реликтами древних водоёмов, образовавшихся после отступления среднеплесточенового ледника (Svendensen et al., 2004; Лавров, Потапенко, 2005; Henriksen et al., 2008). Это позволяет рассматривать такие водоёмы как модельные объекты при выявлении закономерностей изменения состава и структуры растительного покрова водных объектов региона, вызванных изменениями ландшафтных и природно-климатических условий вдоль широтного градиента.

Цель настоящей статьи – показать ценотическую структуру растительного покрова древних водоёмов северо-востока Русской равнины и охарактеризовать закономерности её изменения на широтном градиенте.

Материал и методика выполнения работ. Обследованные озёра расположены в разных природных зонах/подзонах (Большой Харбей – южная тундра, Ямозеро – крайне северная тайга, Синдор и Донты – средняя тайга). Работы проведены в период с 1999 по 2010 гг. согласно методических разработок для гидрботанических исследований В. М. Катанской (1981). В основу анализа положено 426 полных геоботанических описаний. Классификация растительности озёр выполнена в соответствии с общими установками эколого-флористического направления (Westhoff, Maarel, 1978; Миркин, Наумова, 1998).

Результаты и их обсуждение. Растительный покров водоёмов северо-востока Русской равнины, образовавшихся после освобождения территории региона от ледникового покрова, испытывал на себе все изменения природно-климатических условий, которые происходили здесь за весь период их существования. Следует полагать, что состав и ценотическая структура растительного покрова древних озёр в полной мере соответствуют всему комплексу сложившихся здесь условий.

Принимая во внимание это обстоятельство, логично предположить, что при наличии общих черт в ценотической структуре растительного покрова каждого из озёр будет присутствовать и некое своеобразие, обусловленное различиями их широтного положения.

Анализ полученных данных свидетельствует о следующем.

Растительность древних озёр северо-востока Русской равнины представлена 33 ассоциациями и 5 сообществами из 4 классов эколого-флористической классификации (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица ценотической структуры растительного покрова озёр

Синтаксон	Озеро			
Кл. <i>Lemnetea</i> R.Tx. ex de Bolos et Masclans 1955	–	–	–	+
Асс. <i>Lemno–Spirodeletum polyrhizae</i> W. Koch 1954	–	–	–	+
Асс. <i>Ceratophylletum demersi</i> Corillion 1957	–	–	–	+
Кл. <i>Potamogetonetea</i> Klika in Klika et Novak 1941	+	+	+	+
Асс. <i>Potamogetonetum compressi</i> Tomasz. 1979	–	+	–	–
Асс. <i>Elodeo–Potamogetonetum alpini</i> (Podb. 1967) Pass. 1994	–	–	–	+
Асс. <i>Potamogetonetum praelongi</i> (Sauer 1937) Hild 1959	–	+	–	+
Асс. <i>Potamogetonetum perfoliati</i> W.Koch 1926	+	+	–	+
Асс. <i>Myriophylletum sibirici</i> Taran 1995	+	+	–	–
Асс. <i>Potamogetonetum graminei</i> (W.Koch 1926) Pass. 1964	+	–	–	–
Асс. <i>Polygono–Potamogetonetum natantis</i> Soó 1964	–	–	+	+
Асс. <i>Potamogetono–Nymphaeetum candidae</i> Hejný 1978	–	–	+	+
Асс. <i>Potamogetono–Nupharetum pumilae</i> Oberd. ex Th. Müller et Gors 1960	–	–	+	+
Асс. <i>Potamogetono–Nupharetum luteae</i> Th. Müller et Gors 1960	–	+	–	+
Асс. <i>Potamogetono–Polygonetum natantis</i> Knapp et Stoffers 1962	–	+	+	–
Асс. <i>Nupharetum spennerianaе</i> Teteryuk et Solm. 2003	–	–	+	–
Асс. <i>Lemno–Sagittarietum natantis</i> Taran et Tyurin 2005	–	+	–	–
Асс. <i>Lemno–Callitrichetum palustris</i> A.Bobrov et Chemeris 2006	+	–	–	–
Сооб. <i>Potamogeton subretusus</i>	+	–	–	–
Сооб. <i>Potamogeton frisii</i>	–	+	–	–
Сооб. <i>Sparganium hyperboreum</i>	+	–	–	–
Кл. <i>Phragmito–Magnocaricetea</i> Klika in Klika et Novak 1941	+	+	+	+
Асс. <i>Phragmitetum communis</i> Savich 1926	–	–	+	+
Асс. <i>Scolochloetum festucaceae</i> Rejewski 1977	–	–	+	+
Асс. <i>Equisetetum fluviatilis</i> Steffen 1931	+	+	+	+
Асс. <i>Scirpetum lacustris</i> Schmale 1939	–	–	+	+
Асс. <i>Colpodietum fulvi</i> Sambuk 1930	+	–	–	–
Асс. <i>Nardosmietum laevigatae</i> Klotz et Köck 1989	+	–	–	–
Асс. <i>Phalaridetum arundinaceae</i> W. Koch ex Libb. 1931	–	+	–	–
Асс. <i>Calamagrostietum purpureae</i> Taran 1995	+	+	–	–
Асс. <i>Caricetum aquatilis</i> Savich 1926	+	+	+	+
Асс. <i>Carici aquatilis–Comaretum palustris</i> Taran 1995	+	–	–	+
Асс. <i>Caricetum rostratae</i> Rübel 1912	–	+	–	+
Асс. <i>Caricetum gracilis</i> Savich 1926	–	+	+	–
Асс. <i>Eleocharitetum palustris</i> Shennikov 1919	–	–	+	–
Асс. <i>Comaretum palustre</i> Markov et al. 1955	+	+	–	+
Асс. <i>Menyanthetum trifoliatae</i> Osvald 1923	–	+	+	+
Асс. <i>Hippuridetum vulgaris</i> Pass. 1955	–	+	–	+
Асс. <i>Sagittario–Sparganietum emersi</i> R.Tx. 1953	–	+	+	+
Сооб. <i>Lythrum salicaria</i>	–	–	+	+

Синтаксон	Озеро			
Кл. <i>Littorelletea</i> Br.-Bl. et R.Tx. 1943 ex Westhoff et al. 1946	+	–	–	–
Сооб. <i>Eleocharis acicularis</i>	+	–	–	–
Итого:				
Класс	3	3	3	3
Ассоциации, включая безранговые сообщества	14	18	15	21

О том насколько сходны/различны растительные покровы озёр по составу ассоциаций можно судить по величине коэффициента их сходства (коэффициент Жаккара), который, как видно из табл. 2, имеет весьма низкие величины.

Таблица 2

Коэффициенты сходства (по Жаккару) состава ассоциаций и сообществ (К) и число общих ассоциаций и сообществ в озёрах (С)

Озеро		Бол. Харбей	Ямозеро	Синдор	Донты
		К			
Бол. Харбей	С		0.25	0.08	0.18
Ямозеро		6		0.22	0.34
Синдор		2	6		0.44
Донты		5	10	11	

В формировании различий ценотической структуры озёр немаловажную роль играет тот факт, что многие виды, входящие в состав их флор, находятся либо на границе своего распространения (как правило, северной), либо вблизи от неё. Из 34 видов-ценозообразователей для трёх северная граница ареала проходит по одному из изученных озёр (по оз. Донты – *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid, по оз. Синдор – *Scolochloa festucacea* (Willd.) Link., по оз. Ямозеро – *Isoetes setacea* Durieu и *Sagittaria natans* Pall.), ещё восемь видов находятся в непосредственной близости от границы распространения (опять же северной, кроме *Arctophila fulva* (Trin.) Anders., находящегося вблизи южной границы). Всё вышесказанное находит свое отражение в ослаблении ценотической роли доминантов и содоминантов растительных сообществ на широтном градиенте, и как следствие обуславливает различия в ценотической структуре озёр.

На широтном градиенте в направлении с севера на юг в ценофлорах озёр почти вдвое уменьшается доля видов внетропической и северной умеренной широтной групп с голарктическим долготным распространением. Увеличивается роль видов умеренной широтной группы с евразийским долготным распространением.

Состав ценофлор общих для всех четырёх озёр ассоциаций, а таковых только две – *Equisetum fluviatilis* и *Caricetum aquatilis* (таблица), не остаётся неизменным. По мере продвижения из тундровой зоны в таёжную в сообществах указанных ассоциаций уменьшается доля видов с внетропическим и плюризональным распространением. Увеличивается видовое разнообразие ценофлор от 25 видов в тундровой зоне до 40 в таёжной для асс. *Caricetum aquatilis* и, соответственно, от 5 до 39 для *Equisetum fluviatilis*. Наиболее радикальные изменения происходят в ценофлоре топянохвощёвников (*Equisetum*

fluviatilis), у которых видовой состав на указанном широтном градиенте сменяется практически полностью.

Заключение. 1. Растительность древних озёр северо-востока Русской равнины представлена 34 ассоциациями и 4 сообществами из 4 классов эколого-флористической классификации: *Lemnetea* (1 асс.), *Potamogetonetea* (13 асс., 1 сообщ.), *Phragmito–Magnocaricetea* (16 асс.), *Littorelletea* (1 сообщ.).

2. Ценотическая структура каждого из озёр при наличии общих черт, свойственных всем четырём озёрам, имеет свои особенности, отражающие зональное положение озёр и современные процессы в них протекающие.

Отмеченные особенности выражаются в следующем. По мере продвижения из таёжной зоны в тундровую наблюдается снижение ценотического разнообразия растительного покрова изученных озёр. В составе ценофлор изученных озёр возрастает доля видов с внетропическим, либо плюризональным распространением.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 10-04-01562).

Литература

- Алисов Б. П. Климат СССР. М., 1969. 128 с.
Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М., 1997. 116 с.
Катанская В. Д. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л. 1981. 187 с.
Лавров А. С., Потапенко Л. М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М., 2005. 222 с.
Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности (история и состояние основных концепций). Уфа, 1998. 413 с.
Henriksen, M., Mangerud, J., Matiouchkov, A., Murray, A. S., Paus, A. & Svendsen, J. I. Intriguing climatic shifts in a 90 kyr old lake record from northern Russia. *Boreas*. 2008. Vol. 37. P. 20–37.
Svendsen, J. I., Alexanderson, H., Astakhov, V. I., Demidov, I. & al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. *Quaternary Science Reviews*. 2004. 23. 1229–1271 p.
Westhoff V., van den Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. Ed. R.H. Whittaker. The Hague. 1978. P. 287–399.

МАКРОФИТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ УРОВНЯ ТРОФИИ ПСКОВСКОГО ОЗЕРА

К. Б. Михайлова

Псковское отделение ФГБНУ

*«Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства», kristina.pismo@yandex.ru*

Сообщества макрофитов расцениваются, в целом как ключевой индикатор экологического статуса озёр, поскольку они формируют среду обитания для многих других групп водных организмов. Макрофиты чутко реагируют на малейшие колебания химического состава воды, кислотности, температуры, прозрачности. По ним можно определить не только состояние качества воды, но и

гидроэкосистемы в целом. (Власов, Гигевич, 2002). Этот факт обуславливает их использование в системе мониторинга и контроля состояния окружающей среды.

Цель нашего исследования – изучение растительного покрова Псковского озера – южной части Чудско-Псковского водоёма и сбор базовых данных для мониторинга.

Чудско-Псковское озеро относится к водосборному бассейну Балтийского моря и состоит из трёх частей или плёсов: северной – Чудское озеро, южной – Псковское и соединяющей их – Теплое озеро. В настоящее время это трансграничный водоем, 55% акватории которого принадлежит Эстонии, 45% – России. Южная часть водоёма почти полностью располагается на территории Российской Федерации. В отличие от других плёсов Псковское озеро имеет самый высокий уровень трофии (является эвтрофным с признаками гиперэвтрофии) (Laugaste, Lessok, 2004).

Изучение флоры и растительности Псковского озера проведено в июле - августе 2008 года на 11 стационарных станциях с использованием общепринятых методов (Белавская, 1994; Катанская, 1981).

Всего в составе флоры Псковского озера выявлено 132 вида (73,3% от общего числа видов Чудско-Псковского водоёма), относящихся к 4 отделам, 41 семейству и 118 родам. Подавляющее большинство растений принадлежит к отделу покрытосеменных (*Magnoliophyta*) – 93,2%. Преобладают растения класса двудольные (56,2%).

Экологическая структура флоры Псковского озера является типичной для водоёмов европейской России. Она представлена 8 экологическими группами, которые объединены в 5 экотипов, согласно классификации В. Г. Папченкова (2003). Самой многочисленной экологической группой во флоре Псковского озера являются гигрофиты (41%), что объясняется наличием заболоченных берегов и периодическими колебаниями воды в озере. Гидрофиты или настоящие водные растения составляют 23,8% от общего числа видов. Среди них преобладает экогруппа погружённых укореняющихся растений (виды *Potamogeton*, *Myriophyllum* и др.).

Анализ синтаксономической структуры сообществ свидетельствует о большом разнообразии сообществ макрофитов Псковского озера. В основу классификации растительности положен эколого-ценотический принцип. Всего на 11 станциях выявлено 38 ассоциаций, относящихся к 26 формациям, 6 группам и 3 классам формаций.

В 70-е годы прошлого века в составе растительности Псковского озера было выявлено только 24 ассоциации (Недоспасова, 1974). Основные ценообразователи сохранились прежними: *Phragmites australis* (5 ассоциаций), *Shoenoplectus lacustris* (5), *Potamogeton perfoliatus* L. (3) В классе формаций *Aquiphytosa genuina* преобладают сообщества погруженных укореняющихся гидрофитов (4 формации). Наибольшее распространение имеет ассоциация *Potametum perfoliatus*. Чистые заросли рдеста пронзеннолистного располагаются на глубине от 0,5 до 1,8 м, образуя сплошные полосы на расстоянии от 100 до 1000 м от берега.

На более глубоких участках распространены ассоциации, образованные рдестом блестящим (*Potamogeton lucens* L.) и урутью колосистой (*Myriophyllum spicatum* L.). Последний вид в 70-е годы в южной части Чудско-Псковского озера не встречался. Нами обнаружены крупные чистые и смешанные заросли данного вида во всех частях Псковского озера (проективное покрытие 10–30%). По мнению некоторых исследователей, расширение зарослей *Myriophyllum spicatum* индицирует перевод водоемов на более высокий трофический уровень.

Также произошло изменение средней биомассы некоторых ассоциаций, вызывающих зарастание озера (табл.).

Таблица

Средняя биомасса (г/м²) некоторых ассоциаций макрофитов Псковского озера в разные годы (абсолютно сухое вещество)

Название ассоциаций	1966–1970	1988–1989	2008 (наши данные)
	Недоспасова (1974)	Судницына (1990)	
<i>Phragmitetum australis</i>	130,0	880,0	1631,9
<i>Phragmiteto- Scirpetum lacustris</i>	370,0	636,2	1216,2
<i>Scirpetum lacustris</i>	–	130,0	834,8
<i>Potametum perfoliati</i>	690,0	48,6	105,2
<i>Potametum lucentis</i>	–	167,6	110,1

Как видно из данных таблицы, прослеживается явное увеличение по годам биомассы сообществ прибрежно-водных растений (тростника и камыша). Уменьшение биомассы сообществ настоящих водных растений (видов рдестов), возможно, связано с резким уменьшением прозрачности воды в последние годы. Как отмечает В. В. Ястремский (2010), с конца 80-х годов в Чудско-Псковском озере наметилась тенденция к увеличению интенсивности «цветения» воды, вызванное массовым развитием сине – зеленых водорослей.

Степень зарастания Псковского озера явно увеличивается: 70-е годы – 5% (Недоспасова, 1974); 80-е годы – 7% (Судницына, 1990); 2008 г. – 12%. Как считают специалисты, увеличение процессов эвтрофикации водоемов всегда сопровождается расширением площади зарослей высших растений.

Таким образом, выявленные изменения в характере растительного покрова Псковского озера (увеличение биологического разнообразия, расширение площадей зарастания литорали, изменение величины продуцируемой фитомассы макрофитов) связаны с высоким уровнем трофии озера.

Поэтому структурные показатели сообществ макрофитов можно использовать для оценки трофического статуса и мониторинга водоёмов.

Литература

- Белавская А. П. Водные растения России и сопредельных государств. СПб., 1994. 64 с.
 Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л., 1981. 187 с.
 Кузьмичев А. И., Краснова А. Н. Парциальные флоры пресных водоемов европейской России // Бот. журнал. 2001. Т. 81. № 1. С. 65–72.
 Недоспасова Г. В. Высшая водная растительность Псковско-Чудского водоема // Известия ГосНИОРХа. 1974. Т. 83. С. 26–32.

Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 200 с.

Судницына Д. Н., Козырева К. Б. Современное состояние высшей водной растительности Псковско-Чудского озера // Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем. Материалы межрегиональной общественно-научной конференции с международным участием. Псков, 2005. С 236.

Щербаков А. В. Региональная флора как модельный объект для флористического анализа // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам. Гидробиотаника 2005. Рыбинск. 2006. С. 34–48.

Laugaste R. I., Lessok K. Planctonic algae and epiphyton of the littoral in Lake Peipsi, Estonia // Limnologia 34. 2004. P. 90–97.

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАВСТОЯ НА ПОСТПИРОГЕННЫХ ПРОСТРАНСТВАХ В ГОРНОМ СОСНЯКЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЖИГУЛЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

А. В. Антипова, Н. В. Прохорова
Самарский государственный университет,
anastasiya973@gmail.com

Настоящие исследования проводились в июле 2010 г. на территории Зольновского лесничества в границах Жигулевского государственного заповедника им. И. И. Спрыгина. Пробные площади для полевых исследований были заложены на высоте 248 м над уровнем моря в 35 квартале лесничества на юго-западном гребне горы. Всего было выделено 2 пробные площади размером 50х50 м, расположенные в одновозрастном горном сосняке на дерново-карбонатных почвах. Экспериментальная пробная площадь в 2008 г. пострадала от беглого низового пожара, вторая, используемая в качестве контроля, не была затронута пожаром, но полностью совпадала с экспериментальной по мезо- и микрорельефу, почвенному покрову, составу, возрасту и сомкнутости древостоя, характеру подлеска.

Анализ полученных данных показал, что на горевшей территории увеличилось видовое разнообразие травянистых растений (17 видов) по сравнению с контрольной пробной площадью (9). Это связано с тем, что лесная подстилка, препятствующая прорастанию и развитию семян трав, частично или полностью выгорела, почва обогатилась зольными элементами. Эти процессы способствуют активному проникновению и закреплению травянистых видов на горевшей пробной площади.

Для биоэкологического анализа травянистого покрова на обеих пробных площадях была использована система экоморф, предложенная в 1950 г. А. Л. Бельгардом для степной зоны (1971) и модифицированная позднее Н. М. Матвеевым для лесостепной и степной зон (2006). В ней выделяются группы видов по отношению к сообществу в целом – ценоморфы (сильванты – Sil, степанты – St, пратанты – Pr, палюданты – Pal, рудеранты – Ru); к световому режиму – гелиоморфы (гелиофиты – He, сциогелиофиты – ScHe, гелиосцио-

фиты – HeSc, сциофиты – Sc); к солевому режиму, или трофности почвы – трофоморфы (олиготрофы – OgTr, мезотрофы – MsTr, мегатрофы – MgTr); водному режиму почв – гигроморфы (ксеромезофиты – KsMs, ксерофиты – Ks, эу-ксерофиты – EKs, мезоксерофиты – MsKs, мезофиты – Ms, гигромезофиты – HgrMs, мезогигрофиты – Ms, гигрофиты – Hgr); тепловому режиму - термоморфы (олиготермы – OgT, мезотермы – MsT, мегатермы – MgT).

Использование этой модифицированной системы позволило нам установить, что доминирующую позицию на постпирогенном пространстве района исследований занимают силванты (70%) и рудеранты (12%), а в контрольном лесном фитоценозе все виды травянистых растений являются силвантами (табл.).

Таблица

Видовой состав и биоэкологическая характеристика травянистых растений на горевшей (1) и контрольной (2) пробных площадях

№	Вид	Пр. площадь	Цен-но-морфа	Тро-фо-морфа	Гигро-морфа	Гелио-морфа	Термо-морфа	Почки возобновления
1.	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	1	Sil	MsTr	Ms	Sc	MsT	Hcr
2.	<i>Carex rhizina</i> Blytt ex Lindbl.	1*	Pal	MsTr	Uhgr	He	OgT	Hcr
3.	<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub.	1*	SilRu	OgTr	Ms	ScHe	OgT	Hcr
4.	<i>Chenopodium hybridum</i> L.	1*	Ru	MsTr	MsKs	He	MsT	Th
5.	<i>Convallaria majalis</i> L.	1, 2*	Sil	MsTr	KsMs	ScHe	MsT	Cr
6.	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1*	PrRu	MsTr	MsKs	He	OgT	Cr
7.	<i>Erigeron Canadensis</i> L.	1*						
8.	<i>Lactuca serriola</i> L.	1*	Ru	MgTr	KsMs	He	MsT	Hcr
9.	<i>Laser trilobium</i> (L.) Borkh	1*	Sil	MgTr	Ms	HeSc	MsT	Hcr
10.	<i>Lathyrus pisiformis</i> L.	1*	Sil	MsTr	Ms	ScHe	MsT	Hcr
11.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	1*	Sil	MsTr	Ms	He	OgT	Hcr
12.	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	1*	Sil	MgTr	Ms	ScHe	MsT	Cr
13.	<i>Poligonatum multiflorum</i> (L.) All.	1, 2*	Sil	MgTr	HgrMs	Sc	MsT	Cr
14.	<i>Poligonatum odoratum</i> (Mill.) Druce.	1, 2*	Sil	MsTr	KsMs	Sc	MgT	Cr
15.	<i>Seseli libanotis</i> (L.) Koch	2	Sil	MsTr	KsMs	Sc	MgT	Hcr
16.	<i>Viola hirta</i> L.	1, 2*	Sil	MsTr	KsMs	Sc	MgT	Hcr
17.	<i>Viola mirabilis</i> L.	1, 2*	Sil	MsTr	HgrMs	Sc	MsT	Hcr

В сосновых лесах, особенно после пожаров, степень освещенности довольно велика, поэтому в них присутствуют светолюбивые виды (29%). Но по-

сколькx данный лесной фитоценоз не является чисто хвойным, а содержит примеси широколиственных пород, в них значительна доля сциофитов (29%). Около четверти всех видов принадлежит к сциогелиофитам (24%) и 18% приходится на гелиосциофиты. В контрольном лесном фитоценозе из-за значительной степени затенения широколиственными породами большая часть (62%) травянистых растений относится к сциофитам, четверть видов – к сциогелиофитам и 13% приходится на гелиосциофиты.

Среди трофоморф под кронами как горевшего, так и контрольного лесного массива, преобладают мезотрофы (70–87%), следующая по величине группа – мегатрофы (13–24%). Однако, в горевшем массиве доля последних больше, что может быть связано с обогащением почвы зольными элементами. На каменистых известковых обнажениях, образовавшихся на горевшей территории из-за развившейся эрозии, отмечены виды-олиготрофы (6%).

Если на контрольной пробной площади подавляющее большинство видов (62%) относится к ксеромезофитам, способным обитать при относительном дефиците влаги, то на горях доминирующую позицию занимает группа мезофитов (46 %), встречаются даже гигромезофиты (12%) и ультрагигрофиты (6%). Это свидетельствует об изменении водного режима почв на постпирогенном пространстве в сторону увеличения влажности верхних почвенных горизонтов.

На обеих пробных площадях подавляющее большинство составляют виды-мезотермы (42–49%). При этом установлено, что на горях больше видов-олиготермов (41%), чем на контрольной пробной площади (13%), а мегатермов отмечено больше на контрольной пробной площади (38%).

Особенностью пирогенных сукцессий является то, что они начинаются не «с белого листа», как на отвалах горных пород. Даже после сильных пожаров имеется некоторое количество живых почек возобновления, сохранившихся глубже термического ожога, существует также возможность экспансии семязачатков с окружающих территорий, не затронутых пожаром. Среди этой вторичной растительности особое место занимают сообщества растений, которые можно разделить условно на две группы: пирофиты, пережившие пожар (Родин, 1981; Санников, 1983; Фурьев, 1996) и эксплеренты, поселившиеся на горях после пожара (Раменский, 1981). Многочисленными исследованиями сосновых боров в других регионах была доказана значительная подверженность огню сосны обыкновенной и эволюционная роль пожаров в борах. Эта проблема детально исследована С.Н. Санниковым (1983). Но не только сосна обыкновенная приспособилась к обороту огня, совместно с ней приспособился весь комплекс эдификаторов и доминантов напочвенного покрова сосновых боров. Это так называемые пирофиты – растения, чьи почки возобновления находятся глубже 5 см (Куприянов, 1999), либо переживающие пожар в виде плодов, семян и других диаспор (Родин, 1981). Все эти виды фиксируют на гари уже в первый год после пожара. Вторая группа видов (эксплеренты) – растения, поселяющиеся на горях впервые, проникая на их территорию, как правило, извне. Это, прежде всего, собственно лесные виды, уничтоженные при пожаре, а также рудеральные растения (Куприянова, 2003).

Система жизненных форм К. Раункиера (Матвеев, 2006) достаточно хорошо характеризует приспособленность различных видов растений к перенесению неблагоприятных условий (Куприянов, 1999). Согласно этой системе, доминирующая роль как на горевшей, так и на контрольной пробных площадях, принадлежит гемикриптофитам (37–53%), у которых почки возобновления находятся на многолетних подземных органах на уровне поверхности почвы. Однако на горях их доля возрастает, поскольку это связано с заглубленным расположением почек возобновления. Доля криптофитов примерно одинакова (35–37%) на обеих пробных площадях. На горях отмечены также терофиты (6%), которые на контрольной пробной площади не выявлены, 6–13% приходится на хамефиты.

Постпирогенное осветление горевшего сосняка и обогащение его почв зольными элементами вызвало усиленную экспансию травянистых растений, увеличилось их видовое и экоморфное разнообразие, по сравнению с контрольным сосняком.

Литература

- Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.
- Куприянов А. Н., Ишутин Я. Н. Восстановление естественной растительности после пожара // Изв. АГУ. Барнаул, 1999. Спец. вып. С. 123–126.
- Куприянова А. Н., Трофимов И. Т., Заболоцкий В. И. и др. Восстановление лесных экосистем после пожаров. Кемерово: КРЭОО «ИРБИС», 2003. 262 с.
- Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учебное пособие. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. 311 с.
- Раменский Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова // Избранные работы. Л.: Наука, 1971. 334 с.
- Родин Л. Е. Пирогенный фактор и растительность аридной зоны // Ботан. журн. 1981. № 12. С. 1673–1684.
- Санников С. Н. Циклически-эрозийная-пирогенная теория естественного возобновления сосны обыкновенной // Экология. 1983. № 1. С. 3–9.
- Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. 251 с.

ФЛОРА КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «СИНДОРСКИЙ» (РЕСПУБЛИКА КОМИ, КНЯЖПОГОСТСКИЙ РАЙОН, ПОДЗОНА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ)

В. А. Канев

*Учреждение Российской академии наук Институт биологии
Коми научного центра Уральского отделения РАН, kanev@ib.komisc.ru*

В течение последних десяти лет специалисты отдела флоры и растительности Севера Института Биологии Коми НЦ УрО РАН проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Для сохранения природных условий для обитания и воспроизводства охотничье-

промысловой фауны был создан комплексный заказник «Синдорский» (площадь 11 тыс. га), который расположен в Княжпогостском районе, в подзоне средней тайги, вокруг озера Синдорское, которое является одним из крупнейших в Республике Коми. Территория покрыта сосновыми и березовыми лесами V-Va бонитета, местами со значительной примесью кедра. Распространенные типы леса: брусничники, черничники, вахтово-сфагновые, сфагновые. Большие площади заняты гарями, вырубками, верховыми болотами.

Предложен для охраны Управлением охотничье-промыслового хозяйства при СМ Коми АССР. Учрежден постановлением СМ Коми АССР от 25 января 1973 г., № 28, продлено действие постановлением 27 февраля 1979 г., № 86. Охраняется егерской службой ПО «Комипромохота» (Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми, 1993).

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции Евроазиатской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999).

В результате флористических исследований в заказнике «Синдорский» установлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 362 вида, относящихся к 207 родам и 71 семействам. Уровень видового богатства может быть оценен как средний.

К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами, относятся 18 видов (5%). Семь видов принадлежат к папоротникам – *Matteuccia struthiopteris*, *Dryopteris carthusiana*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Diplazium sibiricum*, *Phegopteris connectilis*, *Botrychium multifidum*. Шесть видов относятся к хвощам – хвощи полевой, речной, болотный, луговой, камышковый, лесной (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*). Хвощи довольно обычны и часто встречаются во всех сообществах – луговых, лесных, водных. Пять видов относятся к плауновидным – плаун сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), п. булаво-видный (*Lycopodium clavatum*), п. годичный (*L. annotinum*), плаун-баранец обыкновенный (*Huperzia selago*) и полушник щетинистый (*Isoetes setacea*).

Шесть видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными. Это пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна сибирская или кедр (*Pinus sibirica*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). *Picea obovata*, *Pinus sylvestris* являются основными эдификаторами в лесных сообществах данного заказника.

Остальные виды (344) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 109 – однодольные (представители семейств *Sparganiaceae*, *Potamogetonaceae*, *Juncaginaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Araceae*, *Lemnaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Trilliaceae*, *Convallariaceae*, *Orchidaceae*), а 235 – двудольные. Соотношение однодольных и двудольных составляет 1: 2.2.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства астровые (*Asteraceae*) с 40, мятликовые (*Poaceae*) с 35 видами, осоковые (*Cyperaceae*) с 34, лютиковые (*Ranunculaceae*) с 18, розоцветные (*Rosaceae*) с 16, гвоздичные (*Caryophyllaceae*) с 16, ивовые (*Salicaceae*) с 15 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств норичниковые (*Scrophulariaceae*) с 14, гречишные с 11 (*Polygonaceae*) и зонтичные (*Apiaceae*) с 10 видами каждое. Всего десять ведущих семейств включают 57,7% видов флоры.

Среди родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (25 видов), которые в основном произрастают в водных и болотных растительных сообществах. Второе место по численности видов занимает род *Salix* (14). Все виды этого рода принадлежат к жизненной форме древесных растений (деревья, кустарники), и произрастают на болотах (*Salix hastata*, *S. myrtilloides*), по берегам рек (*S. viminalis*, *S. triandra*), в лесах (*S. caprea*). Заметным разнообразием видов также отличаются роды *Ranunculus* (9), *Stellaria* (9), *Potamogeton* (7), *Poa* (6), *Equisetum* (6), *Eriophorum* (5), *Hieracium* (5), *Rubus* (5), *Rumex* (5), *Calamagrostis* (5), *Galium* (5), *Viola* (4), *Veronica* (4).

Наибольшее число родов содержат семейства *Asteraceae* (28) и *Poaceae* (20), далее следуют *Rosaceae* (11), *Apiaceae* (9), *Caryophyllaceae* (8), *Ranunculaceae* (8), *Scrophulariaceae* (7), *Lamiaceae* (7), *Ericaceae* (6), *Orchidaceae* (6).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится 74,3% выявленных сосудистых растений. Большинство бореальных видов являются широко распространенными. Суммарное участие во флоре северных широтных групп составило 8,3 %. Арктических видов нет. Из аркто-альпийских видов (1,7%), отмечены – мятлик альпийский (*Poa alpina*), тимофеевка альпийская (*Phleum alpinum*), ива копьевидная (*Salix hastata*), горец живородящий (*Bistorta vivipara*), манжетка Мурбека (*Alchemilla murbeckiana*), соснуря альпийская (*Saussurea alpina*). Из гипоарктических видов (6,6 %) – звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*), щучка извилистая (*Avenella flexuosa*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), осока заливная (*Carex paupercula*), очанка холодная (*Euphrasia frigida*), береза карликовая (*Betula nana*), лютик северный (*Ranunculus propinquus*).

Южные широтные группы включают неморальные, неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 5,5%. Неморальных видов во флоре два (0,6%) – звездчатка лесная и з. ланцетовидная (*Stellaria nemorum* и *S. holostea*). Неморально-бореальных больше (15 видов или 4,1%) – крушина ольховидная (*Frangula alnus*), волчье лыко обыкновенное (*Daphne mezereum*), черемуха обыкновенная (*Padus avium*), яснотка белая (*Lamium album*), скерда болотная (*Crepis paludosa*), чина весенняя (*Lathyrus vernus*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), перловник поникший (*Melissa nutans*), подмаренник вздутоплодный (*Galium physocarpum*) и др. Лесостепных видов три или 0,8 % – очанка татарская (*Euphrasia pectinata*), василек шероховатый (*Centaurea scabiosa*), василек луговой (*Centaurea jacea*). Виды с полизональным распространением составляют 11,9 % флоры. Часть из них являются сорными и произрастают на сорных местах вдоль лесных дорог, около из-

бушек на берегу озера Синдорское (мятлик однолетний – *Poa annua*, щавелек или щавель кисловатый – *Rumex acetosella*, горец вьюнковый – *Fallopia convolvulus* и др.). Другие – обитатели различных водоемов (рдест стеблеобнимающий – *Potamogeton perfoliatus*, рогоз широколистный – *Typha latifolia*, роголистник погруженный – *Ceratophyllum demersum*, ряска трехраздельная – *Lemna trisulca*).

Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (соответственно 35,6 и 40,3%). К азиатским видам (4,4%) относятся ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), ива енисейская (*Salix jensiseensis*), звездчатка Бунга (*Stellaria bungeana*), княжик сибирский (*Atragene sibirica*), костяника хмелелистная (*Rubus humilifolius*). Европейские виды – пушица широколистная (*Eriophorum latifolium*), осока черная (*Carex nigra*), крапива Сондена (*Urtica sondenii*), купальница европейская (*Trollius europaeus*), дудник лекарственный (*Angelica archangelica*) составляют 15,5%. Космополитных видов немного, 4,2%. К их числу относятся рдест Бертольда (*Potamogeton bertholdii*), болотник болотный (*Callitriche palustris*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), лужница водная (*Limosella aquatica*), тростник обыкновенный (*Phragmites australis*).

Экологические группы видов растений выделяли на основе их отношения к фактору увлажнения. Около половины видов растений флоры заказника (48,3%) относятся к мезофитам – растениям, которые произрастают в местах с достаточным, но не избыточным увлажнением (*Equisetum pratense*, *Calamagrostis obtusata*, *Carex vaginata*, *Vicia sylvatica*). Примерно столько же видов (44,5%) принадлежит к группам растений, характерных для сырых местообитаний – гигромезофитам (9,1% – *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Carex nigra*, *Rumex aquaticus*), гигрофитам (26,8% – *Scolochloa festucea*, *Sparganium minimum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Stellaria palustris*, *Viola palustris*), гидрофитам (2,8% – *Scirpus lacustris*, *Calla palustris*, *Persicaria amphibia*) и гидатофитам (5,8% – *Potamogeton obtusifolius*, *Nuphar lutea*, *Utricularia intermedia*). Это связано с большой заболоченностью и обводненностью данной территории. Растений сухих местообитаний, т.е. ксеромезофитов (*Erigeron acris*, *Ranunculus polyanthemos*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Knautia arvensis*, *Veronica officinalis*), зарегистрировано 26 видов или 7,2%. Они произрастают в основном в сосновых лесах заказника.

Главной жизненной формой являются травы, к которым относится свыше трех четвертей биоморфологического состава флоры (86,7 %). Большая часть трав – 79% – многолетние (*Trollius europaeus*, *Ranunculus repens*, *Veronica longifolia*, *Achillea millefolium*). Одно-двулетних растений (*Fallopia convolvulus*, *Melampyrum sylvaticum*, *Tripleurospermum perforatum*, *Pedicularis palustris*, *Capsella bursa-pastoris*, *Filaginella uliginosa*) почти в десять раз меньше – 7,7%. К древесной жизненной форме относятся 13,3% видов, деревьев (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*) и кустарников (*Daphne mezereum*, *Salix myrsinifolia*, *Salix phylicifolia*, *Juniperus communis*) одинаковое количество, по 5% соответственно. Большинство древесных растений формируют верхние ярусы лесных сообществ. Кустарники, особенно виды рода

ива (*Salix*), образуют монодоминантные сообщества по берегам озер и по окраинам болот. Число кустарничков и полукустарничков невелико (*Oxycoccus microcarpus*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Andromeda polifolia*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium myrtillus*), их 3,3% от общего числа видов. Некоторые из них играют существенную роль в травяно-кустарничковом ярусе лесов и болот.

Проведенный ценотический анализ флоры позволил выделить ряд основных ценотипов. Больше половины видов относится к луговому (*Trifolium pratense*, *Pimpinella saxifraga*, *Prunella vulgaris*, *Alopecurus pratensis*) и лесному (*Delphinium elatum*, *Spiraea media*, *Adoxa moschatellina*) ценотипам – 26,2 и 27,4% видов соответственно. В промежуточной лесо-луговой группе (*Calamagrostis purpurea*, *Fragaria vesca*, *Thalictrum flavum*, *Melampyrum pratense*, *Galium boreale*) число видов в несколько раз меньше, чем в каждой из двух предыдущих (8,8%). Болотный ценотип (16,3% видов) включает, кроме собственно болотных растений (*Rubus chamaemorus*, *Thyselium palustre*, *Eriophorum polycladon*, *Oxycoccus palustris*), также лугово-болотные (*Carex caespitosa*) и лесо-болотные (*Carex globularis*) виды, которые кроме болот и заболоченных лесов, произрастают на заболоченных лугах. Среди болотных видов встречаются насекомоядные растения – росянка круглолистная (*Utricularia intermedia*, *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*). Водных растений вместе с прибрежно-водными (*Potamogeton alpinus*, *Carex aquatilis*, *Nuphar lutea*, *Sparganium emersum*) – 13,8%. Доля участия (7,5%) во флоре сорных видов (*Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Galeopsis speciosa*, *Senecio vulgaris*), свидетельствует о среднем уровне антропогенного воздействия на флору.

В заказнике «Синдорский» отмечено 10 видов сосудистых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми (2009). Видов категории статуса 2 зарегистрировано пять: *Isoetes setacea*, *Pinus sibirica*, *Epipactis helleborine*, *Scolochloa festucea*, *Ranunculus lingua*. Два вида (*Nymphaea tetragona*, *Dactylorhiza traunsteineri*) относятся к редким (категория статуса 3). Три вида растений (*Gymnadenia conopsea*, *Platanthera bifolia*, *Nymphaea candida*) нуждаются в биологическом надзоре. Такие охраняемые виды как, *Isoetes setacea*, *Epipactis helleborine*, *Scolochloa festucea*, *Ranunculus lingua* в Республике Коми являются довольно редкими и представлены всего несколькими точками местобитания.

Флора высших сосудистых растений заказника «Синдорский» составляет 362 вида относящихся к 207 родам и 71 семействам. Уровень видового богатства является средним для подзоны средней тайги, флора является типично бореальной. Показатели систематической, географической, ценотической, экологической и биологической структуры являются характерными для флор подзоны средней тайги. В ценотическом анализе преобладают виды лесных и луговых сообществ, участие сорных видов относительно высоко, что свидетельствует о значительном антропогенном воздействии на данную территорию.

Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I, 190 с.
Красная Книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.
Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

**ФЛОРА, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
БОЛОТНОГО ЗАКАЗНИКА «БОЛОТО КОЛЯ-НЮР» (ГАБЕ-НЮР)
(РЕСПУБЛИКА КОМИ, КОРТКЕРОССКИЙ РАЙОН,
ПОДЗОНА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ)**

В. А. Канев, Н. Н. Гончарова
Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
kanev@ib.komisc.ru, goncharova@ib.komisc.ru

В течение последних десяти лет специалисты отдела флоры и растительности Севера Института Биологии Коми НЦ УрО РАН проводят работы, направленные на выявление фитоценотического и флористического разнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Республики Коми. Для сохранения болот в непосредственной близости от крупных населенных пунктов, например, таких как Сыктывкар, была сформирована сеть болотных заказников и памятников природы. Одним из таких является болото Коля-Нюр (Габе-Нюр; площадь его 1195 га), кадастровый номер № 443 – клюквенное и морошковое, для охраны которого создан одноименный заказник. Заказник находится в Корткеросском р-не (Корткеросское лесничество, Пезмогское участковое лесничество), на первой надпойменной террасе р. Вычегда, в 1 км на восток от с. Пезмог, в 65 км от г. Сыктывкара. Болото – переходное сосново-березово-кустарничковое сфагновое. Кочки – кустарничково-морошково-сфагновые, мочажины – пушицево-сфагновые. Торфяная залежь – переходная топяно-лесная. Встречаются также верховая и смешанная. Средняя мощность залежи 1,95 м, максимальная – 6,20 м. Биологические запасы клюквы в средний по урожайности год составляют 8 т. Вокруг болота выделена буферная зона шириной 300 м. Предложен для охраны Институтом биологии КНЦ УрО АН СССР (Р. Н. Алексеева). Утвержден постановлением СМ Коми АССР от 26 сентября 1989 г., № 193. Охраняется Корткеросским лесничеством (Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми, 1993).

Исследуемая территория находится в Кольско-Печорской подпровинции Северо-европейской таежной провинции Евроазиатской таежной области с преобладанием еловых лесов (Исаченко, Лавренко, 1980). По лесорастительному районированию исследуемая территория относится к Вычегодско-Сысольскому округу еловых, сосновых, березовых и осиновых лесов Восточно-Европейской равнинной провинции (Леса Республики Коми, 1999).

Растительность заказника. Заказник «Коля-Нюр» является олигомезотрофным сосново-кустарничково-пушицево-сфагновым болотом. Основная его часть облесена сосной (*Pinus sylvestris*) высотой до 10 м (ее средняя высота 6–

7 м). Береза (*Betula pubescens*) произрастает в основном по крайкам болота, высота березы варьирует от 2 до 6,5 м (в среднем 3,5 м). Ель (*Picea obovata*) отмечена единично, она сильно угнетена, ее высота не превышает 2,5 м. В окраинной части болота микрорельеф мелкокочковатый, небольшие повышения приурочены к стволам деревьев. По направлению к центру мелкокочковатый микрорельеф сменяется кочковатым. Кочки занимают около 30%, они небольшие (1,5 м шириной, 2,5 м длиной, высотой 30–40 см).

Растительность окраек образована сосново-кустарничково-пушицево-сфагновыми и кустарничково-осоково-сфагновыми сообществами. Микрорельеф здесь мелкокочковатый, переходящий в кочковато-топяной комплекс. Из кустарничков на всех участках доминирует хамедафна болотная (*Chamaedaphne calyculata*; ПП 20%), другие виды: карликовая береза (*Betula nana*), багульник болотный (*Ledum palustre*), подбел узколистный (*Andromeda polifolia*) и клюква болотная (*Oxycoccus palustris*) – менее обильны (общее ПП до 15%). Все кустарнички, за исключением клюквы болотной, широко распространены на более сухих участках болота, на пристволовых повышениях.

Из трав очень обильны пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) в одних сообществах, осока бутылчатая (*Carex rostrata*) – в других (ПП 30–35%). Осока малоцветковая (*Carex pauciflora*), морошка (*Rubus chamaemorus*) и росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*) менее обильны и не играют значительной роли в сложении растительного покрова (ПП до 5%). Напочвенный покров образован сфагновыми мхами (ПП 95–100%), наиболее обильны сфагнум магелланский (*Sphagnum magellanicum*), узколистный (*S. angustifolium*) и обманчивый (*S. fallax*). Бриевые мхи отмечены единично.

Пушицево (*Eriophorum vaginatum*)-сфагновые и осоково (*Carex rostrata*)-сфагновые сообщества спорадически распространены по всему болоту, однако площадь их незначительна (10–15% от площади комплекса). Напочвенный покров образован сфагнумом обманчивым (*Sphagnum fallax*).

По направлению к центру болота растительность становится более олиготрофной. Здесь хорошо выражен кочковато-топяной микрорельеф. Кочки занимают 40–45% площади комплекса, их высота 30–40 см. На них широко распространены хамедафна болотная (*Chamaedaphne calyculata*), морошка (*Rubus chamaemorus*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*), общее ПП 40–60%), в меньшей степени – багульник болотный (*Ledum palustre*), подбел (*Andromeda polifolia*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) и осока малоцветковая (*Carex pauciflora*) и росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*) и другие. Моховой покров кочек образован теми же видами сфагновых мхов, что и в предыдущих сообществах.

Около 10% кочек образованы морошкой (*Rubus chamaemorus*) и вороникой гермафродитной (*Empetrum hermaphroditum*), а напочвенный покров – сфагнумом бурым (*Sphagnum fuscum*; ПП 80–90%), сфагнумом магелланским (*S. magellanicum*) и политрихумом сжатым (*Polytrichum strictum*).

Топаи (мочажины) довольно обводнены, местами вода стоит на поверхности (ОПП 40–50%). В них произрастают осока топяная (*Carex limosa*; ПП 10–25%), местами обильны клюква болотная, пушица влагалищная. Сфагнум об-

манчивый и сфагнум большой (*Sphagnum fallax*, *S. majus*) образуют напочвенный покров топей.

Флора заказника. Флора заказника насчитывает 181 вид высших растений: при исследовании были изучены все растительные сообщества, находящиеся на территории заказника – болотные, лесные, сорные, мелиоративные каналы, лесные дороги. В непосредственной близости располагается комплексный заказник «Белоярский», флора которого насчитывает 424 вида, относящихся к 224 родам и 79 семействам (Канев, 2009). Три вида растений из семейства орхидные являются охраняемыми в РК (2009) – пальчатокоренник Траунштейнера (*Dactylorhiza traunsteineri*), любка двулистная (*Platanthera bifolia*), кокушник комариный (*Gymnadenia conopsea*). (В собственно болотных сообществах произрастают всего 36 видов растений. Из них 14 являются лекарственными и/или пищевыми (багульник, голубика, сабельник и др.), в том числе и клюква, морошка, голубика, которые на отдельных участках обильно плодоносят. Во флоре болотных сообществ отмечены следующие деревья – береза пушистая (*Betula pubescens*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*); из кустарничков – подбел узколистный (*Andromeda polifolia*), береза карликовая (*Betula nana*), кассандра болотная (*Chamaedaphne calyculata*), багульник болотный (*Ledum palustre*), клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus*), клюква болотная (*O. palustris*), черника (*Vaccinium myrtillus*), голубика (*V. uliginosum*), брусника (*V. vitis-idaea*). Травы представлены следующими видами – осока водная (*Carex aquatilis*), осока шаровидная (*C. globularis*), осока топяная (*C. limosa*), осока малоцветковая (*C. pauciflora*), осока заливная (*C. paupercula*), осока бутыльчатая (*C. rostrata*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), росянка английская (*Drosera anglica*), росянка круглолистная (*D. rotundifolia*), хвощ топяной (*Equisetum fluviatile*), пушица многоколосковая (*Eriophorum polystachion*), пушица влагалищная (*E. vaginatum*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*), морошка (*Rubus chamaemorus*), шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris* L.).

На территории заказника отмечены следующие нарушения охранного режима – бытовые отходы, тропинки, кострища. Часть заказника была осушена с целью добычи торфа и под сельскохозяйственные угодья, но в настоящее время наблюдается процесс восстановления естественной болотной растительности. В целом, болото представляет собой малонарушенную болотную систему, играющую существенную роль не только в сохранении биологического разнообразия, но и в поддержании гидрологического режима наземных и водных экосистем. Болото богато клюквой, морошкой.

Литература

Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10–20.

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. I. 190 с.

Канев В. А. Флора комплексного заказника «Белоярский» и его современное состояние (подзона средней тайги Республики Коми, Корткеросский район) // Проблемы регио-

нальной экологии в условиях устойчивого развития. Мат. всероссийской научно-практической конференции (1–2 декабря 2009 г., Киров). Киров, 2009. С. 201–205.

Красная Книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Леса Республики Коми. М.: ДИК, 1999. 322 с.

ГЕРБАРНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ КАФЕДРЫ БИОЛОГИИ ВятГГУ (К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ)

О. Н. Пересторонина, Т. М. Киселева, Н. П. Савиных
Вятский государственный гуманитарный университет,
botany@vshu.kirov.ru

Современные информационные технологии широко распространяются в научных исследованиях и преподавании биологических дисциплин. Гербарии – источники информации, часть культуры и истории; сокровище для науки и культуры в широком смысле. Электронная база данных «Гербарная коллекция» представляет собой электронную энциклопедию, содержащую сканированные гербарные образцы растений. Гербарная коллекция кафедры биологии ВятГГУ уникальна для Волго-Вятского региона и России в целом; она содержит более 10 000 образцов высших растений, начало сборов которых датировано 1850–1860 годами. Первые гербарии в Вятском крае известны с начала XIX века. Часть гербарных сборов первых коллекционеров (А. И. Вештомова, С. И. Коржинского, П. Н. Крылова, Н. А. Буша) занимает почётное место в гербарии кафедры биологии. Важно сохранить эти образцы и донести сведения о них до будущих поколений исследователей. Наличие электронной энциклопедии позволит частично выполнить эту задачу.

Электронная база данных «Гербарная коллекция» включает в себя не только собственно гербарные образцы растений флоры Кировской области в электронном формате, но и их ботанические описания. Полное ботаническое описание растения включает морфологическую характеристику, информацию об особенностях экологии и биологии вида, его распространение, в том числе на территории Кировской области, использование (в том числе, в официальной и народной медицине), существующем охраняемом статусе и мерах охраны.

На первом этапе работы составления электронной базы данных гербарной коллекции была выбрана группа высших споровых сосудистых растений.

Сосудистые споровые растения – хвощевидные, плауновидные, папоротниковидные – одни из наиболее древних растений на земле. В растительном покрове они доминировали в каменноугольный период. В настоящее время в умеренном климате данная группа представлена незначительным числом видов. На территории Кировской области выявлены 7 видов хвощевидных, 6 – плауновидных, 24 – папоротниковидных.

Научный отдел гербария кафедры биологии ВятГГУ содержит 6 видов хвощевидных. Они относятся к роду *Equisetum*. Большинство видов широко распространены на территории области, более ограничено распространение *E. hyemale*. Гербарные сборы в коллекции датируются с 1921 г. и по настоящее

время. Гербарные материалы хвощевидных начала XX века принадлежат известному краеведу А. Д. Фокину (1921, 1927 гг.), собранные во время Вятской почвенной экспедиции; И. Ф. Сележинскому (1923 г.); сотруднице кафедры ботаники Вятского педагогического института им. В. И. Ленина Н. Н. Розановой (1926 г.), произведенные во время лесной экспедиции студенческого кружка по изучению местного края. Всего научный отдел содержит 265 гербарных листов хвощей (рис. 1); часть дубликатов была передана в Академию наук. Большинство сборов было сделано в центральной части области, меньшее число сборов проводили в пограничных районах. Гербарные образцы *E. sylvaticum*, присутствующие в коллекции, собраны во всех ботанико-географических районах (Определитель растений Кировской области, 1975).

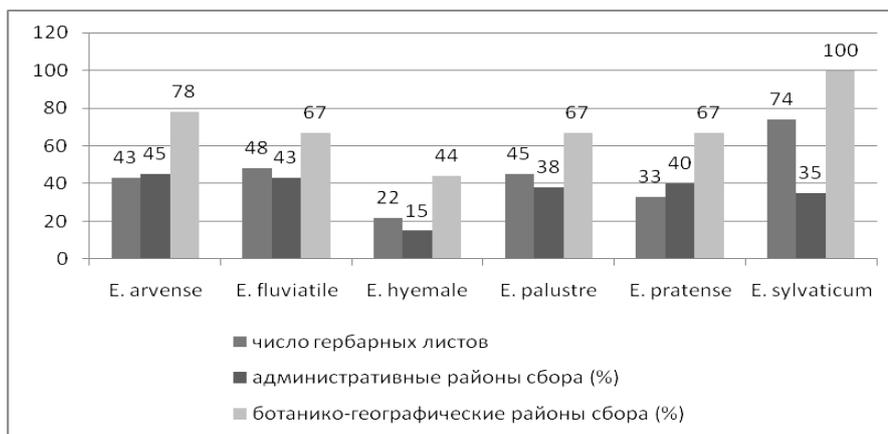
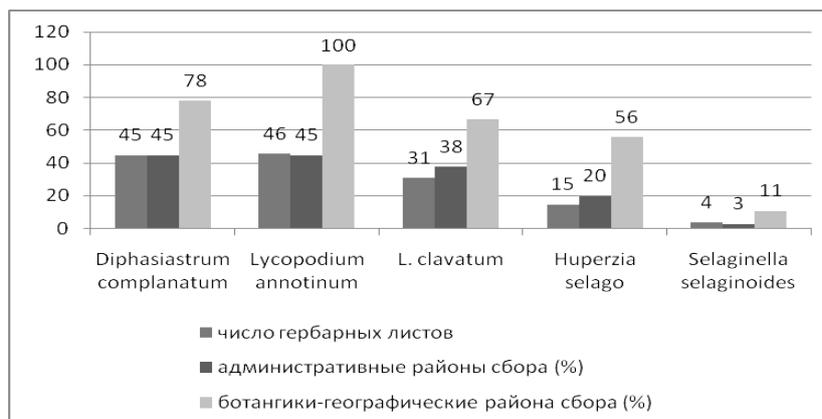


Рис. 1. Гербарные образцы хвощевидных в коллекции кафедры биологии ВятГГУ

Представители плауновидных в гербарной коллекции кафедры биологии относятся к 4 родам: *Diphasiastrum*, *Lycopodium*, *Huperzia*, *Selaginella*. Распространение *S. selaginoides* ограничено на территории области одним северо-восточным ботанико-географическим районом. *H. selago* – включен в список редких и уязвимых видов растений Красной книги Кировской области (2001). Ранние сборы плауновидных относятся к 1911 г. (А. Кардаков), 1925 г. (А. Д. Фокин), 1926 г. (Н. Н. Розанова) и др. Всего научный отдел содержит 141 гер-



барный экземпляр плауновидных (рис. 2).

Рис. 2. Гербарные образцы плауновидных в коллекции кафедры биологии ВятГГУ

В гербарной коллекции кафедры биологии среди споровых сосудистых растений по праву доминируют папоротниковидные – 425 гербарных листов, принадлежащих 20 видам (рис. 3). По числу представленных экземпляров преобладает семейство *Aspidiaceae* (рис. 4). Большинство видов папоротниковидных широко представлены в нашем крае.

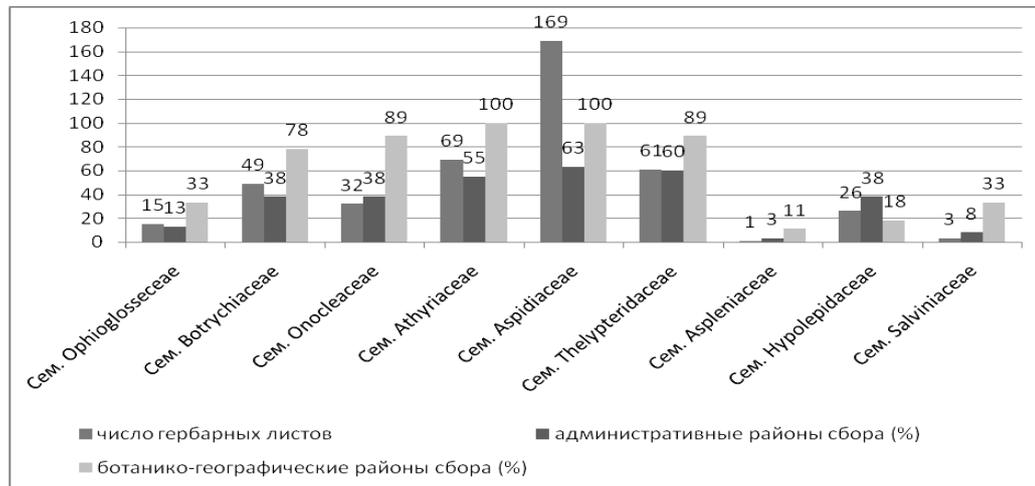


Рис. 3. Гербарные образцы папоротниковидных в коллекции кафедры биологии ВятГГУ

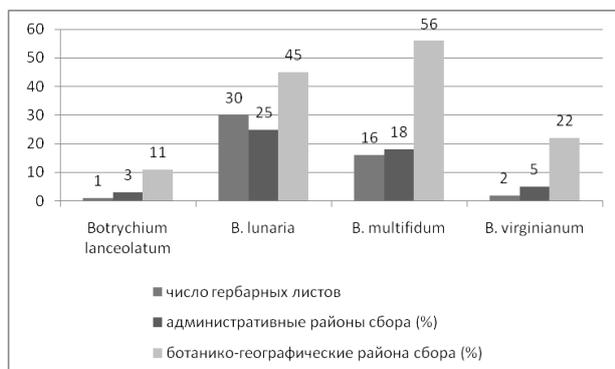
Гербарная коллекция папоротников включает сборы с 1910 г. Коллекция И. Ф. Сележинского включает сборы 1910, 1918 и 1924 гг. К исторической коллекции относится гербарий 1920 г. А. Д. Фокина, собранный во время экспедиции «Экспедиция А. Д. Фокина в Советский, Уржумский и Яранский уезды 1920 года». В коллекции присутствуют гербарные образцы папоротников собранные Л. Б. Колокольниковым во время «Вятской почвенной экспедиции» в 1927 г. В настоящее время коллекция папоротников постоянно пополняется.

Среди представителей папоротников есть 5 видов, включенных в Красную книгу Кировской области (2001): *Botrychium lanceolatum* (III категория охраны), *B. virginianum* (III категория), *Asplenium ruta-muraria* (I категория), *Gymnocarpium robertianum* (III категория), *Salvinia natans* (III категория).

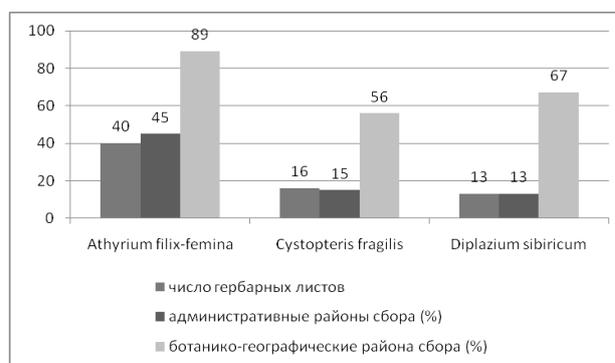
В гербарной коллекции присутствуют виды папоротников других регионов: *Asplenium septentrionale* (Северный Кавказ, 1898 г.), *Asplenium ruta-muraria* (1901 г.), *Ceterach officinarum* (г. Тифлис, 1903 г.), *Blechnum spicant* (г. Батуми, 1903 г.), *Pteris cretica* (Абхазия, 1902 г.), *Polypodium vulgare* (г. Тифлис, 1906 г.; Свердловская обл., 1962 г.).

Гербарий необходим для мониторинга флоры региона и сопредельных территорий. Электронная версия облегчит эти исследования, расширит научные контакты с коллегами сопредельных территорий, позволит распространить данный научный продукт за пределы региона.

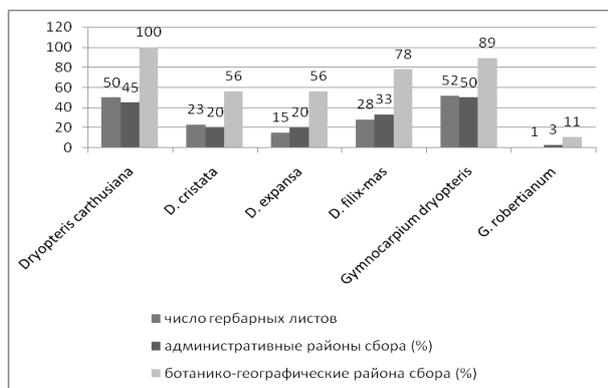
В перспективе мы планируем продолжить работу по включению других видов растений флоры Кировской области в электронную базу данных и создать «Виртуальный гербарий».



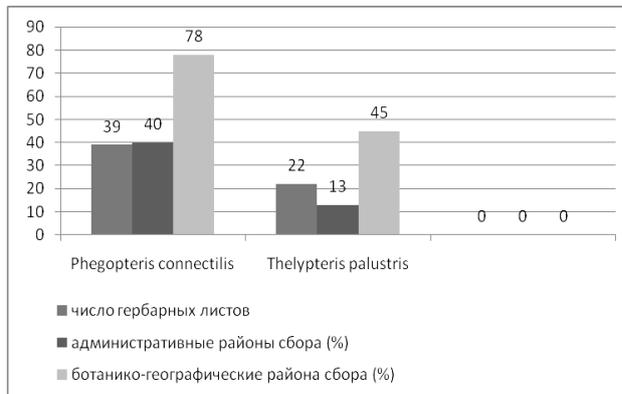
А



Б



В



Г

Рис. 4. Гербарные образцы папоротниковидных в коллекции кафедры биологии ВятГГУ: А – сем. Botrychiaceae; Б – сем. Athyriaceae; В – сем. Aspidiaceae; Г – сем. Thelypteridaceae

Работа выполнена в рамках внутривузовского гранта ВятГГУ «Составление электронной базы данных «Гербарная коллекция высших растений кафедры биологии ВятГГУ».

Литература

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

Определитель растений Кировской области. Составители: Ф. А. Александров, В. П. Клирсова и др. Киров, 1975. Т. 1. 256 с., Т. 2. 303 с.

ФЕНОГЕОГРАФИЯ КАК ОСНОВА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В ИЗУЧЕНИИ ПОПУЛЯЦИОННО-ХОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВИДА ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS* L.)

А. И. Видякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, les@aiv.kirov.ru

Кардинальной проблемой современной популяционной биологии древесных растений является изучение популяционно-хорологической структуры видов. От успешности её решения во многом зависит дальнейший прогресс в об-

ласти эволюционного учения, систематики, селекции и сохранения лесных генетических ресурсов. Карты-схемы географического расположения локальных популяций и групп популяций, полученные в результате проведения феногено-географических исследований древесных растений, являются эволюционно-генетической основой для оптимизации лесоэксплуатации на принципах неистощительного, длительного и рационального лесопользования, а также своевременного и качественного естественного лесовозобновления, обеспечивающего сохранение природного генетического разнообразия на всех уровнях структурной биохорологической организации вида.

При решении проблемы популяционно-хорологической организации основных видов-лесообразователей применяются фенотипический и генетический (преимущественно аллозимно-генетический) методы исследований. При этом доминирующее положение занимает фенотипический подход, на основе которого выполнено множество работ. В результате этих исследований у древесных растений, в том числе сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L., показана широкая клинальная изменчивость признаков, установлена географическая специфика фенотипов в различных частях ареала. Однако применяемые методы фенотипического анализа, за исключением отдельных случаев, оказались недостаточно эффективными для выявления и оценки хорологических градиентов фенотипической структуры популяций и надпопуляционных подразделений в непрерывном ареале вида (Санников, Петрова, 2003; Филиппова и др., 2006).

Молекулярно-генетические методы исследований (аллозимный и ДНК-анализ) показали слабую генетическую подразделённость популяций основных видов-лесообразователей, широкую клинальную географическую изменчивость их генофондов, иногда сочетающуюся с генетической гетерогенностью локальных популяций в пределах сравнительно небольших, но экологически неоднородных территорий (Гончаренко, Потенко, 1991; Крутовский, 1988; Политов, 2007; Семериков, 2007).

Таким образом, несмотря на определённые успехи, достигнутые за последние три – четыре десятилетия, проблема популяционно-хорологической структуры вида древесных растений остаётся нерешённой. Особенно слабо изученными и дискуссионными являются такие основополагающие аспекты её, как объём и границы локальных популяций.

Причина этого заключается, прежде всего, в несовершенстве применяемой методологии исследований. Подтверждением этого являются наши исследования, показавшие, что популяционно-хорологические методы изучения *P. sylvestris* могут быть очень результативными, если они базируются на междисциплинарном подходе, включающем одновременное применение эколого-географических, генетических, палеогеографических, фенотипических (в том числе фенетических) методов исследований (Видякин, 2004). При этом основным методом исследований является фенотипический анализ географической изменчивости генотипически жёстко детерминированных элементарных дискретных вариаций признаков и свойств особей (фенов), аллометрических индексов шишек, семян, семенных чешуй и крылышек, а также некоторых счётных признаков. В результате этих исследований, при наличии достаточно

большой плотности популяционных выборок, в исследуемой части ареала можно выделить и картировать популяционно-хорологические подразделения различных уровней структурной организации вида, включающие локальные популяции и их группы.

Все другие методы анализа проводятся на основе карт-схем популяционно-хорологической организации вида, полученных в итоге феногеографических исследований. Это означает, что отбор популяционных выборок, например, для проведения генетического анализа локальных популяций будет осуществляться упорядоченно, с учётом их феногеографической дифференциации и ареалами. При таком методическом подходе каждая локальная фенотипически выделенная популяция одновременно оценивается генетическими и экологическими методами с учётом существующей ландшафтно-географической дифференциации территории и имеющихся палеогеографических материалов.

Слабая генетическая подразделённость популяций *P. sylvestris*, отмечаемая многими исследователями, вероятно, обусловлена небольшим количеством поколений, сменившихся за время послеледникового расселения вида на территории Русской равнины. Можно предположить, что в процессе дальнейшей микроэволюции, направленной на генетическую адаптацию вида к комплексу существующих иерархически соподчинённых ландшафтно-географических условий, дифференциация популяций и их групп будет возрастать.

Поэтому все лесозэксплуатационные и лесохозяйственные мероприятия должны быть направлены на поддержание и сохранение происходящей природной микроэволюции видов лесных древесных растений. Реализация данной стратегии возможна в том случае, если будут известны современные границы начавшейся, генетически пока слабой дифференциации популяций и надпопуляционных подразделений вида (Видякин, 2011).

Это подтверждается данными, полученными нами при испытании семенного потомства двух хорологически смежных групп популяций сосны обыкновенной в опытных посадках. Первая группа популяций расположена по правобережью реки Волга на территории Чувашской республики и её левобережью на территории республик Марий Эл, Татарстан, частично Удмуртии, Нижегородской и Кировской областей, вторая занимает, в основном, надпойменные террасы рек Вятка, верхнего течения Ветлуги, Северной Двины, Печоры, левобережья Вычегды.

Суть опыта и его результаты заключаются в следующем. В 1985–1987 гг. в этих группах популяций сосны обыкновенной было заготовлено 26 образцов семян, каждый из которых представлял собой популяционную выборку с 70 деревьев. В 1988 г. в теплице из этих семян были выращены однолетние сеянцы. Весной 1989 г. сеянцы высажены на лесокультурную площадь в квартале 32 Раменского лесничества Кировского лесхоза Кировской области, характеризующуюся неблагоприятными лесорастительными условиями сосняка беломошного IV класса бонитета, в которых, как предполагалось, возможна наиболее выраженная дифференциация семенного потомства испытываемых групп популяций по выживаемости. Повторность опыта четырёхкратная. Делянки в по-

вторностях размещены рендомизированно. Каждая делянка размером 8x12м имеет 4 борозды. На делянках с размещением 3x0,8 м высажено по 80 семян.

Учёт сохранности деревьев проведён в 2010 г. в возрасте культур 22 года (табл.).

Таблица

Сохранность семенного потомства двух хорологически смежных групп популяций сосны обыкновенной в опытных культурах 22-летнего возраста, находящихся в квартале 32 Раменского лесничества Кировской области

№ опыта	Происхождение семян (республика, область, лесхоз)	Сохранность семенного потомства, оцениваемая	
		общим количеством выживших деревьев	в процентах от высаженного кол-ва семян
Первая группа популяций			
1	Чувашия, Порецкий	10	3,1
2	Чувашия, Кирский	4	1,3
3	Чувашия, Ибресинский	6	1,9
4	Чувашия, Чебоксарский**	3	1,9
5	Чувашия, Шемуршинский	16	5,0
6	Марий Эл, Звениговский**	11	6,9
7	Марий Эл, Кокшайский*	7	2,9
8	Татарстан, Мамадышский	2	0,6
9	Удмуртия, Селтинский*	8	3,3
10	Удмуртия, Можгинский*	13	5,0
11	Кировская, Яранский	18	5,6
12	Кировская, Нолинский	16	5,0
13	Кировская, Вятскополянский	24	7,5
14	Кировская, Уржумский	23	7,2
Вторая группа популяций			
15	Кировская, Шабурский	97	30,3
16	Кировская, Моломский	88	27,5
17	Кировская, Зуевский	80	25,0
18	Кировская, Кирсинский(Б)	78	24,4
19	Кировская, Фаленский	85	26,6
20	Кировская, Дубровский	91	28,4
21	Кировская, Нагорский	84	26,3
22	Коми, Летский	113	35,3
23	Архангельская, Красноборский	67	20,9
24	Пермская, Веслянский*	85	35,4
25	Вологодская, Никольский**	44	27,5
26	Костромская, Вохомский	132	41,3

Примечание: * – 3 повторности, ** – 2 повторности

Данные табл. показывают, что семенное потомство сравниваемых групп популяций по выживаемости деревьев значительно различается. За 22 года произрастания на лесокультурной площади под воздействием комплекса различных неблагоприятных факторов среды произошла почти полная гибель деревьев первой группы популяций. Выживаемость деревьев по отдельным вариантам опыта здесь составляет от 0,6 до 7,5%. Семенное потомство второй груп-

пы популяций сохранилось вполне удовлетворительно. Выживаемость деревьев по этой группе изменяется от 21 до 41%.

Выявленная дифференциация семенного потомства по выживаемости имеет важное теоретическое и практическое значение. Она показывает, что даже при очень слабой генетической дифференциации хорологически смежных фенотипически выделенных групп популяций (генетическая дистанция Нея равна 0,004) их генетическая структура отличается определённой специфичностью, обусловленной, вероятно, различной частотой аллелей некоторых локусов, определяющих выживаемость деревьев. Это даёт основание считать, что применяемая нами система методов феногеографического анализа отражает существующую природную дифференциацию генофонда вида, которую необходимо учитывать при селекции, семеноводстве, сохранении генетического фонда и разработке лесосеменного районирования вида.

Работы выполнены при поддержке гранта РФФИ (проект № 09-04-00177-а).

Литература

Видякин А. И. Популяционная структура сосны обыкновенной на востоке европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2004. 48 с.

Видякин А. И. Эволюционно-генетические и лесоводственные основы рациональной эксплуатации и восстановления лесов европейской части России // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13 (39) № 1 (4) С. 982–985.

Гончаренко Г. Г., Потенко В. В. Параметры генетической изменчивости и дифференциации в популяциях ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) // Генетика. 1991. Т. 27. № 10. С. 1759–1772.

Крутовский К. В., Политов Д. В., Алтухов Ю.П. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщ. 2. Уровни аллозимной изменчивости в природной популяции Западного Саяна // Генетика. 1988. Т. 24. № 1. С. 118–125.

Политов Д. В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых (сем. Pinaceae) Северной Евразии: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2007. 47 с.

Санников С. Н., Петрова И. В. Дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 248 с.

Семериков В. Л. Популяционная структура и молекулярная систематика видов *Larix Mill.* Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2007. 42 с.

Филиппова Т. В., Санников С. Н., Петрова И. В., Санникова Н. С. Феногеография популяций сосны обыкновенной на Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 123 с.

ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ КАЧИМА МЕТЕЛЬЧАТОГО (*GYPSOPHILA PANICULATA* L.) НА ЮГО-ВОСТОКЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. Рябова

Вятский государственный гуманитарный университет, ryapitschi@yandex.ru

В последние годы при проведении экологического мониторинга стали широко использовать популяционные методы исследования. Они включают в себя изучение ценопопуляций отдельных видов растений, слагающих растительное сообщество. Ценопопуляционный анализ позволяет наиболее полно выявить эколого-биологические особенности редких видов растений, а также на

основе этих исследований разработать систему мероприятий по их охране. Цель наших исследований – изучение состояния популяций качима метельчатого (*Gypsophila paniculata* L.) на юго-востоке Кировской области.

Gypsophila paniculata – голарктический вид, произрастающий на луговых степях, по опушкам сосновых боров, на песках и известняковых склонах. Он распространен в Средней Европе, Северной Монголии, Западном Китае, Северной Америке. В России *Gypsophila paniculata* встречается в европейской части, в Западной Сибири, на Дальнем Востоке. На территории Кировской области вид отмечен в Кильмезском, Нолинском, Вятскополянском районах (Рябова, Шаброва, 2011), известны случаи заноса в окрестности городов Котельнич и Луза. *G. paniculata* включен в IV категорию списка растений Красной книги Кировской области (2001).

Исследования популяций *G. paniculata* проводили в период с 2003 по 2010 гг. В Кильмезском и Нолинском районах данный вид произрастает на территории ландшафтных памятников природы «Бор на Лобани» и «Медведский бор», в Вятскополянском районе – на левом коренном берегу реки Вятки напротив железнодорожной станции Заструг. В работе использовали площадочные методы учета растительности (Миркин, Розенберг, 1978). Для изучения структуры ценопопуляций (ЦП) закладывали пробные учетные площадки различного размера, на которых подсчитывали количество особей, анализировали их строение с учетом морфометрических показателей. Возрастные периоды и онтогенетические состояния определяли по классификации Т. А. Работнова (1950) с последующими дополнениями А. А. Уранова (1973).

На территории памятника природы «Бор на Лобани» изучена ЦП *G. paniculata* общей площадью 500 м². Обнаруженные 24 особи произрастают на опушке сосняка беломошникового, в подлеске которого доминирует ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova).

Обнаружено 24 особи, из которых 13% – особи прегенеративного возрастного периода, 87% – генеративного. Проростки, растения ювенильного, имматурного и постгенеративного онтогенетического состояния отсутствуют. Хорошая жизненность зрелых генеративных особей, крупные размеры с большим числом генеративных побегов обусловлены благоприятными естественными условиями: песчаная почва, отсутствие мохово-лишайникового покрова, высокая освещенность.

В пятидесяти метрах от данной ЦП, на краю пожарища, близ песчаной дороги обнаружены 2 крупные генеративные особи. Диаметр кустов достигает 80 см, число генеративных побегов – 75.

В «Медведском бору», в сосняке беломошниковом брусничном общей площадью 4 км², обнаружено 17 далеко расположенных друг от друга особей *G. paniculata*. В 2001 г. на данной территории произошел пожар, в результате чего популяция *G. paniculata* была практически уничтожена. Наличие в настоящее время отдельных особей свидетельствует о восстановлении вида на данной территории. Были исследованы особи прегенеративного (24%) и генеративного (76%) возрастного периода.

В изученных ЦП *G. paniculata* на территории ландшафтных памятников природы «Бор на Лобани» и «Медведский бор» не обнаружены постгенеративные особи, что свидетельствует о длительном пребывании особей в генеративном онтогенетическом состоянии. Однако отсутствие проростков и семенного воспроизведения вида представляет серьезную угрозу для длительного существования *G. paniculata* на данных территориях.

В Вятскополянском районе обнаруженная популяция *G. paniculata* разрозненна, занимает общую площадь 6300 км², состоит из 391 особей. Она представлена 4 обособленными друг от друга ценопопуляциями.

Ценопопуляция № 1 представлена 29 цветущими и плодоносящими особями, произрастающими в функционирующем песчаном карьере на обрывах и осыпях.

Ценопопуляция № 2 состоит из 170 особей, произрастающих на зарастающем березой суходольном лугу. Большую часть растений в ней составляют особи генеративного возрастного периода (72%), оставшуюся (28%) – прегенеративного и постгенеративного возрастных периодов.

Ценопопуляция № 3 образована 60 особями, находится на опушке соснового леса в полосах минерализации, антропогенно-нарушенных территориях. В ней 65% – растения генеративного возрастного периода, 35% – прегенеративного и постгенеративного возрастных периодов.

Ценопопуляция № 4 представлена 132 растениями, занимает участок между грунтовой и железной дорогой. Большую часть растений в ней составляют особи генеративного возрастного периода – 67%, меньшую (33%) – прегенеративного и постгенеративного возрастных периодов. Особи произрастают в небольших почвенных углублениях, появившихся в результате антропогенной деятельности.

Обнаруженная популяция *G. paniculata* на территории Вятскополянского района Кировской области является достаточно устойчивой, так как преобладающими являются растения генеративного возрастного периода с хорошей жизненностью. Наличие растений прегенеративного возрастного периода свидетельствует об активном семенном размножении, но только в местах с нарушенным мохово-лишайниковым покровом или дерновым слоем почвы.

Литература

Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы. / Отв. ред. Л. Н. Добринский, Н. С. Корытин. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2001. 288 с.

Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Фитоценология: Принципы и методы. М.: Наука, 1978. 211 с.

Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер.3. Геоботаника. М., 1950. С. 7–204.

Рябова Е. В., Шаброва Е. С. Популяция *Gypsophila paniculata* L. в Вятскополянском районе Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы всероссийской научно-практической конференции молодежи 26–27 апреля 2011 г. Киров: ООО «Лобань», 2011. С. 177–178.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки, 1975. № 2. С. 7–35.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ДРЕМЛИКА ШИРОКОЛИСТНОГО (*ORCHIDACEAE*) В КРАСНОСАМАРСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ

Е. В. Татарников, Е. С. Корчиков

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет»,
evtat@samaradom.ru, evkor@inbox.ru

В настоящее время изучение редких растений переходит на новый уровень. Сегодня уже недостаточно знать присутствие вида на данной территории, его количество и жизненность. Чтобы оценить устойчивость конкретного растения во флоре исследуемой территории необходимо изучить возрастной спектр данной ценопопуляции.

Целью исследования является оценка современного состояния ценопопуляций дремлика широколистного (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) в Красносамарском лесном массиве как эталоне степных лесов Заволжья.

Ознакомившись с литературными данными по онтогенезу дремлика широколистного (Фардеева, 2004), мы выявляли в полевых условиях возрастные состояния особей каждой изученной ценопопуляции и провели учёт числа особей каждого возрастного состояния. На основании полученных данных были построены возрастные спектры для каждой ценопопуляции дремлика. Также, во всех ценопопуляциях нами было определено число особей, максимальная высота растений и оценена жизненность каждого экземпляра.

Во время полевого изучения ценопопуляций дремлика нами было выполнено общее геоботаническое описание сообществ, в котором он произрастает. Таким образом, нами были установлены типы сообществ, в которых произрастает дремлик широколистный, а также выявлены доминанты этих сообществ. Кроме того, на основании данных общего геоботанического описания сообщества мы рассчитали по фитоиндикационной методике профессора Н. М. Матвеева (2006) режим почвенного плодородия, почвенного увлажнения, световой режим и температурный режим для каждого сообщества с использованием пакета прикладных компьютерных программ Microsoft Excel 2003.

В результате оказалось, что сообщества с участием дремлика характеризуются сходными экологическими условиями. Так, сомкнутость древостоя меняется от 0,40 до 0,70; трофотоп сообществ меняется от 1,4 до 1,6; гигротоп от 2,9 до 3,4; гелиотоп от 2,8 до 3,4; механический состав почв – супесь или песок. Кроме того, повсеместно доминируют хвощ зимующий и осока заостренная. Преобладающая древесная порода – берёза.

Все возрастные спектры дремлика широколистного являются полночленными и правосторонними, что согласуется с литературными данными (Фардеева, 2004), откуда следует, что все выявленные ценопопуляции являются нормальными. В большинстве ценопопуляций максимум численности приходится на генеративное состояние, только в пятой – на виргинильное.

Ценопопуляции № 1 и № 3 имеют двувёршинный спектр. Вероятно, это связано с проявлением так называемых «волн жизни». Скорее всего, наблюда-

ется активное семенное возобновление, приводящее к омоложению ценопопуляции, начавшееся раньше в ценопопуляции № 3 по сравнению с № 1.

Оценим влияние почвенных показателей на структуру ценопопуляций у дремлика широколистного (табл. 1).

Оказалось, что кислотность почвы не влияет на структуру его ценопопуляций, так как изменение рН на 2 единицы не приводит к существенному смещению возрастного спектра. По литературным данным известно (Красная книга..., 2006), что ему требуется незначительное количество карбонатов кальция, а в указанных местообитаниях он произрастает на почвах со средним содержанием карбонатов и формирует нормальные ценопопуляции.

Таблица 1

**Характеристики почв сообществ с участием
дремлика широколистного в Красносамарском лесном массиве**

№ п/п	Кислотность почвы, ед.	Концентрация хлорид-ионов, мг/100 мл вытяжки	Концентрация сульфат-ионов, мг/100 мл вытяжки	Концентрация ионов кальция, мг/100 мл вытяжки
1	6,35	1	< 0,5	5
2	8,65	8	< 0,5	20
3	7,40	1	< 0,5	10
4	7,15	1	1	0,5
5	7,0	< 0,1	< 0,5	1

Анализируя соотношения возрастных групп по А. А. Уранову (1975) и Л. А. Животовскому (2001), можно выявить тип нормальной ценопопуляции (табл. 2).

Таблица 2

**Некоторые характеристики ценопопуляций
дремлика широколистного в Красносамарском лесном массиве**

№ п/п	Индекс возрастности (Δ)	Индекс эффективности (ω)	Средняя жизненность, ед.	Число особей, экз.	Максимальная высота, см
1	0,29	0,66	2,58	60	33
2	0,24	0,59	2,47	57	42
3	0,27	0,61	2,48	50	35
4	0,25	0,62	2,47	78	50
5	0,20	0,51	2,29	41	20

Ценопопуляции № 1, № 3 и № 4 являются нормальными зреющими (по Л. А. Животовскому), а № 2 и № 5 – нормальными молодыми. Это свидетельствует о том, что данные ценопопуляции являются устойчивыми и находятся в своём фитоценоотическом оптимуме. Все выявленные ценопопуляции, кроме № 5, имеют «нормальную» жизненность, а ценопопуляция № 5 – ослабленную. Возможно, что это связано с тем, что преобладающим в ценопопуляции виргинильным особям не достаточно влажности воздуха (влажность воздуха по отношению к открытой местности 103,92%), либо не хватает минеральных солей

(табл. 1) при минимальном уровне трофотопа 1,4. Здесь же мы отмечаем минимальную высоту и число особей (табл. 2).

На основании изученных возрастных спектров можно построить **базовый** спектр для аренных березняков степной зоны (рис.).

Таким образом, дремлик широколистный в берёзовых насаждениях на арене р. Самары Красносамарского лесного массива формирует нормальные полночленные, преимущественно зреющие, ценопопуляции с нормальной жизненностью.

Наши данные согласуются с работами других исследователей (Казанцева, 2002; Плотникова, 2007), где для ценопопуляций дремлика широколистного в иных экологических и фитоценологических условиях также были показаны правосторонние спектры с преобладанием взрослых виргинильных и генеративных особей, а также сделан вывод об устойчивости данных ценопопуляций. Это еще раз свидетельствует о высокой адаптивной способности этой удивительной орхидеи, а также о том, что дремлик широколистный способен одинаково хорошо вегетировать и плодоносить как в бореальных, так и в неморальных и лесостепных условиях.

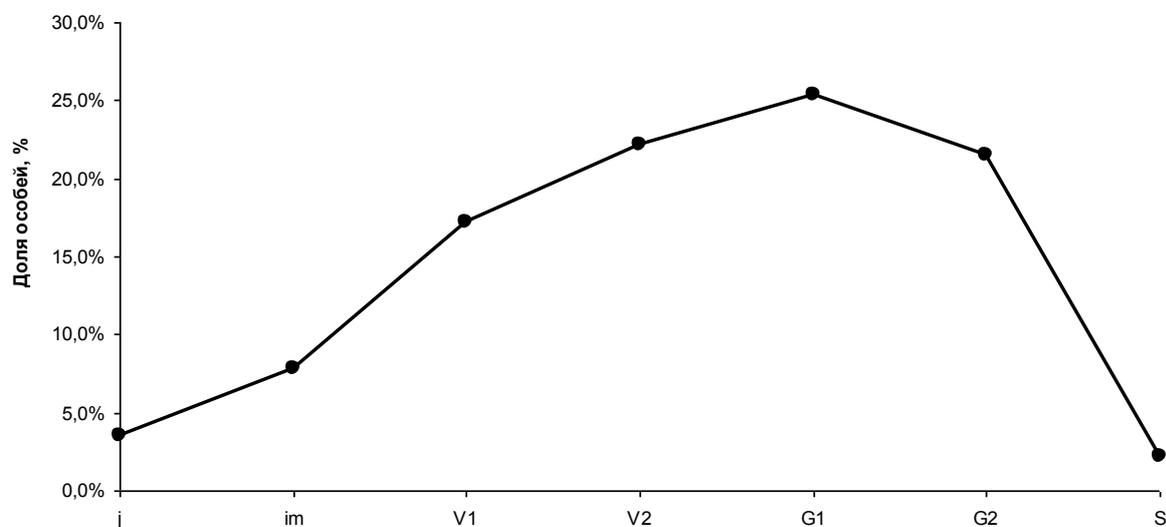


Рис. Базовый спектр дремлика широколистного для аренных березняков степной зоны

Таким образом, охраняемый на региональном уровне (Красная книга..., 2007) *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, скорее всего, является устойчивым постоянным компонентом широколиственных лесов в степной зоне при формировании влажных полуосветлённых местообитаний с невысоким уровнем почвенного плодородия.

Литература

Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология, № 1. 2001. С. 3–7.

Казанцева М. Н. Структура ценопопуляций дремлика зимовникового в черте г. Тюмени // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2002. Вып. 3. С. 52–57.

Красная книга Волгоградской области. Растения и грибы / Комитет охраны природы Администрации Волгоградской области. Волгоград, 2006. Т. 2. 236 с.

Красная книга Самарской области. Т.1. Редкие виды растений, лишайников и грибов / Под ред. Г. С. Розенберга и С. В. Саксонова. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. 372 с.

Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Самарский университет, 2006. 311 с.

Плотникова И. А. Ценопопуляции орхидных на территории комплексного заказника «Уньинский» (Республика Коми) // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Матер. I (III) Всерос. молодёжной науч.-практ. конф. ботаников в Новосибирске. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. С. 64–67.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

Фардеева М. Б. Онтогенез дремлика широколистного (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Том IV. Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. С. 169–173.

ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ *RUBUS CHAMAEMORUS* L. В РАЗНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

О. А. Rogozina¹, О. Е. Valuyskikh²

¹ Сыктывкарский государственный университет,
Институт естественных наук, chiprki@gmail.com,

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

Одним из основных ресурсных видов сосудистых растений на Севере является *Rubus chamaemorus* L. или морошка приземистая (сем. Rosaceae). Этот циркумполярный гипоарктический вид в Республике Коми находится в центральной части своего ареала, обладает широкой фитоценотической амплитудой и произрастает в разных типах местообитаний.

Цель работы – исследовать половую структуру ценопопуляций *R. chamaemorus* и проанализировать изменчивость морфометрических признаков генеративных побегов этого вида в разных зональных типах растительности на территории Республики Коми. Материал собран в 2010 г. в подзоне средней тайги на олиготрофных кустарничково-сфагновых болотах (окр. г. Сыктывкар), в лесотундре на плоских торфяных буграх и межбугорных понижениях, в ерниках (окр. г. Инта), и на участках ивняково-ерниковой и крупнобугристой тундры (окр. г. Воркута). Всего исследовано 18 ценопопуляций. При проведении исследований применяли методы популяционно-онтогенетического направления (Ценопопуляции..., 1976, 1977). В каждой ценопопуляции измеряли морфометрические признаки 30 побегов морошки: высота побега, число листьев, длина и ширина листа, длина черешка, число костянок.

Известно, что морфологические признаки растений варьируют в зависимости от эколого-фитоценотических условий произрастания и географического местоположения (Ценопопуляции..., 1976). Анализ значений признаков вегетативной сферы показал, что высота генеративного побега и размеры листьев *R.*

chamaemorus достигают наибольших показателей в заболоченном смешанном лесу и редколесье березы извилистой в лесотундре, где проективное покрытие морошки достигает 40%. Здесь особи развивают побеги высотой до 19,5 см (в среднем – 13,6 см), листья длиной – 4,5–5,2 см, шириной – 6–7,2 см. Максимальное число листьев – 2,7 отмечено в ернике. Наименьшие значения вегетативных признаков морошки отмечены на открытом безлесном участке кустарничко-сфагнового болота и на сыром замоховелом участке между торфяными буграми в лесотундре, где высота побега не превышала 4–4,3 см, длина листа составляла 2,4–2,5 см, ширина листа – 2,5–3,4 см. Анализ изменчивости признаков репродуктивной сферы показал, что число костянок достигало максимальных значений в бугристой тундре и в среднем составляло 20,7 шт.

Известно, что соотношение женских и мужских рамет в ценопопуляциях *R. chamaemorus* непостоянно и может варьировать как в разных условиях обитания, так и из года в год (Степанов, Белоусова, 1980; Korpelainen, 1994 и др.). В тундровой зоне было отмечено максимальное (в районе исследований) число женских побегов (до 82%), что в несколько раз превышало число мужских. Такое соотношение свидетельствует о благоприятности климатических или эколого-фитоценологических условий и соответствует нормальному распределению полов в популяциях *R. chamaemorus* (Белоусова, 1980). Плотность размещения побегов морошки увеличивается в тундровых ценозах (191 шт./м²). При продвижении из таежной зоны в тундровую генеративная способность ценопопуляций увеличивалась, при этом число недоразвитых плодов в лесотундре было максимальным в районе исследований (рис.).

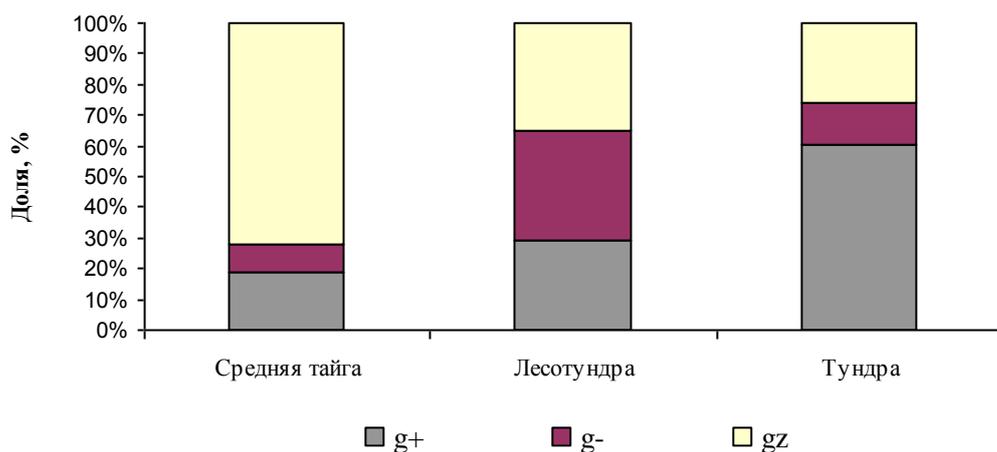


Рис. Соотношение женских побегов с хорошо развитым (g+) и недоразвитым (g-) плодом и поврежденных (gz, женских и мужских) побегов *R. chamaemorus* в разных природных зонах на территории Республики Коми

Таким образом, максимальные значения плотности побегов в ценопопуляциях *R. chamaemorus*, генеративной способности ценопопуляций (число женских побегов на единицу площади), число костянок отмечено в тундре, что обуславливает более высокую потенциальную продуктивность вида в этой подзоне.

Литература

Белоусова Л. С. Морфогенез побегов морошки приземистой // Охрана редких растений и фитоценозов: Сб. науч. трудов. М., 1980. С. 81–91.

Степанов Б. П., Белоусова Л. С. Редкие виды растений центрально-лесного государственного заповедника // Охрана редких растений и фитоценозов: сборник научных трудов М., 1980. С. 73–80.

Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура. М.: Наука, 1976. 215 с.

Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. М.: Наука, 1977. 183 с.

Korpelainen H. Sex ratios and resource among sexually reproducing plants of *Rubus chamaemorus* // Ann. of Bot., 1994. № 74. P. 627–632.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ *QUERCUS ROBUR* L. В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Е. П. Лачоха

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

Современный ареал дуба определяется сложившимися условиями рельефа, климата, почвы, растительности и тем воздействием, которое оказал и продолжает оказывать на лес человек в процессе хозяйственной деятельности.

Ареал дуба черешчатого подвижен, он находится в постоянной динамике. С одной стороны, область его распространения сокращается в результате происходящей местами смены пород, с другой – происходит расширение занимаемой площади за счет создания дубовых лесов в безлесных районах юга и юго-востока Европейской части России (степь, лесостепь, частично полупустыня).

На территории Кировской области северная граница ареала дуба черешчатого проходит по линии п. Быстри Шабалинского района – г. Орлов – г. Киров – г. Слободской. Далее, за пределами области, ареал захватывает южную часть Пермского края до Урала (Лосницкий, 1981).

Северная граница естественного распространения дуба проходит преимущественно по поймам рек, где климатические условия для него более благоприятны. Здесь линия его распространения имеет резко изломанный характер, внедряясь языками на территорию, расположенную вне границ его плакорного ареала. Факторами, лимитирующими продвижение дуба на север, помимо недостатка тепла, являются высокая кислотность, сильная оподзоленность и большая влажность почвы.

Причины предпочтения дубом долин рек заключаются в более теплом климате этих мест и более богатых почвах. Основная роль принадлежит климатическим условиям: в северных районах климат речных долин, защищенных от вторжения холодных арктических масс воздуха, теплее, здесь быстрее прогревается почва. Аллювиальные почвы в поймах рек отличаются лучшим дренажем, богатством питательных веществ и меньшей оподзоленностью.

Основными факторами формирования дубовых насаждений в пойме являются местоположение и связанные с этим величина и длительность затопления поймы весенними полыми водами – поёмность.

В Кировской области дубравы представлены двумя разнородными группами – водораздельными и пойменными. Водораздельные дубравы произрастают либо на легких дерново-подзолистых суглинках, подстилаемых двухчленными глинистыми пермскими наносами, либо на серых лесных почвах, развитых на пермских пестроцветных карбонатных глинах, или суглинках. В этих дубравах смешиваются представители европейской и сибирской тайги с представителями широколиственных лесов. В пойменных дубравах отсутствуют клен остролистный и лещина – виды, не обладающие высокой поймостойкостью (Денисов, 1987).

Пойменные дубравы поднимаются по реке Вятке до широты г. Кирова. Наиболее известны 4 крупных местопроизрастания дуба в пойме р. Вятки: в Заречном парке в черте г. Кирова, в Кирово-Чепецке на правом берегу р. Чепцы, Котельническая дубовая роща и дубняки на территории заповедника «Нургуш».

Целью настоящих исследований является изучение процесса возобновления дуба в пойменных насаждениях заповедника «Нургуш» с разной долей его участия в древостое.

В заповеднике насаждения с участием дуба располагаются по гривам центральной поймы на освещенных опушечных участках близ озер и луговых полей с минимальной продолжительностью затопления и максимальной освещенностью. Почвы аллювиальные дерновые зернистые среднегумусные глинистые и тяжелосуглинистые на современном аллювии. Почвенно-грунтовые воды располагаются на глубине 4 м (Бородина, Кантор, 2004).

Под пойменными дубняками верхний горизонт отличается обычно более темной окраской и более высоким содержанием гумуса (Гущина, 1971).

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 следов чешуй верхушечных почек (Методы..., 2003).

В ходе исследования было выявлено, что 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 кроны, 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. Увеличение кормовой базы привело к повышению плотности популяции кабанов и мышевидных грызунов.

Планируется продолжить наблюдения для определения динамики процесса возобновления дуба.

Литература

Бородина Н. В., Кантор Г. Я. Оценка биоразнообразия лесной растительности Государственного природного заповедника «Нургуш» // Вестник Института Биологии. Сыктывкар, 2004. № 10. С. 29–37.

Гущина А. М. Свойства почв пойменных дубняков среднего течения реки Вятки // Труды Кировского сельскохозяйственного института. Серия Агрономия. Т. 23. Вып. 45. Киров, 1971.

Денисов А. К. Дубравы Волго-Вятского района, их геоботанические и исторические особенности // Структура и динамика растительных сообществ Волго-Вятского региона: Межвуз. тематич. сб. науч. тр. / Горьк. гос. ун-т, 1987. 87 с.

Лосницкий К. Б. Дуб. М.: Лесная пром-сть, 1981. 101 с.

Методы изучения лесных сообществ. СПб: НИИЛХимии СПбГУ, 2002. 240 с.

Новосельцев В. Д., Бугаев В. А. Дубравы. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.

ВЛИЯНИЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБОК НА СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА, АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЕЛЬНИКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Н. В. Лиханова

Институт биологии КНЦ УрО РАН, Lihanad@yandex.ru

В настоящее время в ельниках республики Коми ежегодно заготавливается 5–6 млн. м³ древесины. В связи с этим происходят изменения в составе, структуре и продуктивности лесных сообществ (Лесное хозяйство ..., 2000). При этом практически отсутствуют материалы, характеризующие вынос углерода и элементов минерального питания при рубках главного пользования. Цель данной работы – оценка выноса углерода, азота и зольных элементов при сплошнолесосечных рубках ельников средней тайги.

Исследования проводили в подзоне средней тайги на территории Республики Коми, (62°01' с.ш., 52°28' в.д.). Согласно ОСТ 59-69-83, в 2003 г. были заложены постоянные пробные площади (ППП) в коренных ельниках черничном влажном и долгомошно-сфагновом, а также на вырубках этих ельников после сплошнолесосечной рубки с хлыстовой вывозкой древесины в зимний период. Применен трехпасечный способ разработки лесосек с сохранением подроста (Руководство ..., 2002). Площадь трелевочных волоков составляет около 10%. Проведен учет запасов фитомассы растущих деревьев в ельниках и оставленных в недорубе методом модельных деревьев (Уткин, 1975). Определена фитомасса порубочных остатков: вершин и обломков деревьев. Содержание углерода в древесных растениях вычисляли на основании данных фитомассы и концентрации углерода в отдельных ее фракциях (Бобкова, Тужилкина, 2001). Содержание азота и зольных элементов в отдельных фракциях фитомассы растений определяли на базе экоаналитической лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН, аккредитованной в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) Росстандарта России (аттестат РОСС RU,0001,511257 от 16 апреля 2009). Растительные образцы отбирались в середине кроны с 10 деревьев ели, сосны, березы. Определение концентрации азота проводилось методом газовой хроматографии на автоматическом анализаторе азота ФТФ-1500 фирмы Карло Эрба (Италия). Содержание Ca, Si, Mg, Mn определено с использованием метода зольного анализа (Поповцева, 1974) на атомно-абсорбционном спектрофотометре Hitachi 18-60 МГА-915 (Япония), а концентрация K, Na, P, Fe, Al – методом пламенной фотометрии на спектрофотометре SP-90A (Великобритания).

Древостои ельников разновозрастные (70–210 лет), разновысотные, но без ясно выраженного второго яруса, V класса бонитета (Коренные ..., 2006).

В ельнике черничном, влажном до рубки, фитомасса растущих органов древесных растений составляла 179,3 т*га⁻¹ или 85,45 т*С га⁻¹. Соотношение компонентов, образующих углерод фитомассы в древостое, следующее: на долю стволовой древесины приходится 54% ветвей – 9,5 коры стволовой – 7,2 листьев (хвои) – 8,0 корней – 21,3% от общей массы живых органов. Масса сухо-

стойных деревьев равна $1,08 \text{ т*га}^{-1}$ или $0,51 \text{ т*С га}^{-1}$. В насаждении долгомошно-сфагнового ельника фитомасса живых растущих органов древостоя составляла $181,7 \text{ т*га}^{-1}$ или $91,76 \text{ т*С га}^{-1}$. Распределение фитомассы по компонентам следующее: стволовой древесины 56,5% ветвей 9,8 коры стволовой 8,1 листьев (хвои) 8,3 корней 23,3% от общей массы древостоя. Масса сухостойных деревьев в древостое $1,2 \text{ т*га}^{-1}$ или $0,58 \text{ т*С га}^{-1}$.

В ельнике черничном влажном при сплошнолесосечной рубке количество растущих деревьев, оставленных в недорубе и семенниках, составляет 400, сухостойных – 30 экз. га^{-1} (табл.). Запасы фитомассы не срубленных деревьев равны $32,62 \text{ т*га}^{-1}$ или $15,52 \text{ т*С га}^{-1}$. Сухостойные деревья образуют массу $0,21 \text{ т*га}^{-1}$ или $0,09 \text{ т*С га}^{-1}$. Фитомасса порубочных остатков: вершин и обломков составляет $10,64 \text{ т*га}^{-1}$ или $5,08 \text{ т*С га}^{-1}$. В ельнике долгомошно-сфагновом при рубке оставлены тонкомерные деревья ели, сосны, березы и семенники в количестве 588, сухостойные – 212 экз. га^{-1} (табл.). Масса деревьев недоруба и семенников составляет $45,13 \text{ т*га}^{-1}$ или $21,59 \text{ т*С га}^{-1}$, сухостойных деревьев – $4,25 \text{ т*га}^{-1}$ или $3,75 \text{ т*С га}^{-1}$. Запасы фитомассы порубочных остатков равны $14,16 \text{ т*га}^{-1}$ или $6,76 \text{ т*С га}^{-1}$.

Таблица

Количество деревьев и запас древесины на вырубках ельников

Тип леса до рубки	Древесная порода	Недоруб, семенники		Сухостой		Подрост экз. га^{-1}
		число деревьев экз. га^{-1}	запас древесины м^3	число деревьев экз. га^{-1}	запас древесины м^3	
Черничный влажный	Ель	295	24	20	0,4	965
	Сосна	5	3	–	–	–
	Береза	100	15	10	0,7	75
	ИТОГО	400	42	30	1.1	1040
Долгомошно-сфагновый	Ель	456	26	181	15	1587
	Сосна	19	1	6	1	-
	Береза	113	10	25	3	74
	ИТОГО	588	38	212	19	1661

Анализ динамики содержания углерода в древесных растениях фитоценоза показал, что при сплошнолесосечной рубке древостоя с хлыстовой вывозкой древесины из ельника черничного влажного выносятся $37,82$, а ельника долгомошно-сфагнового – $36,49 \text{ тС га}^{-1}$, что составляет 44 и 39,5% от общего содержания углерода в древесных растениях насаждений, соответственно (рис. 1).

В старовозрастном ельнике черничном влажном азот, удерживаемый древесной растительностью, составляет 507 кг га^{-1} . Содержание его в фитомассе ели равен 353, березы – 142, сосны – 11 кг га^{-1} . В ельнике долгомошно-сфагновом до рубки в древесных растениях концентрируется 578 кг га^{-1} азота, из них в фитомассе деревьев ели сосредоточено 407, березы – 151, сосны – 20 кг га^{-1} . На вырубке ельника черничного влажного в несрубленных деревьях (недоруб, семенники) содержание азота равно 96 кг га^{-1} , в порубочных остатках вершин и обломков деревьев – 16 кг га^{-1} , а на вырубке долгомошно-сфагнового ельника – 149 и 18 кг га^{-1} , соответственно. Анализ показывает, что при сплош-

нолесосеочной рубке древостоя ельника черничного влажного вынос азота равен 144, а ельника долгомошно-сфагнового – 140 кг га⁻¹, что составляет 28,3 и 24,2% от общего содержания азота в древесных растениях насаждений, соответственно (рис. 2).

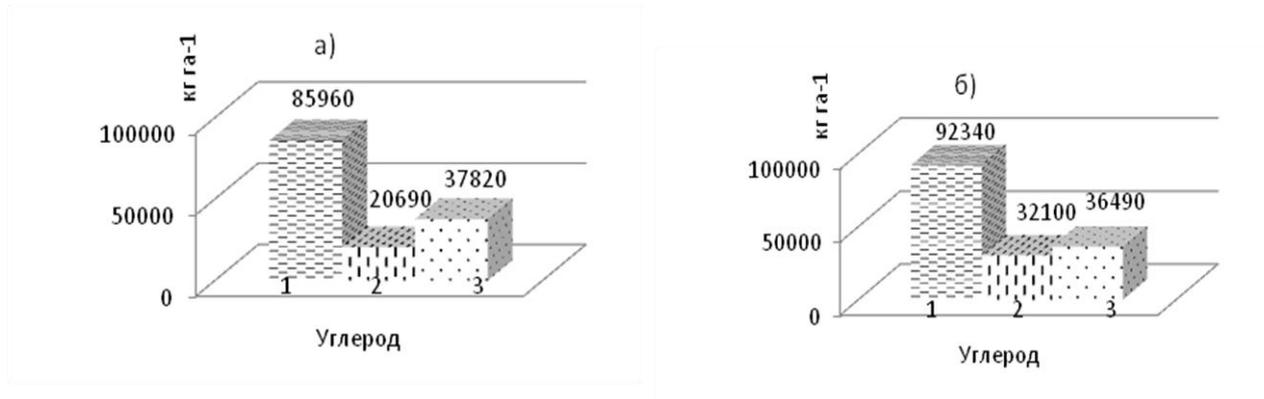


Рис. 1. Содержание углерода в фитомассе ельников черничного влажного (а), долгомошно-сфагнового (б): 1 –древостоя, 2-на вырубке, 3-в вывезенной древесине

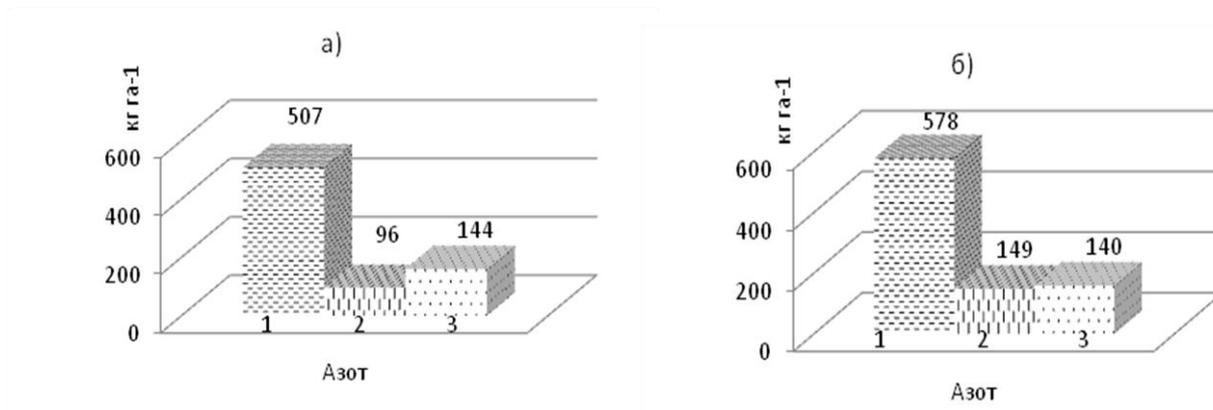


Рис. 2 . Содержание азота в фитомассе ельников черничного влажного (а), долгомошно-сфагнового (б): 1-древостоя, 2-на вырубке, 3-в вывезенной древесине

В древостоях естественно развивающегося спелого ельника черничного влажного общее количество зольных элементов составляет 900 кг га⁻¹, из них на долю ели приходится 700, березы – 177, сосны – 23 кг га⁻¹. Ряд распределения содержания зольных элементов в древесных растениях данного ельника следующий: Ca>K>Si>P>Mn>Mg>Al>Fe>Na>Cl. В насаждении долгомошно-сфагнового ельника суммарное количество зольных элементов, накопленное в древостое, равно 970 кг га⁻¹, в том числе у ели – 757, у березы – 173, у сосны – 40 кг га⁻¹. Распределение зольных элементов в фитомассе древесных растений такое же, что и в ельнике черничном влажном. На вырубке ельника черничного влажного количество зольных элементов в древесных растениях составляет 164, а ельника долгомошно-сфагнового – 228 кг га⁻¹. На долю ели приходится 116 и 135, березы – 45 и 83, сосны – 4 и 11, обломков и вершин деревьев 26 и

34 кг га⁻¹ соответственно. Ряд распределения содержания зольных элементов в древесных растениях на вырубке такое же, что и в ельниках до рубки.

Анализ динамики содержания зольных элементов в древесных растениях ельников до и после сплошнолесосечных рубок показал, что из ельника черничного влажного в процессе заготовки древесины вывозится 207 кг га⁻¹ зольных элементов, в том числе кальция 104, калия 40, кремния 18, марганца 11, фосфора 12, магния 15, алюминия 2, железа 2, натрия 1 и хлора 2 кг га⁻¹. В долгомошно-сфагновом ельнике в процессе сплошнолесосечной рубки вынос зольных элементов составил 215 кг га⁻¹, из них кальция 107, калия 39, кремния 15, магния 16, фосфора 14, марганца 12, алюминия 5, железа 2, хлора 3 и натрия 1 кг га⁻¹. Следовательно, при сплошнолесосечной рубке при хлыстовой трелевке с предварительной обработкой крон на лесосеке вывозиться в ельнике черничном влажном 22,9%, а в ельнике долгомошно-сфагновом – 22% запасов зольных элементов, накопленных в древостоях.

Литература

Бобкова К. С., Тужилкина В. В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология. 2001. № 1. С. 6.

Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции // СПб.: Наука, 2006. 337 с.

Лесное хозяйство и лесные ресурсы республики Коми // М.: Издательско-продюсерский центр «Дизайн информация. Картография», 2000. 512 с.

Поповцева А. А. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений, Сыктывкар, 1974. 83 с.

Правила рубок главного пользования в равнинных лесах европейской части. Российской Федерации // М., 1994. 32 с.

Руководство по технологии и организации лесосечных работ при сплошных и не сплошных рубках. Сыктывкар, 2002. 48 с.

Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) // Лесоведение и лесоводство. «Итоги науки и техники». М.: ВИНТИ, 1975. С. 9–189.

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА НАДЗЕМНОГО ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т. А. Пристова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, pristova@ib.komisc.ru

Исследования смешанных лиственно-хвойных насаждений проводились на постоянной пробной площади (ППП 30), заложенных согласно ОСТ 56-69-83, в Княжпогостском районе Республики Коми, в окрестностях д. Кылтово (62°19' с.ш. 50°55' в.д.). Изучение процессов поступления древесного опада проводилось в 14-летнем березово-еловом молодняке разнотравном (8Б2Е ед.С ед.Ос) и 43-летнем осиново-березовом насаждении разнотравного типа (5Ос4Б1Е ед.Пх)*. Во время рубки были оставлены недорубы ели разного возраста от 8 до

* Состав древостоя определен на основе данных перерасчетов на ППП 30, проведенных

20 лет. До рубки на месте исследуемых насаждений произрастали: 150–190-летние ельники черничный и чернично-долгомошный, с составом древостоя 8Е2Б, подроста – 10Е (по данным Кылтовского участкового лесничества ГУ РК «Железнодорожное лесничество»).

Древесный ярус лиственных насаждений сложный по составу и представлен *Betula pendula* Roth., *B. pubescens* Ehrh., *Picea obovata* Ledeb., *Salix sp.* и *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L., *Abies sibirica* Ledeb. Подлесок малоразвит и состоит из *Rosa acicularis* Lindl., *Lonicera pallasii*. В подросте доминирует *Picea obovata* Ledeb. разной высоты.

Напочвенный покров березово-елового молодняка отличается высокой мозаичностью. Общее проективное покрытие (ОПП) – 100%, в том числе трав – 30%, кустарничков – 5%, мхов – 65%. На месте трелевочных волоков в молодняке развивается моховой покров, преимущественно из сфановых мхов (проективное покрытие 80%). Среди кустарничков здесь доминируют: *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*, среди трав – злаки: *Juncus filiformis* и *Agrostis tenuis*, среди мхов: *Polytrichum commune*, *Sphagnum sp.*, *Hylocomium splendens*. Напочвенный покров осиново-березового насаждения (ОПП–80%) характеризуется менее развитым моховым покровом (20%). Доминируют травы (40%) и кустарнички (20%), преимущественно *Vaccinium myrtillus*.

Количество опада растений древесного яруса определяли 20 опадоуловителями размером 50x50 см. Опад собирали дважды: осенью, весной и разделяли на фракции: листья (хвою) ветви, кора, шишки и т. д. Собранные образцы опада высушивались до воздушно-сухого состояния, а затем до абсолютно-сухого при 105 °С (Родин, Ремезов, Базилевич, 1968).

Статистическая обработка данных проводилась на персональном компьютере. Для большинства показателей применены стандартное отклонение генеральной совокупности (S_x), стандартная ошибка (σ_x) и коэффициент вариации (V).

Количество наземного древесного опада, поступающего ежегодно на поверхность почвы в березово-еловом молодняке составляет $1289,68 \pm 73,09$ кг/га, в осиново-березовом насаждении – $2842,08 \pm 42,54$ кг/га (табл.). Значительная часть опада (84% и 87% соответственно) представлена ассимилирующими органами – листьями и хвоей. В листовом опаде молодняка доминируют листья березы – 61,3%, осиново-березового насаждения – листья березы (44,5%) и осины (26,9%). В период с октября по май на поверхность почвы березово-елового молодняка поступает 33% от среднегодового опада, доля листового опада составляет 22%, опада ветвей – 80%, семян и шишек — 95%. В этот же период в осиново-березовом насаждении поступает 21% от среднегодового опада, в том числе опад листьев и хвои составляет 4%, ветвей — 53%, семян и шишек – 95%. Следовательно, активная часть опада поступает в подстилку, в основном, с мая по октябрь, а неактивная – с октября по май.

Таблица

**Количество наземного древесного опада, поступающего за год,
за период с мая по октябрь (V – X) и с октября по май (X – V)
за 2004-2007 гг.**

Компоненты опада	Березово-еловый молодняк				Осиново-березовое насаждение			
	Среднее за 2004-2007 гг.		X-V	V-X	Среднее за 2004-2007 гг.		X-V	V- X
	кг/га	%	%	%	кг/га	%	%	%
Листья (хвоя)	1127,47±461,88	84,0	22	78	2459,70±647,78	86,5	4	96
береза	834,74±13,79	61,3	2	98	1265,40±58,26	44,5	3	97
ива	93,37±8,74	7,2	45	55	282,76±12,61	9,9	3	97
осина	12,66±1,76	1,0	0	100	763,62±24,97	26,9	1	99
рябина	86,30±17,01	6,7	5	95	76,54±3,93	2,7	1	99
ель	90,88±11,69	7,0	95	5	69,46±4,92	2,4	80	20
сосна	9,52±1,76	0,7	22	78	1,67±0,22	0,1	30	70
пихта	–		–	–	0,25±0,04	0,01	0	100
Ветки	60,01±6,95	4,7	80	20	246,33±17,55	8,7	53	47
осина	22,94±4,01	1,8	0	100	152,11±12,56	5,4	43	57
ива	4,02±0,60	0,3	90	10	22,43±1,28	0,8	5	95
ель	27,45±9,42	2,1	34	66	1,84±0,27	0,1	95	5
береза	5,60±0,82	0,4	95	5	69,95±8,15	2,5	83	17
Семена	12,49±1,55	1,0	95	5	1,36±0,30	0,05	95	5
ива	0,54±0,10	>0,01	95	5	1,33±0,07	0,05	95	5
береза	0,10±0,02	>0,01	95	5	0,03±0,01	>0,01	95	5
ель	1,63±0,24	0,1	95	5	–	–	–	–
Шишки ели	10,22±1,94	0,8	95	5	–	–	–	–
Кора березы	1,31±0,21	0,1	95	5	1,71±0,21	0,1	95	5
Труха	88,40±4,49	6,9	4	96	132,98±4,93	4,7	7	93
Всего	1289,68±73,09	100	33	67	2842,08±42,54	100	21	79

Прочерк — отсутствует данный компонент опада

С возрастом в лиственных насаждениях увеличивается масса надземного древесного опада (рис.). Так, масса надземного опада в березово-еловом насаждении за 7 лет увеличивается в 1,7 раза.

Статистическая обработка данных, полученных за 3 года исследований, показала, что наименьшая вариабельность количества опада листьев березы в обоих насаждениях низкая ($V < 5\%$), хвои – средняя ($V < 20\%$). Высокой вариабельностью характеризуется опад ветвей ели в березово-еловом насаждении и семян березы в осиново-березовом насаждении ($V > 30\%$). В целом древесный опад березово-елового молодняка более вариабелен ($V = 6\%$), чем в осиново-березовом насаждении ($V = 2\%$).

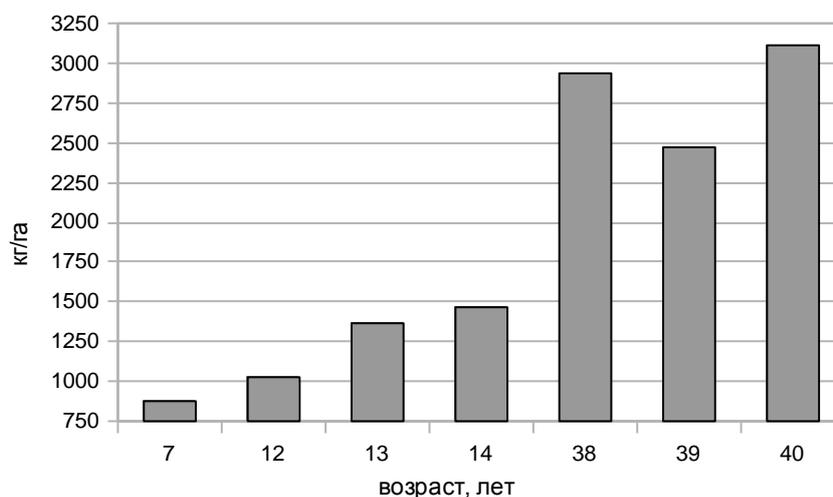


Рис. Количество наземного древесного опада в березово-еловом молодняке (7–14 лет) и осиново-березовом насаждении (38–40 лет)

Таким образом, количество опада в лиственных насаждениях с возрастом увеличивается. Особенность лиственных насаждений состоит в том, что активная часть опада поступает с древесным опадом в теплое полугодие.

БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «НУРГУШ» И ЕГО ОХРАННОЙ ЗОНЕ

Л. Г. Целищева

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

Результаты мониторинга биоповреждений листьев древесно-кустарниковых пород в условиях заповедного режима могут быть использованы в качестве эталона для сравнения, анализа и прогноза природных процессов, происходящих на сопредельных антропогенно измененных и хозяйственно используемых территориях.

Цель работы – подготовка научных материалов для создания базы данных мониторинга популяций филофагов в естественных и антропогенно нарушенных лесных экосистемах.

Материал и методика. На территории заповедника «Нургуш» и его охранной зоны в конце июля – начале августа 2011 г. выполнена оценка степени повреждений листьев 11 пород: дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.), вяза шероховатого (*Ulmus glabra* Huds.), вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), осины (*Populus tremula* L.), осокоря (*Populus nigra* L.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), черемухи (*Radus avium* Mill.), жимолости лесной (*Lonicera xylosteum* L.), бересклета бородавчатого (*Euonymus verrucosa* Scop.).

Материал собран в хвойно-широколиственных лесах заповедника в кв. 80, 101 – 103, и в охранной зоне – в кв. 80. В нижней части кроны 10 деревьев или кустарников каждого вида было отобрано методом случайной выборки по

10 листьев (по 100 листьев с каждой породы). Листья собирались на высоте 150-200 см и гербаризировались обычным способом. Сбор живых насекомых осуществляли в пробирки или морилку для дальнейшей идентификации в лабораторных условиях. Филлофагов определяли по руководствам В. И. Гусева (1984, 1989) и И. И. Журавлева и др. (1979).

Сравнение фитопатогенного состояния древесных и кустарниковых растений проводилось по доле листьев, поврежденных отдельными группами повреждений, и на основе интегрального показателя «число повреждений на лист» U_i , который является интегральной оценкой воздействия вредителей на растения:

$$U_i = \frac{\sum p_i}{N}$$

где p_i – число листьев в выборке, поврежденных i -типом повреждения,

N – общее число листьев в выборке.

Результаты. Нами были выделены 11 групп повреждений (табл. 1 и 2). Наибольшее число типов повреждений листьев отмечено на осине, черемухе и рябине (по 9), наименьшее – на вязе гладком (5) и бересклете (6). Самыми характерными группами повреждений для всех пород являются поражения листогрызущими насекомыми. Доля листьев с краевыми и дырчатыми погрызами изменялась от 3 до 51%. Активность листогрызущих насекомых в заповеднике была меньше по сравнению с охранной зоной. Листья большинства пород (за исключением осокоря) сильно поражаются сосущими насекомыми (тли, клопы), хлорозы составляют 8–39%. На листьях дуба чаще других пород встречалось скелетирование (45–46%). Листья осины сравнительно сильнее других пород повреждались минерами (41 и 81%), причем наибольшее количество мин на листьях наблюдалось в охранной зоне. Развитие микозов носило массовый характер у липы, осокоря, черемухи и березы (91–100%), ржавчина, в основном, встречалась на рябине (51%). Грибные болезни не отмечены у жимолости и вяза гладкого.

В заповеднике исследованные породы по показателю числа поражения на лист можно выстроить в следующий ряд, показывающий возрастание устойчивости к фитопатогенным организмам: липа – рябина – береза – осина – вяз шероховатый – дуб – вяз гладкий – бересклет. В охранной зоне этот ряд выглядит таким образом: осина – рябина – осокорь – береза – жимолость.

В заповеднике количество поврежденных листьев в пробах наименьшее у бересклета (60%), вяза гладкого (78%), дуба (79% и 91%), осины 92%, вяза шероховатого (95%). Листья липы, черемухи и березы были поражены полностью (на 100%). В охранной зоне 100% поврежденных листьев наблюдалось у осины, осокоря и рябины, 95% – у березы, 93% – у жимолости.

На основании сборов были определены фитофаги, повреждающие изученные деревья и кустарники. Наибольшее количество видов-филлофагов идентифицировано на осине (13 видов) и дубе (12), наименьшее количество – на вязе гладком (2), а также вязе шероховатом и бересклете (по 3). Часть видов определить не удалось из-за невидоспецифичности повреждений.

Таблица 1

Доля поврежденных листьев (в %) древесных и кустарниковых растений и «число повреждений на лист» (U_i) в заповеднике «Нургуш»

Группа повреждений	Доля поврежденных листьев (%)										
	Дуб, ПП 1*	Дуб, ПП 2**	Липа, ПП 1	Липа, ПП 5***	Осина	Вяз шерох.	Черемуха	Береза	Рябина	Вяз гладкий	Бересклет
Галлы	1		100	100	13	55	73	43		17	1
Минирование	3	2	–	2	41	1		7	47	1	13
Грубое объедание	–	–	2	–	–	4	1	–	–	–	–
Краевые погрызы	3	11	12	9	12	16	29	19	44	30	17
Скелетирование	45	46	10	–	33	–	2	11	7	–	–
Дырчатые погрызы	14	16	8	7	16	14	35	47	24	11	20
Свертывание листьев	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–
Пятнистости		3	97	100	50	9	98	95	71	–	5
Хлорозы	22	18	26	28	14	33	39	11	30	20	8
Некрозы	–	1	29	60	6	–	22	–	7	–	–
Ржавчина	–	–	–	–	1	–	1	–	51		–
Число повреждений на лист U_i	0,88	0,97	2,84	3,06	1,86	1,32	3	2,34	2,82	0,79	0,64

Примечание: *ПП 1 – пробная площадь № 1 – лес липово-дубовый клеверо-снытево-костровый; **ПП 2 – пробная площадь № 2 – лес дубовый чино-подмаренниково-снытево-клеверный; ***ПП 5 – пробная площадь № 5 – лес осиново-липовый хвощево-будрово-снытевый.

Таблица 2

Доля поврежденных листьев (в %) древесных и кустарниковых растений и «число повреждений на лист» (U_i) в охранной зоне заповедника «Нургуш»

Группа повреждений	Доля поврежденных листьев (%)				
	Осина	Береза	Рябина	Осокорь	Жимолость
Галлы	36	39	–	20	22
Мины	81	2	18	7	18
Грубое объедание	–	–	–	1	2
Краевые погрызы	36	22	18	11	30
Скелетирование	33	–	7	27	–
Дырчатые погрызы	51	14	78	29	25
Свертывание листьев	–	–	4	1	22
Пятнистости	40	91	65	100	–
Хлорозы	18	12	33	–	27
Некрозы	–	1	–	14	–
Ржавчина	–	–	20	–	–
Число повреждений на лист U_i	2,95	1,81	2,63	2,1	1,46

Дуб. На листьях дуба в период исследований были отмечены 12 видов-фитофагов, вызывающих повреждения. Среди них два вида являются возбудителями микозов: бурая пятнистость дуба (*Gloeosporium quercinum* West.), встречающаяся единично, и мучнистая роса дуба (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.), начавшая свое распространение с 1 августа 2011 г. на молодых дубах и на листьях нижних веток старых деревьев. Мины на листьях дуба образуют четыре вида; часто встречаются круглые мины дубовой одноцветной моли (*Tischeria complanella* Hb.), реже отмечаются такие минеры, как дубовая первичная моль (*Eriocrania fastuosella* L.), дубовая моль-малютка (*Nepticula atricapitella* Haw.), красноголовая моль-малютка (*N. ruficapitella* Haw.). Были собраны личинки одного вида, скелетировавшего листья, – дубового блошака (*Haltica quercetorum* Foudr.). Вероятно, скелетирование могло образоваться, и в результате питания кустарниковых улиток (*Bradybaena fruticum* (Müll.), обнаруженных в нижней части крон. Были зафиксированы единичные галлы трех видов орехотворок: яблоковидной (*Diplolepis guercus-folii* L.), устрицевидной (*Andricus ostreus* Hart.) и лепешковидной (*Neuroterus albipes* Schlecht.). Сшивание двух листьев паутинками выполняли личинки серпокрылой дубовой листовертки (*Ancylys mitterbacheriana* Schiff.).

Липа. На листьях липы были выявлены 6 видов-фитофагов. Кроме того, отмечены некрозы по краю листа от заморозков в начале июня. Все листья были поражены черно-бурой пятнистостью липы (*Cercospora microsora* Sacc.). Наиболее часто встречались галлы липового жилкового (*Eriophyes tiliae* var. *nervalis* Nal.) и липового войлочного клещика (*E. tiliae* var. *liosoma* Nal.), реже липового краевого клещика (*E. tetratrichus* Nal.), единично – липового рожковидного клещика (*E. tiliae* var. *rudis* Nal.) и липовой краевой галлицы (*Dasyneura tiliamvolvans* Rüb.). Скелетировали листья личинки липового пилильщика (*Caliroa annulipes* Klug.).

Вяз. На вязе шероховатом были определены 3 вида-фитофагов: это бурая пятнистость вяза (*Cylindrosporium ulmi* (Fr.) Vassil.), многочисленные галлы вязового мешетчатого клещика (*Eriophyes brevipunctatus* Nal.) и единичные галлы вязово-осоковой тли (*Colopha compressa* Koch.). На вязе гладком были встречены единичные галлы вязового мешетчатого клещика и ильмового бородавчатого клещика (*E. ulmicola* Nal.).

Осина. На листьях осины было обнаружено 13 видов. Микозом – светлосерой пятнистостью (*Septoria populi* Desw.) – было поражено около половины листьев. В 2011 г. наблюдалось массовое повреждение листьев минерами: осиновой молью-пестрянкой (*Lithocolletis tremulae* L.) и единично осиновым минирующим пилильщиком (*Phyllotoma jchropoda* Kl.). Скелетировали листья личинки осинового листоеда (*Melasoma tremulae* F.). Из галлообразователей наиболее часто отмечался осиновый бугорчатый клещик (*Phyllocoptes populi* (Nal.), единично встречались другие виды: осиновый бородавчатый клещик (*Eriophyes diversipunctatus* Nal.), осиновый непарный клещ (*Aceria dispar* (Nal.), осиновая черешковая галлица (*Syndiplosis petiole* Kieff.), осиновая красная галлица (*Harmandiola tremulae* (Winn.), осиновая двусторонняя галлица (*Harman-*

dia cavernosa Rubs.). Отмечено свертывание листьев осиновым трубковертом (*Bysticus populi* L.).

Осокорь. Определено 7 видов-фитофагов осокоря. Микозы были вызваны, как и у осины, светло-серой пятнистостью (*S. populi*). Обнаружено три вида галлообразователей – широкая спиральная тополевая тля (*Pemphigus protospirae* Licht.); тополево-сушеницевая тля (*Pemphigus filaginis* Boyer de Fonse), осиновый бугорчатый клещик (*Phyllocoptes populi* (Nal.); три вида минеров: тополевая моль-пестрянка (*Lithocolletes comparella* Z.), тополевая моль-пестрянка разрисованная (*L. popolifoliella* Z.) и осиновая минирующая мушка (*Phytogramiza tridentata* Lw.).

Береза. На листьях выявлено 6 видов-фитофагов. Возбудителями микозов были два вида, из них наиболее массовые поражения вызывались черной пятнистостью (*Dothidella betulina* (Fr.) Winter), единичные – оливковой пятнистостью (*Gloeosporium betulinum* West.). зарегистрировано два вида галообразователей: березовый войлочный клещик (*Eriophyes rudis* Can.) и березовый мешчатый клещик (*E. rudis longisetosus* Nal.). Из сосущих насекомых, приводящих к образованию хлорозов, отмечены березовая разноцветная тля (*Glyphina betulae* (L.) и испещренный щитник (*Elasmotethus interstinctus* L.), свертывание листьев вызывал березовый черный трубковерт (*Deporaus betulae* L.)

Рябина. На листьях обнаружены 5 видов. Из фитопатогенных грибов часто встречалась ржавчина (*Gymnosporangium cornutum* (Arthur ex F. Kern). Дырчатые погрызы были образованы в результате деятельности черемухового листопада (*Phytodecta quinquepunctata* Fabr.), мины – рябиновой моли-малютки (*Nepticula aucupariae* Frey); хлорозы – рябиновой тли (*Dentatus sorbi* Kalt.), галлы – рябинового войлочного клещика (*Eriophyes goniothorax* Nal. var. *sorbeum* Nal.). Наиболее сильные повреждения листьев рябины (дырчатые погрызы) наблюдались в охранной зоне.

Черемуха. Определены 6 видов-фитофагов, из них микозы вызывают три вида: пятнистость *Cylindrosporium padi* Karst., ржавчина *Thecopsora strobilina* (Alb. et Schw.) Savul. и *Monilia linhartiana* Sacc. Последний вид, монилия, ведет к наиболее серьезным повреждениям листьев, поражая их в конце июля, приводит к усыханию, сворачиванию и опаданию в первой декаде августа. Дырчатые погрызы, как и у рябины, выедает черемуховый листопад (*P. quinquepunctata* Fabr.). Галлы образует черемуховый галловый клещик (*E. padi* Nal.), хлорозы – черемуховая тля (*Rhopalosiphum padi* L.).

Жимолость. Обнаружены 5 видов-фитофагов, из них два вида галлообразователей – жимолостевая листовая галлица (*Dasyneura periclymeni* Rübbs.) и жимолостный клещик (*Eriophyes xylostei* Can.), два вида минеров – жимолостная моль-пестрянка (*Lithocolletis emberizaepenella* Buch.) и жимолостная мушка (*Phytogramiza xylostei* R.D.), а также вызывающая свертывание листьев и хлорозы – верхушечная жимолостная тля (*Semiaphis tataricae* Aizenb.)

Бересклет. Повреждения листьев единичны. Определены 3 вида филофагов: галлообразователь – бересклетовый галловый клещ (*Eriophyes psilonotus* Nal.), минер – минирующая златка (*Trachus minuta* L.) и вызывающая хлорозы бересклетовая тля (*Aphis evonymi* F.).

В дальнейшем база данных филлофагов будет расширена как за счет изучения биоповреждений других деревьев и кустарников и дополнения списка видов фитофагов исследованных пород, так и за счет включения материалов о других экологических группах вредителей древесно-кустарниковых пород.

Литература

Белова Н. К., Белов Д. А. Видовой состав членистоногих фитофагов в насаждениях Москвы // Лесной вестник. М.: МГУЛ, 1999. № 2. С. 151–165.

Гусев В. И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М.: Лесная пром-ть, 1984. 472 с.

Гусев В. И. Определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве. М.: Агропромиздат, 1989. 208 с.

Журавлев И. И., Селиванова Т. Н., Черемисинов Н. А. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. М.: Лесная пром-ть, 1979. 247 с.

АДАПТАЦИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КУЛЬТУР К УСЛОВИЯМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ИРИСА БОРОДАТОГО

А. Л. Ковина, А. Р. Гайфутдинова

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

В последнее время значительно возрос интерес к декоративному оформлению городских территорий. Люди хотят жить в красоте, в том числе и в городе. Но в городских условиях растениям сложнее выжить, так как воздух, почва, вода здесь более загрязненные, высокая загазованность. Бесспорно, существуют растения, способные произрастать в любых условиях, но список их невелик и, как правило, они не обладают высокой декоративностью.

Рассмотрим возможность адаптации декоративных растений к условиям городской среды на примере ириса бородатого (*Iris germanica*). Эксперимент проводился с 2008 г. на участке, прилегающем к корпусу «А» ВГСХА.

Ирисы никого не оставляют равнодушными. Их трудно не заметить в цветнике. Во время цветения они не сливаются с общей массой цветов, а всегда индивидуальны. Впечатляет и разнообразие ирисов. Каким бы ни был участок — светлым или слегка затененным, сухим или влажным, с кислыми или щелочными почвами — всегда найдутся ирисы, которые его украсят. Выведено множество разнообразных сортов, которые легко впишутся практически в любой цветник, придадут ему особое изящество, шик (Ткаченко, Рейнвальд, 2004). Поэтому, ирисы используются практически во всех видах ландшафтного оформления: на каменистой горке и в водоеме, в миксбордере и в модульном цветнике. Цветущие ирисы дополняют композицию цветущего балкона (Васильева, 2005; Степанова, 2003).

Ирис является теплолюбивой культурой. Кроме этого, растения светолюбивые, любят открытые солнечные участки.

В северной и средней полосе России ирисы не выносят затенения, на юге могут мириться с частичным затенением (Степанова, 2003).

Растения предпочитают почвы легкие, нейтральные, не перенасыщенные органическими удобрениями и без свежего навоза (Грайнер, Вебер, 2008).

В условиях Кирова многие сорта ирисов чувствуют себя великолепно. О чем можно судить по следующим показателям: обильное массовое цветение, хороший процент размножения, незначительное поражение болезнями и вредителями. Было испытано 30 сортов российской и зарубежной селекции, отличающихся сроками цветения, высотой куста и окраской цветка. За годы выращивания выявлено небольшое количество пораженных растений и преимущественно в месяцы отсутствия должного ухода или аномальной погоды. Среди болезней встречались изредка серая гниль и листовая пятнистость, или гетероспориоз. Серая гниль поражает стебли и концы листьев при повышенной влажности. Листья обесцвечиваются, затем приобретают коричневую окраску и загнивают, покрываясь серым налетом спороношения гриба.

Гетероспориоз – это грибковое заболевание поражает ирисы во второй половине лета. Вначале поражаются крайние, стареющие листья листовых пучков. На них образуются беловато-серые пятна с желтой, слегка водянистой каймой. Затем пятна разрастаются, на них появляются мелкие черные точки спороношения гриба. Пораженные листья засыхают. Затем болезнь переходит и на внутренние листья пучка. Теплая влажная погода способствует прогрессированию болезни (Титова, 2002).

С обеими болезнями легко бороться при помощи соблюдения агротехники и применения пестицидов.

То есть можно считать адаптацию ирисов к городской среде удачной, особенно если обратить внимание, что исследуемые растения произрастают в течение уже 3 лет в центре города.

Литература

- Васильева И. В. Ирисы бородатые. М.: Кладезь-Букс, 2005. 94 с.
- Грайнер К., Вебер А. Цветы, декоративные кустарники и деревья в нашем саду. Краткая энциклопедия. М.: Интербук, 1998. 383 с.
- Степанова И. Ф. Ирисы. М.: ОЛМА-ПРЕСС Звездный мир, 2003. 176 с.
- Строиг Г., Тутуд А. Миллион цветов для вашего сада: Практическое руководство по выращиванию однолетних и многолетних растений / Пер. с англ. М.: Издательский дом «Ниола 21й век», 2001. 199 с.
- Титова Н. П. Цветники в нашем саду. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. 79 с.:
- Ткаченко К. Г., Рейнвальд В.М. Сад непрерывного цветения. СПб.: Издательский Дом «Нева», 2004. 288 с.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ЗАПОВЕДНИКА «ПАСВИК»

Н. В. Поликарпова¹, И. О. Шарыгина², Д. О. Симонова²

¹ *ФГБУ «Государственный природный заповедник «Пасвик»,
polikarpova-pasvik@yandex.ru*

² *Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха,
orep2973031@gmail.ru*

Мониторинг состояния экосистем в заповеднике «Пасвик», расположенном в долине р. Паз на границе России и Норвегии, и его окрестностях, проводится уже много лет, практически сразу после создания заповедника в 1992 г. Первые годы основной упор был сделан на инвентаризацию биоты, позволившую оценить состав флоры и фауны, а также наличие редких видов. Чуть позже проводилось ландшафтное картографирование на российской, а потом и на норвежской сторонах заповедника (Поликарпова, 2006), показавшее разнообразие природно-территориальных комплексов, их пространственное расположение и типологию. Также в заповеднике проводились фрагментарные почвенно-геохимические исследования, геоботанические описания основных растительных сообществ. В последние годы основной упор сделан на детальные исследования флоры сосудистых растений, мохообразных, грибов, лишайников, оценку состояния лесных экосистем и водно-болотных угодий, а также экологию птиц и беспозвоночных (Летопись природы, 2011).

Проводимые исследования стали основой для начала экологического мониторинга. Основной мониторинг состояния компонентов экосистем проводится по программе «Летопись природы», общей для всех заповедников России. Близость расположения крупного промышленного предприятия – комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК» ОАО «Норильский никель» предопределила необходимость мониторинга состояния экосистем в целом и их отдельных компонентов именно в свете аэротехногенного влияния.

С 2006 г. заповедник ежегодно проводит экологический мониторинг состояния окружающей среды в районе промышленных площадок в г. Никеле и Заполярном Печенгского района Мурманской области и собственно на территории заповедника. Для реализации программы заложено пять стационаров. В программу мониторинга входит оценка состояния растительного покрова, проведение учетов численности и видового разнообразия беспозвоночных и птиц, анализ химического состава почв, растительности и поверхностных вод (Хлебосолов и др., 2008). В 2009 г. программа была расширена за счет оборудования двух стационаров ICP-Forests (в березовом и сосновом лесах), а также покрытия всей территории заповедника флористическими, энтомологическими и орнитологическими исследованиями.

Таким образом, программа мониторинга в настоящее время предполагает, в первую очередь, оценку биоты, а затем уже абиотических компонентов. К со-

жалению, такой компонент мониторинга как атмосферный воздух нами до сих пор не учитывался.

В связи с этим в 2011 г. для оценки влияния качества атмосферного воздуха на экосистемы заповедника в рамках двустороннего сотрудничества между заповедником «Пасвик» и ОАО «НИИ Атмосфера» стартовал пилотный проект по расчету критических нагрузок кислотности (КН) и экологических нормативов качества атмосферного воздуха (ЭН), установленных для растительности. Целью проекта стало распространение опыта расчета данных показателей на другие районы РФ. Выбор территории заповедника определен большим объемом наблюдений за состоянием экосистем, близостью крупного металлургического предприятия и приграничным положением.

Методология КН, а также ЭН не нашла широкого применения в российской природоохранной деятельности, что связано с рядом причин, таких, как слабая ландшафтно-географическая изученность многих регионов и отсутствие необходимых для выполнения их расчетов данных полевых и мониторинговых исследований.

Список необходимых входных параметров для расчета величин КН соединений азота и серы насчитывает более 30 позиций. На основании информации, которая необходима для расчета КН, систематизировали входные параметры, разделив их условно на три блока: физико-географический, почвенно-геохимический и фитоценотический. Такая группировка позволяет упорядочивать собранные данные, привязав их к конкретной области знаний. В дальнейшем, при непосредственном расчете КН на экосистемы, вариации значений для этих блоков позволяют оценить устойчивость каждой экосистемы к техногенному воздействию.

Сбор геохимической и геофизической информации проводился по двум направлениям – оценка воздействия атмосферных выпадений серы и азота на почвы и влияние растительности на биогеохимический круговорот азота и серы в пределах конкретных экосистем. Такое разделение основывается на том, что различные вариации сочетания «почвы – растительность» дают различные уровни КН.

С точки зрения расчета КН наиболее важными физико-географическими параметрами являются режим выпадения осадков и общий характер изменения температуры. Анализ метеорологических показателей, измеряемых в окрестностях заповедника, позволил определить даты наступления и окончания периода с $t > 5^{\circ}\text{C}$, число дней с $t > 5^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков, C_t – отношение числа дней с температурой $> 5^{\circ}\text{C}$ к общему числу дней в году.

Значения выпадений основных катионов принимались по данным Метеорологического синтезирующего центра «Восток» (МСЦ «Восток»), выпадение азота и серы на подстилающую поверхность – по расчетам, проводимым ОАО «НИИ Атмосфера». Для расчета КН использовалась группа агрохимических показателей (N_{MC} , $C:N$, K_{gibb} , и W_r), которые зависят от типа почв. Систематизация почвенных исследований, выполненных на территории заповедника, помогла рассчитать значения данных показателей по методике В. Н. Башкина (Башкин, Касимов, 2004).

Выделенный нами фитоценотический блок исходных параметров представлен результатами ландшафтного картографирования на территории заповедника, где в числе прочих компонентов описана растительность (Поликарпова, 2006). Анализ ландшафтной карты заповедника «Пасвик» позволил выделить в пределах рассматриваемого района девять типов рецепторных участков с относительной однородностью, отличающихся между собой вариациями сочетания «почва – растительность», которые дают различные уровни КН.

На первом этапе пилотного проекта для рецепторных участков были рассчитаны КН питательного азота (CLnutN). Нагрузка по «питательному» азоту позволяет оценить количественно поступление азота, не вызывающее его избытка в экосистемах (эвтрофирования), что может быть причиной смены видового разнообразия биоценозов.

Наименьшие значения – 100–130 экв/га/год получены для экосистем горы Калкуля, на склонах которой прослеживается высотная поясность. Здесь сосняки у подножия гор сменяются с высотой смешанными березово-сосновыми древостоями, затем переходят в березовое криволесье, вершины гор заняты лесотундрой и далее лишайниковой тундрой. Для сосновых экосистем равнинной части заповедника КН питательного азота составляют 122–149 экв/га/год. Для мелколиственных лесов равнинной части получены значения 149–152 экв/га/год, что говорит о большем требовании данного типа растительности к азотному питанию. Считается, что картина распределения КН питательного азота на Европейской территории России (ЕТР) максимально соответствует существующей природной зональности (Башкин и др., 2006).

Рассчитанные значения не противоречат данным, полученным В.Н. Башкиным по распределению КН питательного азота для экосистем ЕТР, когда минимальные значения КН – менее 200 экв/га/год – характерны для лесотундровых и северотаежных ландшафтов (Башкин и др., 2006).

В 2010–2011 гг. ОАО «НИИ Атмосфера» с привлечением Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) начал подготовку методических рекомендаций по разработке экологических нормативов качества атмосферного воздуха с целью сохранения лесных экосистем. Апробация данной методики расчетным методом проведена для целого ряда особо охраняемых территорий (ООПТ), включая и заповедник «Пасвик». Расчетный метод определения ЭН основан на соотношении утвержденных гигиенических нормативов ПДК и ПДК-лес для лесных экосистем. В качестве исходных данных эмпирической формулы расчета численных значений ЭН используется показатель бонитета насаждений, характеризующий степень богатства лесорастительных условий и продуктивность лесных насаждений, а также базовый коэффициент устойчивости древесных пород. Данный коэффициент определен на основе данных многолетних экспериментальных исследований газоустойчивости хвойных древесных видов и установления нормативов предельно допустимых концентраций загрязнения атмосферного воздуха.

В процессе мониторинга состояния лесных насаждений установлено, что леса заповедника имеют низкую продуктивность, характеризующую преимуще-

ственно V классом бонитета. Используя данный показатель, были определены численные значения ЭН качества атмосферного воздуха на территории заповедника для аммиака, диоксида серы, диоксида азота, хлора, паров серной кислоты, газообразных соединений фтора и взвешенных веществ.

Анализ результатов расчета значений ЭН ряда ООПТ показал, что для территории заповедника «Пасвик», находящейся в суровых климатических условиях, характерны более жесткие численные значения ЭН по сравнению с территориями, расположенными южнее. Например, для заповедника «Пасвик» определены значения ЭН качества атмосферного воздуха для диоксида азота на уровне $0,086 \text{ мг/м}^3$ (максимальные разовые концентрации), для диоксида серы на уровне $0,28 \text{ мг/м}^3$, для фтористых соединений на уровне $0,0192 \text{ мг/м}^3$. В то же время для национального парка «Шушенский бор» (южная тайга и лесостепь) нормативы имеют соответственно следующие значения: $0,093 \text{ мг/м}^3$, $0,3 \text{ мг/м}^3$, $0,0198 \text{ мг/м}^3$.

Данные, приведенные выше, подтверждаются научными работами ряда авторов (Бейдеман, 1983; Исаев, 2001), в которых говорится, что количество загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы в растения, изменяется в широких пределах и зависит от внешних факторов их произрастания: освещенности, температуры и влажности воздуха, имеющих зональный характер.

Таким образом, выполненный первый этап работы по определению КН и ЭН для территории заповедника «Пасвик» с использованием данных мониторинга состояния его экосистем позволяет обосновать возможность и целесообразность внедрения в практику природоохранной деятельности экосистемных показателей, которые должны разрабатываться с учетом природных особенностей территорий. В настоящее время для ограничения техногенного загрязнения атмосферного воздуха естественных экосистем, включая ООПТ, в качестве нормативной базы используются только гигиенические нормативы, прежде всего направленные на защиту здоровья населения. Использование КН и ЭН в системе нормирования техногенного воздействия на естественные экосистемы позволит реализовать положения ст.11 Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 04.05.1999 г (с изменениями на 18.07.2011), ст. 21, 27 Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 (с изменениями на 18.07.2011), а также выполнить требования Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, к которой присоединена Российская Федерация.

Литература

- Башкин В. Н., Касимов Н. С. Биогеохимия. М., 2004. 567 с.
- Башкин В. Н., Припутина И. В., Танканаг А. В., Абрамычев А. Ю. Научно-аналитический обзор по оценке величин и картографированию критических нагрузок подкисляющих соединений и тяжелых металлов для экосистем Европейской территории России. М., 2006. 59 с.
- Бейдеман И. Н. Справочник по расходу воды растениями в природных зонах СССР. Новосибирск, 1983. 257 с.
- Исаев А. А. Экологическая климатология. М., 2001. 458 с.

Летопись природы заповедника «Пасвик». Кн. 15 (2008). Сб. / Сост. и отв. редактор Н. В.Поликарпова. Апатиты, 2011. 314 с.

Поликарпова Н. В. Ландшафтная карта заповедника «Пасвик» как научная основа «Летописи природы»: Дис. ... канд. геогр. наук. М., 2006. 255 с. Рукопись. Архив заповедника «Пасвик».

Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 04.05.1999 г (с изменениями на 18.07.2011).

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 (с изменениями на 18.07.2011).

Хлебосолов Е. И., Поликарпова Н. В., Хлебосолова О. А., Зацаринный И. В., Трушицына О. С., Зуев Н. В. Экологический мониторинг состояния природной среды в районе действия ОАО «Кольская ГМК» (промплощадки «Никель», «Заполярный» и территория заповедника «Пасвик») // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы всероссийской конференции с международным участием (14-16.10.2008, г. Апатиты, Кольский научный центр РАН). Ч. 1. Апатиты, 2008. С. 168–173.

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ С КОЗЛЯТНИКОМ ВОСТОЧНЫМ

А. П. Кислицына, А. В. Мамаева

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

Ведущая роль в обеспечение животноводства высокобелковыми кормами принадлежит многолетним бобовым травам. В последние годы большое внимание отводится многолетним травам с длительным периодом хозяйственного использования, которые имеют ряд преимуществ перед однолетними кормовыми культурами (сокращение затрат на семена, на основную и предпосевную обработку почвы и азотные удобрения). Одной из таких культур является козлятник восточный (*Galega orientalis*). Перспективным приемом является его возделывание в смешанных посевах со злаковыми травами. Включение злакового компонента обеспечивает стабильность фитоценоза и улучшает технологические достоинства травостоя (Шпаков, 2002). Среди современных критериев в экономической оценке любой культуры важным вопросом является оценка ее влияния на почвенное плодородие. Известно (Лыков, 1985), что в почве при выращивании растений происходят одновременно два противоположных процесса: синтез и накопление органического вещества и его разрушение. Интенсивностью обоих процессов, их соотношением определяются конечные результаты, по которым оценивается влияние данной культуры на почву. Если конечный результат положительный, то за культурой признаются свойства улучшать плодородие почвы, и наоборот.

Поэтому целью нашей работы было оценить влияние длительного содержания козлятника восточного и его смешанных посевов с многолетними злаковыми травами на некоторые агрохимические свойства почвы.

Для этих целей нами были отобраны почвенные образцы в полевых опытах отдела полевого кормопроизводства ГУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого (Опытное поле с. Красное). Почва опытного участка дер-

ново-подзолистая легкосуглинистая на элювии – делювии пермских мергелизованных глин. В пахотном слое перед закладкой опытов содержалось: гумуса 2,09%, подвижного фосфора 158 мг/кг, обменного калия 170 мг/кг, рН_{сол.} – 4,8.

Опыт был заложен в 2000 г. Перед закладкой полевых опытов было внесено N60P90K90, и ежегодно весной в подкормку вносилось по P60K60 и N120 под тимофеевку луговую.

К осени 2008 г. в пахотном слое почвы под травостоями козлятника восточного содержание гумуса увеличивается (табл.) к исходному уровню, с 2,09% до 2,12–2,4%. Наибольшее возрастание отмечено в почве козлятничко-злаковых агрофитоценозов. Содержание общего азота напротив несколько увеличивается под травостоем одновидового посева козлятника восточного. Проллеживается тенденция к подкислению почвы под травостоями с козлятником восточным, что связано с высоким выносом кальция за восемь лет с урожаем трав (450–570 кг/га). Снижение рН_{сол.} к исходному уровню и возрастание Нг выше в тех вариантах опыта, где больше урожайность и выше содержание бобовой культуры в травостое.

Таблица

Продуктивность агрофитоценозов многолетних трав (среднее за 8 лет жизни) и агрохимические показатели почвы (0–20 см) под травами 9 г.ж.

Варианты опыта	Урожайность, т/га с.в.	Гумус, %	Нобщ., %	рН _{сол}	Нг, мг-экв/100г	P ₂ O ₅ K ₂ O	
						мг/кг	
Тимофеевка луговая N ₀	2,7	2,12	0,125	4,47	4,48	232	213
Тимофеевка луговая N ₁₂₀	5,0	2,20	0,130	4,45	5,05	190	189
Козлятник восточный	7,24	2,31	0,135	4,31	5,09	163	186
Козлятник восточный +кострец безостый	7,1	2,33	0,130	4,33	5,27	180	186
Козлятник восточный+тимофеевка луговая	6,5	2,36	0,125	4,59	5,18	181	196
Козлятник восточный+ежа сборная	7,1	2,40	0,130	4,75	4,33	178	178

Содержание подвижного фосфора в пахотном слое увеличивается в тех вариантах опыта, где ниже урожайность и соответственно вынос фосфора с урожаем трав. Несмотря на высокий вынос калия с урожаем козлятника восточного и козлятника со злаковыми травами, в агрофитоценозах которых складывается отрицательный баланс по калию, содержание подвижного калия в почве к осени 2008 г. в этих вариантах опыта также увеличивается. На наш взгляд, увеличение содержания калия в слое почвы 0–20 см в вариантах с козлятником восточным связано со строением его корневой системы (стержнекорне-отпрысковая). Элементы питания растения берут из подпахотных горизонтов почвы, а внесенный в подкормку с удобрениями калий закрепляется в пахотном горизонте.

Таким образом, многолетнее возделывание козлятника восточного в одновидовом посеве и со злаковыми травами способствует поддержанию и по-

вышению почвенного плодородия и эффективно для залужения выведенных полей и вне севооборотных участков.

Литература

Лыков Н. М. Гумус и плодородие почвы М.: Московский рабочий, 1985. 104 с.

Шпаков А. С. Биологизация и экологизация земледелия и кормопроизводства в Центральном экономическом районе // Кормопроизводство. 2002. № 2. С. 2–5.

ЛЮПИН ЖЕЛТЫЙ (*LUPINUS LUTEUS* L.) – НОВАЯ ЗЕРНОБОБОВАЯ КОРМОВАЯ КУЛЬТУРА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

А. А. Потанов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, a.potapov@rambler.ru

Улучшение кормовой базы для животноводства достигается путем введения в сельскохозяйственное производство перспективных многолетних и однолетних культур, интродукции новых видов, а также повышения их урожайности и питательности. В настоящее время многолетние травы в республике занимают около 80% всего посевного клина. Продуктивность их сравнительно низкая. Причина в том, что основная часть многолетних трав представлена старовозрастными, преимущественно злаковыми травостоями, требующими для формирования высоких урожаев значительное количество минеральных удобрений. Для ликвидации дефицита протеина и незаменимых аминокислот в кормах, а также для поддержания плодородия почв и сокращения затрат на удобрения в республике должны быть увеличены посевы зернобобовых культур до 8–10% от посевных площадей.

Бобовые кормовые культуры являются одним из источников производства растительного белка. Но для обеспечения высокой урожайности и белковой продуктивности этих культур необходимо достаточное азотное питание, источником которого могут служить доступные растениям формы почвенного азота, фиксированный клубеньковыми бактериями азот атмосферы и азотсодержащие органические и минеральные удобрения. При этом как с экономических, так и экологических позиций в большинстве стран мира предпочтение отдается азоту биологическому.

Белковая продуктивность бобовых культур, способных к симбиотической азотфиксации при благоприятных условиях симбиоза, во много раз выше, чем у растений, не обладающих таким свойством. Главными факторами, ограничивающими активный симбиоз, являются низкое содержание в почве фосфора, калия, микроэлементов. Благоприятные условия для фиксации азота воздуха в полевых условиях складываются при влажности почвы в пределах 60–80% ППВ, почвы должны быть хорошо аэрированные, рыхлые, незаплывающие, с рН близкой 6,0 (Посыпанов, 1993).

Симбиотическая азотфиксация высеваемых в регионе бобовых культур гороха и вики крайне ослаблена. Ограничен и видовой состав возделываемых бобовых кормовых культур. Однолетние культуры страдают от азотного голо-

дания и дают низкие урожаи. Задача состоит в расширении ассортимента бобовых культур, разработке приемов, обеспечивающих активность симбиотической азотфиксации воздуха, подборе сортов люпина желтого, адаптированных к условиям Севера. Культура люпина желтого для Республики Коми – новая.

Интродукционные исследования проводили в условиях коллекционного питомника Ботанического сада Института биологии в 2009–2010 гг. Почва коллекционного участка среднеподзолистая, среднесуглинистая, содержание гумуса 2,7%, подвижного фосфора 28, калия 22 мг на 100 г почвы, рН сол.6,3.

Цель исследования: Изучение сортов люпина желтого различного хозяйственного использования: Демидовский, Дружный-165 для выявления их адаптационных возможностей в новых почвенно-климатических условиях.

В задачи исследований входило: 1. Оценка отзывчивости люпина желтого на инокуляцию при отсутствии микробной составляющей в почве.

2. Определение положительного эффекта последствия выращивания люпина желтого на урожайность вико-овсяной травосмеси.

3. Определение урожайности надземной массы, семян и симбиотической азотфиксации люпина желтого.

В опытах вели фенологические наблюдения, определяли урожайность надземной массы и семян, симбиотическую азотфиксацию определяли по методике Г. С. Посыпанова (Посыпанов, 1991). Математическую обработку данных проводили по общепринятым методикам (Доспехов, 1985). Семена люпина перед посевом обрабатывали ризоторфином, полученным из ВНИИСХ микробиологии.

Весенние пахотные работы проводили в условиях севера по мере подсыхания почвы. Всходы люпина желтого появляются на 6–7 день после посева и устойчиво переносят заморозки до минус 2–3 °С, встречающиеся на севере в весенний период. Для равномерности всходов первостепенное значение имеет ранний срок посева, влагодоступность, выравненность почвы, что достигается ее прикатыванием до и после посева. Обязательным агроприемом является предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями, т.к. в почве отсутствуют спонтанные бактерии. Отличительной особенностью видов люпина желтого является формирование небольшого числа (15–25) очень крупных (100–350 мг) клубеньков и более растянутый период их старения, что связано с особенностями роста этой культуры и зависит от метеорологических условий.

Сорт люпина Дружный-165 с 1995 г. включен в Государственный реестр по Северо-Западному и Центральному регионам. Выведен во Всероссийском НИИ люпина совместно с Новозыбковским филиалом ВИУА. Детерминированный рост на уровне боковых ветвей второго порядка: семена серые, крапчатые с «серпом»; масса 1000 семян – 125 г. Высота растений 60–65 см. Сорт универсального использования, как на зеленую массу, так и на семена. Вегетационный период люпина от всходов до уборки на корм в фазе блестящего боба составляет 105–110 дней. В полевых опытах в 2009 г. урожайность семян сорта Дружный-165 в варианте без обработки ризоторфином была равна 1,2 т/га, а в 2010 г. – 1,4 т/га. Урожайность семян в 2009–2010 гг. с инокуляцией составила 2,3 и 2,8 т/га, соответственно. Поражения болезнями не наблюдалось.

Сорт люпина желтого Демидовский внесен в Государственный реестр селекционных достижений с 2008 г., выведен во Всероссийском НИИ люпина. Отличительной особенностью является быстрый темп роста в начальный период вегетации и формирование колосовидного морфотипа. В сплошном посеве растения не ветвятся, а формируют в пазухах листьев цветки и затем бобы. Окраска листьев и стеблей темно-зеленая, цветки лимонно-желтые, семена белые, округлые. Масса 1000 семян 100 г. Высота растений 55–60 см. Продолжительность периода вегетации в наших условиях 95–100 дней. Урожайность семян в 2009 г. – 1,6 и 2,0 т/га; 2010 г. – 1,8 и 2,4 т/га, в зависимости от инокуляции семян клубеньковыми бактериями (Потапов, 2011). Поражение люпина желтого антракнозом в последние годы не наблюдали.

В условиях коллекционного питомника отмечена различная реакция сортов на инокуляцию клубеньковыми бактериями. Наибольшая прибавка урожая надземной массы люпина в фазе сизых бобов от инокуляции семян была у сорта Дружный-165 – 14,0 т/га, при урожайности 42,4 т/га; сорт Демидовский дал прибавку 5,4 т/га, при урожайности 18,6 т/га, что связано с особенностями сорта. Размер фиксированного биологического азота к концу вегетации достигал 280 кг/га, что составляет 65% от общего его потребления растениями, а у сорта Демидовский, соответственно, 180 кг и 60%.

Большой интерес представляет силосование 2/3 зеленой массы люпина и 1/3 овса. Такое сочетание углеводистых и белковых растений дает возможность не только увеличить производство питательных веществ, но и решить проблему обогащения рационов белком и витаминами. (Егоров, Мысков, 2001). В настоящее время в Республике Коми производственные посевы люпина желтого отсутствуют. Имеется положительный опыт выращивания люпина узколистного на зеленую массу таких сортов, как Снежень и Кристал, а на сидеральные цели – Сидерат 38 (Потапов, 2010). Продвижение на север границы ареала люпина желтого, (*Lupinus luteus* L.) как эффективного белоксинтезирующего зернобобового растения, обогащающего почву биологическим азотом, становится актуальным.

Выявлен положительный эффект последствия выращивания люпина желтого. В севообороте после люпина урожайность вико-овсяной травосмеси была в 1,4 раза выше, в сравнении с чистым паром, и составила 28,3 т/га.

Таким образом, люпин желтый – новая для условий Республики Коми высокобелковая однолетняя зернобобовая кормовая культура. По результатам проведенной оценки сортов люпина желтого Демидовский и Дружный-165 в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми определена практическая возможность их выращивания при инокуляции семян.

Литература

- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 352 с.
Егоров И. Ф., Мысков Н. П. Силос из узколистного люпина и его смесей // Кормопроизводство, 2001. № 5. С. 27–28.
Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М., 1991. 300 с.

Посыпанов Г. С. Биологический азот проблемы экологии и растительного белка. М., 1993. 268 с.

Потапов А. А. Люпин узколистный в качестве кормовой и сидеральной культуры в Республике Коми // Кормопроизводство, 2010. № 4. С. 25–27.

Потапов А. А. Опыт интродукции люпина желтого в среднетаежной подзоне Республики Коми // Кормопроизводство, 2011. № 9. С. 31–32.

ОБРАЗОВАНИЕ ЛЬДА В ХВОЕ И ПОЧКАХ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА

С. Н. Плюснина, Р. В. Малышев

Учреждение Российской академии наук

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, pljusnina@ib.komisc.ru

Известно, что ель в природных условиях в зимний период способна выдерживать $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в период вегетации ее морозоустойчивость чуть ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Туманов, Красавцев, 1959). Эксперименты по быстрому охлаждению побегов ели в период раскрытия вегетативных почек (1 декада июня) показали, что в условиях средней подзоны тайги гибель молодых побегов текущего года при низкотемпературном воздействии составляла от 30 ($-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) до 60% ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Плюснина, 2005). Во время заморозков обмерзает до 13% сеянцев и саженцев в культурах (Ларин, 1979). С целью понимания причин повреждения побегов изучали образование льда в хвое и почках ели сибирской.

Образование льда в хвое и почках ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. изучали в 2008–2011 гг. в лабораторных условиях методом дифференциальной сканирующей калориметрии на DSC-60 (Shimadzu, Japan). На полученных термограммах отмечали температуру начала и окончания перехода жидкой фракции в твердую, а также теплоту льдообразования и удельную теплоемкость процесса. Побеги ели для испытаний отбирали в ельнике черничном на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН ($62^{\circ}17'$ с.ш., $50^{\circ}40'$ в.д., подзона средней тайги) с 3-х деревьев IV класса возраста из средней части кроны. Образцы в сезоны года с отрицательными температурами воздуха хранили в морозильной камере при $-18\text{--}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, при положительных температурах воздуха – в банках с водой в холодильнике при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ или при комнатной температуре. Почку срезали на уровне основания нижних кроющих чешуй, хвою отщипывали по зоне отделения, помещали в кювету калориметра и охлаждали от $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ со скоростью $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Анализ полученных термограмм показал различия между температурами кристаллизации воды в тканях почек и хвои. Показано, что в течение года средняя температура начала перехода жидкой фракции в кристаллическую в тканях хвои ($-10\text{--}16^{\circ}\text{C}$) выше, чем в почках ($-14\text{--}17\text{ }^{\circ}\text{C}$). Вариабельность этого показателя значительно выше в хвое (6–25%), чем в почках ели (2–14%).

Возможно, в определенной степени большая стабильность изученных показателей в тканях почек обеспечивается покровными чешуями, защищающими апикальную меристему и создающими, вследствие особенностей строения, определенный эффект инертности изменений внутренних в ответ на изменения

климатических факторов. Это позволяет зачаточным тканям выживать в тех же условиях, при которых незащищенная хвоя на побегах может погибнуть.

В зимний период, когда растения находятся в состоянии глубокого физиологического покоя, на полученных термограммах наблюдали, как правило, один пик, который соответствует образованию внеклеточной воды и относится к высокотемпературным экзотермам (ВТЭ). Хорошо выраженные низкотемпературные экзотермы (НТЭ), характеризующие замерзание переохлажденной воды внутриклеточно, в течение всего периода наблюдений отмечены не были. Это подтверждает распространенное мнение о том, что у морозостойких видов внутриклеточный лед, способный привести к гибели растения, в природе не образуется (Самыгин, 1997). В зимний период устойчивость к образованию внутриклеточного льда формируется в процессе последовательного прохождения фаз закаливания растением осенью и закреплена генетически (Миронов, Алаудинова, Репях, 2001; Туманов, Красавцев, 1959).

Последствия льдообразования в вегетативных органах ели в разные сезоны года неодинаковы и зависят от степени их физиологической активности. Так, близкие температуры начала ВТЭ были показаны для мая 2008 г. и для января 2010 и 2011 гг. (в почках $-15-16^{\circ}\text{C}$, в хвое $-13-14^{\circ}\text{C}$). Параллельное охлаждение в морозильной камере побегов ели в мае 2008 г. при температуре -17°C (температура, при которой внеклеточный лед уже должен образоваться) в течение 6 ч привело к побурению почек и гибели побега в целом. Т. е. в начале и на протяжении всего периода вегетации образование даже внеклеточного льда в тканях побегов ели приводит к их гибели. В то же время известно, что в зимние месяцы ель сибирская в условиях средней подзоны тайги благоприятно переживает гораздо более низкие температуры воздуха, а значит и образование льда в тканях. Необходимо отметить, что образование льда в хвое и почках ели в период вегетации возможно только в эксперименте и в природе в условиях подзоны средней тайги маловероятно. Это видно при сопоставлении полученных данных по температурам льдообразования с данными ГУ «Коми ЦГМС» по температурам и датам поздних весенних и ранних осенних заморозков. По данным метеослужбы температура во время заморозков на территории проведения исследований крайне редко опускается ниже -5°C , а, как было указано выше, при таких температурах лед не образуется ни в клетках, ни в межклетниках хвои и почек ели. Это позволило прийти к выводу, что повреждение и гибель вегетативных органов ели в период поздних весенних и ранних осенних заморозков не вызвана образованием льда в хвое и почках.

Очевидно, повреждение органов древесных растений в период заморозков связано с другими причинами. В литературе неоднократно показано, что с понижением температуры у незакаленных растений увеличивается жесткость мембран, вследствие застывания липидов клеточных мембран. Особая роль в повреждении клеток растений при действии пониженных температур отводится проявлениям окислительного стресса (Климов, 2001).

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. В течение года средняя температура начала перехода жидкой фракции в кристаллическую в тканях хвои ели сибирской выше, чем в почках.

2. В зимний период происходит только внеклеточное образование льда, которое не приводит к гибели побегов ели.

3. Образование льда в хвое и почках ели в экспериментальных условиях в период вегетации приводит к их гибели.

4. Повреждение и гибель вегетативных органов ели в период поздних весенних и ранних осенних заморозков не вызвана образованием льда в хвое и почках.

Литература

Климов С. В. Пути адаптации растений к низким температурам // Успехи соврем. биологии. 2001. Т. 121. С. 3–22.

Миронов П. В., Алаудинова Е. В., Репях С. М. Низкотемпературная устойчивость живых тканей хвойных. Красноярск: СибГТУ, 2001. 221 с.

Плюснина С. Н. Влияние аэротехногенного загрязнения и охлаждения на структуру мезофилла хвои ели // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2005. Специальный выпуск «ELPIT – 2005». Т. 1. С. 151–155.

Самыгин Г. А. Образование льда в растениях // Физиология растений, 1997. Т. 44. № 2. С. 275–286.

Туманов И. И., Красавцев О. А. Закаливание древесных растений отрицательными температурами // Физиология растений, 1959. Т. 6. Вып. 6. С. 654–667.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ НА УЧАСТКАХ СВЕЖИХ РУБОК В СОСНЯКАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Г. И. Антонов¹, И. А. Болтунова²

¹ *Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, egoan@yandex.ru*

² *Сибирский федеральный университет, ingrid666@mail.ru*

Рубки способствуют изменению параметров лесных экосистем. Предполагаемые изменения структуры почвенной биоты на участках свежих рубок переходят в функциональные, что не может не отразиться на ее вкладе в экосистемные процессы. Наиболее обогащенные биотой, органогенные и гумусово-аккумулятивные горизонты почв быстрее откликаются на экзогенные воздействия, в том числе активное лесопользование (Криволицкий, 1994; Сорокин, 2009).

Цель данной работы – установить численность беспозвоночных и оценить суммарную трофическую активность почвенной биоты на технологических участках выборочных рубок в сосняках Красноярской лесостепи.

Исследования проводятся на территории экспериментального хозяйства «Погорельский бор» Института Леса СО РАН (N 56°22' E 92°57'). В рубку поступал спелые высокополнотные сосновые древостои бруснично-разнотравно-зеленомошный, разнотравно-зеленомошный и брусничный возрастом 100–120 лет, II бонитета. Разработка лесосек осуществлялась с использованием трелевочного трактора ЛХТ-55. В результате выборочной рубки в сосняке бруснично-разнотравно-зеленомошном интенсивностью 42% по запасу полнота сократилась с 1,0 до 0,6, в разнотравно-зеленомошном (интенсивность рубки –

27%) полнота сократилась с 0,8 до 0,6 и в брусничном (интенсивность рубки – 40%) с 0,8 до 0,5 (Безкорвайная и др., 2010).

Основной фон почвенного покрова территории «Погорельского бора» составляют дерново-подзолистые почвы. Содержание гумуса в гумусовом горизонте АУ (0–10см) составляет в среднем 8,7–11,8%. Сумма обменных оснований в соответствующем горизонте изменяется от 25 до 30 моль-экв/100г почвы. Реакция почв слабокислая. Изменения pH в водном растворе варьируют в разных сосняках от 5,2 до 5,4 и в солевом от 4,7 до 5,0 соответственно.

Запасы напочвенного покрова и подстилок определялись в соответствии с методикой (Карпачевский, 1981). Образцы для определения численности почвенных микроартропод отбирались в 5-кратной повторности с подстилки и минерального слоя 0–10 см (Дунгер, 1987). Трофическая активность почвенной биоты оценивалась методом приманочных пластинок (bait-lamina test). Методика заключается в перфорировании разнообразной почвенной биотой приманочного субстрата в отверстиях пластинок. В качестве субстрата использовались смесь целлюлозы микрокристаллической (70%) и стертой в порошок крапивы (30%). Пластинка погружалась в почву на глубину 10 см. Процент перфорации высчитывался на 14-ый день экспозиции (Kratz, 1998).

Происходящее после разреживания лесного полога изменение светового режима отражается в перераспределении запасов напочвенного покрова. Запасы напочвенного покрова через год после рубки увеличились в 3–6 раз (с 25–89 г/м² до 75–150 г/м²) в зависимости от интенсивности разреживания полога древостоя, запасы подстилки также увеличились по сравнению с ненарушенными сосняками (с 2,6–3,0 кг/м² до 3,6–4,5 кг/м²), анализ фракционного состава подстилок показал, что запасы мягких фракций увеличиваются в первые годы после рубки (травы с 0,82 и 1,72 г/м² соответственно до 0,92 и 1,96 г/м²; мха – с 13,4 до 21 г/м²).

Технологические участки рубки (пасека и волок) различны по степени воздействия на почву. Пасеки характеризуются минимальным воздействием, так как отведены для естественного возобновления леса. На волоках производится подвозка и трелевка древесины, поэтому здесь практически уничтожается верхний органогенный горизонт, и почва более нарушена и уплотнена (Иванов, 2005; Сорокин, 2009).

После проведения лесосечных работ запасы порубочных остатков на волоке бруснично-разнотравного сосняка составили 12,1 кг/м² и на пасеке – 0,9 кг/м². В сосняке разнотравно-зеленомошном запасы порубочных остатков на волоке и пасеке составили 361 кг/м² и 9,9 кг/м², в сосняке брусничном – 183 кг/м² и 1,3 кг/м² соответственно. Порубочные остатки вносят определенный вклад в почвенные биологические процессы, а под слоем слаборазложившихся порубочных остатков развиваются специфические гидротермические условия.

Средняя за сезон температура на поверхности пасек сосняков составила 19,8–23,9 °С; на волоках – 17,6–22,8 °С. Температуры минерального слоя почвы 0–10см пасек и волоков всех исследуемых участках близки и колеблются от 12,1 до 14,4 °С. По влажности минерального слоя почвы 0–10см в первые годы

проведения рубок технологические участки близки: в среднем за сезон она колеблется от 13,4 до 20,2%.

Максимальная численность почвенных микроартропод отмечена в ненарушенном сосняке бруснично-разнотравно-зеленомошным (11,3 тыс экз/м²), в остальных сосняках в 2–3 раза ниже. Подстилки всех сосняков характеризуются максимальной плотностью беспозвоночных – на них приходится до 60% микроартропод. Bait lamina-test показал, что трофическая активность почвенной биоты на участках под ненарушенными сосняками составила в среднем за сезон 29±3,35%.

Комплексы почвенных беспозвоночных – достаточно устойчивые структуры, и степень нарушения в их качественном и количественном составе отражает степень влияния антропогенного фактора на всю систему в целом (Криволицкий, 1994). Пищевая активность почвенных организмов, в том числе беспозвоночных, один из важнейших индикаторов состояния почвенной биоты при антропогенном воздействии на лесные экосистемы (Степанов, 1991).

Были проанализированы образцы, собранные на участках под разреженными пологими сосняками через год и через два после рубки. После проведения выборочной рубки в сосняках бруснично-разнотравно-зеленомошном и разнотравно-зеленомошном количество микроартропод в подстилках снизилось в 5–6 раз, и незначительно в сосняке брусничном. Причем в минеральном слое почвы беспозвоночных не обнаружено (табл.).

Таблица

Влияние выборочной рубки на количество микроартропод в дерново-подзолистых почвах сосняков Красноярской лесостепи (экз/м²)

Слой, см	До рубки			После рубки		
	бр.-разн.-зел. *	разн.-зел. **	брусн. ***	бр.-разн.-зел.	разн.-зел.	брусн.
Подст.	10855	3251	5785	2205	551	4960
0–10см	441	716	441	0	0	0

* – сосняк бруснично-разнотравно-зеленомошный

** – сосняк разнотравно-зеленомошный

*** – сосняк брусничный

После проведения рубок высокую трофическую активность показала почвенная биота сосняка разнотравно-зеленомошного (84,2±1,7% перфорированного субстрата пластинок), что примерно в 1,5–2 раза выше данного показателя для ненарушенных сосняков и пасаек остальных сосняков, поступивших в рубку (рис.). Наблюдается постепенное снижение трофической активности почвенной биоты на переходных зонах до 60,7±2,5% в сосняке разнотравно-зеленомошном, до 36,4±2,6% в сосняке брусничном и до 31±3,7% в сосняке бруснично-разнотравно-зеленомошном с наиболее интенсивной рубкой в 42%.

В наиболее нарушенных и захламленных порубочными остатками участках волоков трофическая активность снижается до $36,2 \pm 2,8\%$ в сосняке разнотравно-зеленомошном и до $9,6 \pm 1,1\%$ и $11 \pm 1,7\%$ в сосняках брусничном и бруснично-разнотравно-зеленомошном соответственно.

Изменение запасов подстилки и напочвенного покрова, трансформация гидротермических условий, накопление порубочных остатков на технологических участках после проведения выборочной рубки отрицательно повлияли на комплекс почвенных беспозвоночных и способствовали усилению трофической активности

почвенной биоты. Также наблюдается депрессия пищевой активности почвенной фауны по мере увеличения интенсивности рубки и при переходе от менее нарушенных к более нарушенным технологическим участкам рубки.

Снижение численности микроартропод после проведения выборочной рубки может свидетельствовать об уменьшении роли почвенных беспозвоночных в деструкции целлюлозосодержащего пищевого субстрата приманочных пластинок. Это позволяет сделать вывод о том, что приманочный субстрат пластинок перфорирует активизирующаяся после рубок почвенная микрофлора.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 09-04-98013 и 10-04-00337)

Литература

Безкоровайная И. Н. Биологическая активность почв после несплошных рубок в сосняках Красноярской лесостепи / И. Н. Безкоровайная, Г. И. Антонов, В. В. Иванов, Д. А. Семенякин // Хвойные бореальной зоны, 2010. XXVII, № 3, С. 238–242.

Дунгер В. Учет микроартропод (микрофауна) / В.Дунгер // Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 160 с.

Иванов В. В. Экологические последствия механизированных лесозаготовок в южной тайге Красноярского Края. Лесоведение, 2005. № 2, С. 3–8.

Криволицкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 272 с.

Сорокин Н. Д. Микробиологическая диагностика лесорастительного состояния почв Средней Сибири / Н. Д. Сорокин ; отв. ред. С. Г. Прокушкин; Рос. акад. наук, Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 222 с.

Степанов А. М. Биоиндикация на уровне экосистем // Биоиндикация и биомониторинг. М., 1991. С. 59–64.

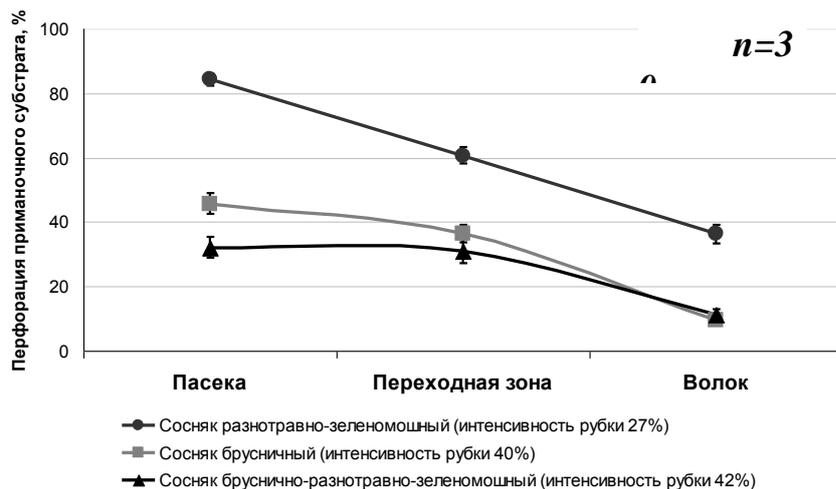


Рис. Трофическая активность почвенной биоты на технологических участках свежих рубок сосняков Красноярской лесостепи

К ИЗУЧЕНИЮ ФЕНОТИПИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Р. П. Горбунов¹, Р. А. Суходольская²

¹ *Казанский (Приволжский) Федеральный университет,*

² *Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан,
xobglor@rambler.ru*

Фенетика популяций – бурно развивающееся направление современной науки. Оно подразумевает учет дискретных видимых и достаточно просто учитываемых характеристик фенотипа отдельных особей. По частоте этих характеристик можно судить о генетической конституции данной группы особей в природе без проведения собственного генетического исследования (с проведением аналитических скрещиваний), равно как и без использования генетических молекулярно-биохимических маркеров. Перспективность применения фенетического подхода, основоположником которого является Р. Бери (Berry, 1963), для изучения популяционной и эволюционной экологии достаточно хорошо аргументирована. Метод нашел широкое применение в современной биологии, накоплен значительный опыт исследований («Популяционная фенетика», 1997). Фенетический метод исследования природных популяций, по мнению Захарова (1982), необходим при популяционно-генетическом и популяционно-морфологическом анализе. Поэтому выбор данного направления для оценки полиморфизма колорадского жука является вполне оправданным.

Выборки колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Ray.) были взяты из двух точек, расположенных в с. Рождественно и с. Пилево Лаишевского района Республики Татарстан. Последние находятся на расстоянии примерно в 40 км друг от друга. Жуков отлавливали на полях частного сектора неизбирательно, помещали в раствор спирта и в лабораторных условиях проводили фенотипическую оценку рисунка надкрылий и переднеспинки по методике Р. М. Зелеева (2002) и Г. В. Беньковской (2008). Определяли также пол жука. В целом проанализировано 400 особей.

Буквенные обозначения отражают перемиčky между продольными линиями на надкрыльях, особи могут совмещать несколько таких аберраций, в отличие от морф, обозначенных арабскими и римскими цифрами, которые являются взаимоисключающими. В добавление к методике Р. М. Зелеева были введены несколько дополнительных видов аберраций перемичек между продольными полосами («мид», «э», «(х)», «ф»). Методика Г. В. Беньковской была модифицирована, типы морф пронотума сведены к 4-м значениям.

Математическую обработку вели стандартными методами (Лакин, 1980). Все материалы обрабатывались на компьютере в пакете Excel.

Анализ приведенных таблиц показал, что выборки колорадского жука, взятые на расстоянии 40 км, имеют различия в фенотипической структуре. Из

табл. 1 видно, что выборки достоверно различаются по морфам продолжения медиальной полосы – в популяции с. Пилево доля данной морфы существенно превышает таковую в с. Рождественно.

Исходя из данных табл. 2 выборки различаются по абберациям «В» и «мид», их концентрация выше в с. Рождественно.

В табл. 3 отражен анализ морф пронотума. Концентрации морф асимметричной точки Р близки по значениям. Что касается симметричных полосы В и точки А, в с. Пилево морфа 2 встречается чаще, чем в с. Рождественно. Исходя из этого, можно сказать, что в популяции с. Рождественно пронотум более пигментирован.

Таблица 1

**Морфы надкрылий в исследованных выборках колорадского жука
(по Р. М. Зелееву, %)**

Морфы надкрылий	с. Рождественно		с. Пилево	
	Доля		Доля	
	левое	правое	левое	правое
1	14,5±2,49	12±2,3	17±2,66	12,5±2,34
2	85,5±2,49	87±2,38	83±1,66	74±3,1
3	0	0,5±0,5	0	0,5±0,5
4	0	0,5±0,5	0	0
I	11,5±2,26	10±2,12	13,5±2,42	14±2,45
II	88,5±2,26	90±2,12	86±2,45	85,5±2,49
III	0	0	0,5±0,5	0,5±0,5
–	69,5±3,26	69,5±3,26	15±2,52	20±2,83
+	20,5±2,85	20,5±2,85	85±2,52	80±2,83

Таблица 2

**Абберации перемычек между продольными полосами
в исследованных выборках колорадского жука (по Р. М. Зелееву, %)**

Абберации надкрылий	с. Рождественно		с. Пилево	
	Доля		Доля	
	левое	правое	левое	правое
а	1±0,7	0	0,5±0,5	1±0,7
А	1±0,7	1±0,7	1±0,7	0
б	2±0,99	1±0,7	4±1,39	2,5±1,1
Б	3±1,21	3±1,21	1±0,7	3,5±1,3
в	4±1,39	2±0,99	9,5±2,07	10±2,12
В	6±1,68	8±1,92	2±0,99	4,5±1,47
г	2,5±1,1	3,5±1,3	3,5±1,3	4,5±1,47
Г	4±1,39	4,5±1,47	2,5±1,1	2±0,99
Д	2±0,99	1±0,7	0±	0±
д	2±0,99	3±1,21	1,5±0,86	1,5±0,86
мид	2,5±1,1	2,5±1,1	0	0
э	0,5±0,5	0	0	0
(х)	0,5±0,5	0	1±0,7	1±0,7
ф	0,5±0,5	0	0	0
доля абберантных экземпляров	21,5±2,9	21,5±2,9	21,5±2,9	25±3,06

Морфы пронотума в исследованных выборках колорадского жука (%)

с. Рождественно				с. Пилево		
морфы переднеспинки	левые полосу В и точка А	правые полосу В и точка А	асимметричная точка Р	левые полосу В и точка А	правые полосу В и точка А	асимметричная точка Р
1	52,5±3,53	46±3,52	45,5±3,52	27±3,14	28±3,17	49±3,53
2	47±3,53	53,5±3,53	24,5±3,04	72,5±3,16	71±3,21	26±3,1
3	0	0,5±0,5	30±3,24	0,5±0,5	0,5±0,5	25±3,06
4	0,5±0,5	0	–	0	0,5±0,5	–

Таким образом, две выборки колорадского жука, находящиеся на расстоянии 40 км друг от друга, могут обладать выраженными фенотипическими различиями. И это несмотря на то, что радиус двигательной активности особей данного вида достигает 50 км. Для получения более полных и значимых результатов, требуется продолжение фенотипических, а также генотипических исследований на эту тему.

Литература

Беньковская Г. В., Никоноров Ю. М. Полиморфизм рисунка покровов имаго колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (*Coleoptera: Chrysomelidae*) на Южном Урале // Современные проблемы эволюции, XXII любийцевские чтения, Т. 2, Ульяновск, 2008. С. 198–204.

Захаров В. М. Феногенетический аспект исследования природных популяций. // Фенетика популяций. М., 1982. С. 45–55.

Зелеев Р. М. Оценка полиморфизма рисунка переднеспинки и надкрылий колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в окрестностях Казани // Зоол. журн., 2002. Т. 81. № 3. С. 1–3.

Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.

Популяционная фенетика. М.: Наука, 1997. 254 с.

Berry R. J. Erygenetic polymorphism in wild population of *Mus musculus* // Genet. Res. Cambr. 1963. Vol. 4. P. 193–220.

**К ФАУНЕ ЧЛЕНИСТОНОГИХ-ГАЛЛООБРАЗОВАТЕЛЕЙ
РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

С. В. Пестов

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

В ходе эволюции взаимоотношений растений с членистоногими-фитофагами некоторые из них стали развиваться внутри тканей растений. Особые вещества, выделяемые членистоногими, обладают эффектом гормонов роста растений, от чего ткани в месте повреждения начинают разрастаться, образуется галл. Членистоногие, находясь внутри галла, оказываются защищенными от неблагоприятных изменений окружающей среды. Галлообразователи имеют большое практическое значение. Во-первых, они могут причинять ущерб культурным растениям и влияют на их репродуктивные возможности. Во-вторых,

галлообразователи, развивающиеся на сорных растениях, можно использовать в качестве агентов биологической борьбы. В-третьих, изучение взаимоотношений между растениями и галлообразователями на физиолого-биохимическом уровне позволяют понять особенности процессов роста, развития и иммунитета растений.

Специальных исследований по фауне галлообразующих членистоногих на территории Республики Коми ранее не проводилось. Сведения о них приводятся в немногочисленных работах, посвященных фауне отдельных групп беспозвоночных. В монографии К. Ф. Седых (1974) приводится семь видов насекомых рассматриваемой группы. Из отряда двукрылых, развивающихся в генеративных органах хвойных, отмечено четыре вида образующих галлы (Долгин, 1992). В работе Е. В. Юркиной (2001) указывается уже 11 видов галлообразователей, из которых девять приводятся как новые для региона. Данные о находках четырех видов жуков-галлообразователей из семейств Curculionidae и Arionidae имеются в статье А. А. Медведева, А. Л. Лобанова и М. М. Долгина (2001). Дополнительные сведения о членистоногих-галлообразователях в условиях естественных и антропогенных биоценозов приводится в ряде наших публикаций (Пестов, 2006, 2009; Юркина, Пестов, 2008; Мингалева, Пестов, Загирова, 2011).

На основании наших (2005–2011 гг.) исследований и обобщении данных литературы на территории Республики Коми отмечено на сегодняшний день 50 видов галлообразователей из пяти отрядов (табл. 1):

Acari (15 видов): *Acalitus longisetosus* (Nalepa, 1892), *A. rudis* (Canestrini, 1890), *Aceria varia* (Nalepa, 1892), *Acalitus brevitarsus* (Fockeu, 1890), *Aculus tetanothrix* (Nalepa, 1889), *A. gemmarum* (Nalepa, 1892), *Eriophyes diversipunctatus* (Nalepa, 1890), *E. laevis* (Nalepa, 1889), *E. leionotus* (Nalepa, 1891), *E. leiosoma* (Nalepa, 1892), *E. padi* (Nalepa, 1889), *E. distinguendus* (Kieffer 1902), *E. sorbi* (Canestrini, 1890), *E. tiliae* (Pagenstecher, 1857), *Phyllocoptes populi* (Nalepa, 1894);

Homoptera (4 вида): *Adelges laricis* Vallot, 1836, *Aphis grossulariae* Kaltenbach, 1843, *Dysaphis crataegi* (Kaltenbach, 1843), *D. sorbi* (Kaltenbach, 1843);

Coleoptera (10 видов): *Archarius crux* (Fabricius, 1776), *Ceutorhynchus rapae* Gyllenhal, 1837, *Cleonus pigra* (Scopoli, 1763), *Cryptorhynchus lapathi* (Linnaeus, 1758), *Oberea oculata* (Linnaeus, 1758), *Perapion violaceum* (W. Kirby, 1808), *P. apricans* (Herbst, 1797), *P. assimile* (W. Kirby, 1808), *Saperda populnea* (Linnaeus, 1758), *Trichapion simile* (Kirby, 1811);

Diptera (17 видов): *Contarinia petioli* (Kieffer, 1898), *Dasineura marginetorquens* (Bremi, 1847), *D. rosaria* (Loew, 1850), *D. rozhkovi* Mamaev et Nikolskij, 1983, *D. saliciperda* (Dufour, 1841), *D. salicis* (Schrank, 1803), *D. sisymbrii* (Schrank, 1803), *D. ulmaria* (Bremi, 1847), *Harmandiola cavernosa* (Rübsaamen, 1899), *Harmandiola tremulae* (Winnertz, 1853), *Harmandiola loewi* (Rübsaamen, 1889), *Kaltenbachiola strobi* (Winnertz, 1853), *Plemeliella abietina* Seitner, 1908, *Resseliella ingraca* (Mamaev, 1971), *Resseliella sibirica* (Mamaev,

1971), *Thecodiplosis brachyntera* (Schwäggrichen, 1835), *Urophora cardui* (Linnaeus 1758);

Нymenoptera (4 вида): *Diplolepis rosae* (Linnaeus, 1758), *Pontania proxima* (Serville, 1823), *P. vesicator* (Bremi-Wolf, 1849), *P. viminalis* (Linnaeus, 1758).

Пять из перечисленных выше видов впервые указаны для региональной фауны. Виды *Aceria varia*, *Dasineura sisymbrii*, *Urophora cardui*, *Pontania proxima* встречаются в рудеральных сообществах г. Сыктывкаре и его окрестностях. Пилильщик *P. vesicator* встречается в пойме р. Сойва (Троицко-Печорский р-н).

Таблица 1

Распределение числа видов членистоногих-галлообразователей по семействам растений-хозяев

Семейство растений	Отряды членистоногих					Всего
	Acariformes	Coleoptera	Diptera	Homoptera	Hymenoptera	
Asteraceae	–	1	1	–	–	2
Betulaceae	5	1	–	–	–	6
Brassicaceae	–	1	1	–	–	2
Fabaceae	–	2	–	–	–	2
Grossilariaceae	–	–	–	1	–	1
Pinaceae	–	–	6	1	–	7
Polygonaceae	–	1	–	–	–	1
Rosaceae	3	–	1	2	1	7
Salicaceae	5	4	8	–	3	20
Tiliaceae	2	–	–	–	–	2
Всего:	15	10	17	4	4	50

Наибольшее видовое разнообразие отмечено среди двукрылых (17) и клещей (15). Большинство представителей названных отрядов формируют закрытые галлы на листовой пластинке растений, реже встречаются на стеблях и плодах. Галловые клещики приурочены, в основном, к двум семействам растений *Betulaceae* и *Salicaceae*. Наибольшее число видов двукрылых отмечено на семействах *Pinaceae* и *Salicaceae*. Жесткокрылые образуют слабо выраженные галлы преимущественно на стеблях растений. Большинство галлов, вызываемых равнокрылыми, относятся к открытому типу. Исключением являются хермесы, которые вызывают своеобразные разрастания на тонких ветвях хвойных. В отряде перепончатокрылых выделяется две группы галлообразователей: галловые пилильщики и орехотворки.

Наибольшее разнообразие галлообразователей характерно для растений семейства *Salicaceae*. На них питаются представители четырех отрядов членистоногих. Исключение составляют равнокрылые. Сходными по числу развивающихся на них видов являются семейства *Rosaceae*, *Pinaceae* (по семь видов) *Betulaceae* (шесть видов).

В августе 2008–2010 гг. нами оценено повреждение листьев древесных растений фитофагами в селитебной зоне г. Сыктывкара. На территории города отмечено 16 видов галлообразователей из четырех отрядов (табл. 2.). Наибольшее значение имеют пять видов: *Acalitus longisetosus*, *Eriophyes laevis*, *Eriophyes*

tiliae Aceria varia, Harmandiola tremulae. Повреждение ими кормовых растений хотя бы в один сезон исследования превышало 10%. Степень повреждения растений отдельными видами галлообразователей в разные годы варьирует в широких пределах.

Таблица 2

Интенсивность повреждения (в %) листьев древесных растений галлообразователями в селитебной зоне г. Сыктывкара (2008–2010 гг.)

№ п/п	Виды галлообразователей	2008 г.	2009 г.	2010 г.	Повреждаемые породы
1	<i>Acalitus longisetosus</i>	9,4	11,4	9,6	береза
2	<i>A. brevitarsus</i>	–	5,8	3,6	ольха
3	<i>Aceria varia</i>	14,3	9,5	8,7	осина
4	<i>Aculus tetanothrix</i>	1,4	2,2	0,3	ива
5	<i>Dasineura marginemtorquens</i>	2,6	2,4	0,5	ива
6	<i>Eriophyes diversipunctatus</i>	1,2	1,0	1,5	осина
7	<i>E. laevis</i>	3,4	22,7	19,3	ольха
8	<i>E. leiosoma</i>	–	+	–	липа
9	<i>E. padi</i>	–	8,5	5,6	черемуха
10	<i>E. sorbi</i>	–	2,8	0,6	рябина
11	<i>E. tiliae</i>	35,0	6,0	26,0	липа
12	<i>Phyllocoptes populi</i>	+	–	–	осина
13	<i>Harmandiola tremulae</i>	10,8	0,1	11,6	осина
14	<i>Massalongia ruber</i>	+	–	–	береза
15	<i>Pontania proxima</i>	–	0,2	0,8	ива
16	<i>P. viminalis</i>	1,2	–	0,3	ива

Примечание. «+» обозначены единично встреченные виды

Данные, представленные в настоящей работе, являются обобщением имеющихся на сегодняшний день сведений о фауне членистоногих галлообразователей Республики Коми. Выявлены виды, имеющие наибольшее значение в качестве вредителей древесных растений в зеленых насаждениях города Сыктывкара. Впервые для региона указывается пять видов: *Aceria varia*, *Dasineura sisymbrii*, *Urophora cardui*, *Pontania proxima*, *P. vesicator*. Видовой состав галлообразователей Республики Коми выявлен еще далеко не полностью. Особенно слабо изучены виды, связанные с травянистыми растениями. С учетом этого, по предварительным оценкам, в фауне региона может быть отмечено до 120–140 видов галлообразователей.

Работа выполнена при поддержке междисциплинарного проекта УрО РАН № 09-М-45-2001 «Ландшафтно-зональные условия, биогеохимия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере: оценка роли природных и антропогенных факторов»

Литература

Долгин М. М. Двукрылые насекомые, развивающиеся в шишках хвойных на европейском Северо-Востоке // Систематика, зоогеография и кариология двукрылых насекомых (Insecta: Diptera). СПб., 1992. С. 61–63.

Медведев А. А., Лобанов А. Л., Долгин М. М. Новые виды жесткокрылых в фауне европейского Северо-Востока России // Фауна и экология беспозвоночных животных европей-

ского Северо-Востока. Сыктывкар, 2001. С. 15–19 (Тр. Коми научного центра УрО РАН; № 166).

Мингалева Н. А., Пестов С. В., Загирова С. В. Жизненное состояние и биоповреждение листьев деревьев в зеленых насаждений города Сыктывкара // Сибирский экологический журнал, 2011. Т. 18. №. 3. С. 415–425.

Пестов С. В. Двукрылые (Diptera) фауны европейского северо-востока России // Вестник Института биологии. 2006. № 9. С. 20–23.

Пестов С. В. Членистоногие-филлофаги в зеленых насаждениях города Сыктывкара // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы IV обл. науч.-практ. конф. Киров, 2009. С. 85–87.

Седых К. Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1974. 192 с.

Юркина Е. В. Фауна членистоногих - дендрофагов лиственных древесных пород подзоны средней тайги Республики Коми // Фауна и экология беспозвоночных европейского Северо-Востока России. С. 52–62. (Тр. Коми научного центра УрО РАН. № 166).

Юркина Е. В., Пестов С. В. Биоценотическая значимость двукрылых насекомых в таежных экосистемах Республики Коми // Лесной вестник. 2008. № 1. С. 79–87.

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ГРЫЗУЩИХ ФИЛЛОФАГОВ КАК МЕТОД БИОИНДИКАЦИИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА)

С. А. Максимов, В. Н. Марущак

Ботанический сад УрО РАН, valn-ma@yandex.ru

Динамика численности хвое-листогрызущих вредителей представляет из собой один из наиболее сложных, противоречивых и недостаточно разработанных разделов лесной экологии (Szujecki, 1987). Так, неизвестны причины вспышек массового размножения широко распространенного в умеренных климатических зонах Голарктики вредителя лиственных насаждений – непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Elkinton, Liebhold, 1990). Когда говорят о загадке массовых размножений грызущих филлофагов, то фактически подразумевается, что исследователи не могут объяснить целый ряд аспектов вспышек численности первичных вредителей леса. К таким загадочным аспектам вспышек относятся, например, внешние факторы, вызывающие образования очагов массового размножения, существование четко очерченных границ очагов, причины роста численности филлофагов и т. д. В число необъясненных особенностей динамики численности непарного шелкопряда входят и причины приуроченности очагов массового размножения вредителя к определенным насаждениям (Воронцов, 1982).

В 1986–2011 гг. мы изучали факторы динамики популяций грызущих филлофагов на Урале, в том числе непарного шелкопряда. На Урале «непарник» дает вспышки массового размножения преимущественно в березовых насаждениях, от окрестностей г. Ирбита в Свердловской области до березовых колков на юге Оренбургской области. Методика исследований включала ежегодные учеты численности вредителя на большом числе постоянных пробных площадей на юге Свердловской области, ежегодное составление таблиц выжи-

вания филлофага на специально подобранных модельных деревьях, параллельные наблюдения за динамикой прогревания почвы в березовых насаждениях в апреле-мае и динамикой распускания почек у берез. Кроме того, на постоянных пробных площадях мы ежегодно получали образцы интактных корней растения-хозяева.

Наиболее таинственным и постоянно ускользающим от внимания исследователей элементом массовых размножений непарного шелкопряда является начало вспышек численности (Elkinton, Liebhold, 1990). На юге Свердловской области мы провели прямые наблюдения за началом вспышек массового размножения непарника в 1996, 2000, 2004, 2005, 2009 гг. Оказалось, что очаги вредителя возникают в тех насаждениях, где начало массового роста сосущих корней берез и распускания почек по времени совпадают, а деревья в этот момент находятся под влиянием водного стресса. Водный стресс у кормовых растений может быть вызван наличием не оттаявшего слоя почвы под насаждениями или вокруг оснований стволов во время разворачивания почек, а также предшествующим периодом погоды, вызывающей сильную зимнюю засуху. При таких условиях у деревьев возникает жесткая конкуренция между развитием сосущих корней и листьев, и начальные стадии развития тонких корней блокируются. В результате данное поколение сосущих корней развивается ослабленным или даже не развивается совсем. Поскольку сосущие корни наших древесных растений живут 4 года (Максимов, Марущак, 2009), на 4 года в насаждении кормовой породы возникает недостаток физиологически активных тонких корней. Гусеницы вредителя, питающиеся кормовыми растениями с дефицитом сосущих корней, имеют повышенную выживаемость, что является причиной роста численности филлофага. Насаждения, в которых возникает и поддерживается недостаток сосущих корней, становятся очагами массового размножения филлофага.

Проводя мониторинг динамики численности непарного шелкопряда, мы обратили внимание на то, что приуроченность очагов вредителя к тем или иным насаждениям не случайна. Так, в 1996 г. на юге Свердловской и северной половине Челябинской области почти повсеместно начался рост плотности популяций «непарника», однако достаточно интенсивным (коэффициент размножения 10) он был только в насаждениях около ст. Перебор западнее г. Каменск-Уральского в Свердловской области. В 2000 г. в этих же местах снова возник наиболее интенсивный очаг непарного шелкопряда в Свердловской области, а возникшее в 2004 и 2009 гг. интенсивные очаги были в Свердловской области приурочены исключительно к насаждениям в окрестностях ст. Перебор. Очевидно, березовые насаждения вокруг ст. Перебор и с. Покровское в Каменск-Уральском районе обладают какими-то свойствами, которые обуславливают высокую вероятность возникновения здесь очагов непарного шелкопряда.

Исходя из механизма возникновения дефицита сосущих корней у древесных растений, можно ожидать, что очаги непарного шелкопряда с наибольшей вероятностью образуются в насаждениях с поверхностными корневыми системами. В таких насаждениях при переходе к жаркой погоде весной происходит быстрое прогревание основного корнеобитаемого слоя почвы. Это способствует

ет дружному началу роста сосущих корней, чем обусловлена высокая вероятность возникновения здесь очагов массового размножения. На постоянных пробных площадях в окрестностях ст. Перебор, по сравнению с контрольными участками, где никогда не отмечалось роста численности вредителя, действительно, корни деревьев имеют поверхностное расположение. Однако этот фактор является не единственным и, по-видимому, не главным. Как показали наши наблюдения, на постоянных пробных площадях, в насаждениях в окрестностях ст. Перебор и в некоторых других местах на юго-востоке Свердловской области, при прочих равных условиях, возникают более интенсивные очаги. Так, в 2005 г. рост численности непарного шелкопряда начался почти везде в Челябинской и на юго-востоке Свердловской области. В насаждениях в Свердловской области, где вероятность возникновения очагов «непарника» была наиболее высокой (например, около ст. Перебор), численность вредителя в 2005 г. выросла до 150 раз (Максимов, Марущак, 2011). Это произошло потому, что в 2005 г. образование очагов филофага совпало с «пересменкой» поколений сосущих корней у берез, во время которой появляется дополнительный дефицит корней. В 2011 г. мы более подробно изучали это явление. В 2010 г. с осени в насаждениях, где вероятность начала вспышек численности «непарника» была высокой, мы с удивлением обнаружили серьезный недостаток тонких корней у берез. В 2011 г. очагов вредителя не возникало, однако численность непарного шелкопряда повсеместно выросла от 1,5 до 50 раз (в 2012 г. она соответственно упадет). Самый высокий рост плотности популяции вредителя наблюдался в выявленных насаждениях с высокой вероятностью образования очагов. Здесь же был наиболее выражен и недостаток тонких корней у кормовых растений (рис.).

На основании этих и других данных можно сделать вывод, что березовые насаждения, в которых постоянно начинаются вспышки численности непарного шелкопряда, характеризуются наиболее интенсивной сменой поколений сосущих корней. Высокая вероятность возникновения очагов в насаждениях оказывает влияние на всю экологию лесной экосистемы. Так, в лесах около ст. Перебор плотность популяции непарного шелкопряда в 1996–2011 гг. составляла в среднем около 100 гусениц на дерево. Соответственно здесь была повышенной численность множества насекомых – сапрофагов, паразитоидов, хищников, связанных с непарным шелкопрядом. Все это создает впечатление повышенного биоразнообразия, по сравнению с контрольными насаждениями. Кроме того, в березовых лесах в окрестностях ст. Перебор постоянно наблюдается в десятки раз более высокая численность пестрянок скабиозовой и донниковой *Silvicola scabiosae* Schev. и *Thermophila meliloti* Esp., чем на контрольных участках. Несомненно, это определяется более высокой здесь выживаемостью их гусениц, питающихся на клевере. Данные виды являются активными опылителями многих лесных растений, цветущих в июле – августе, так что повышенная плотность их популяций, возможно, оказывает влияние на состав растительности.



а



б

Рис. Образцы интактных корней березы в межвспышечном насаждении на постоянной пробной площади № 17 около ст. Перебор в 2009 г. (а) и 2011 г. (б)

Таким образом, мониторинг динамики численности непарного шелкопряда позволяет выявить насаждения с наиболее интенсивными ритмами роста сосущих корней. Высокая интенсивность смены поколений сосущих корней у древесных растений оказывает влияние на биохимические свойства растений травянистого яруса. Возникающий время от времени за счет «пересменки» поколений недостаток тонких корней имеет большое практическое значение во время вспышек массового размножения. Кроме того, изучение циклов роста сосущих корней позволяет по-новому взглянуть на поддержание биоразнообразия в лесных экосистемах. Учитывая, что численность каждого из основных первичных вредителей леса связана с определенным типом тонких корней кормового растения, исследования динамики популяций грызущих филофагов могут принести еще немало неожиданных результатов.

Литература

Воронцов А. И. Лесная энтомология. М., 1982. С. 261–262.

Максимов С. А., Марущак В. Н. Новый метод определения продолжительности жизни сосущих корней у древесных растений // Ботанические сады в 21-м веке. Белгород, 2009. С. 252–257.

Максимов С. А., Марущак В. Н. Синтетическая и трофическая теория динамики численности грызущих филлофагов // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий. Матер. IV Междунар. науч.-практ. конфер. Астрахань, 2011. С. 26–32.

Elkinton J. S., Liebhold A. V. Population dynamics of gypsy moth in North America // Ann. Rev. Entomol., 1990. V. P. 571–596.

Szujecki A. Ecology of forest insect. Warszawa, 1987. P 162–218.

НАШЕСТВИЕ КУЗНЕЧИКА-ПЛАСТИНОКРЫЛА В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. И. Юферев

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

Кузнечик-пластинокрыл (*Phaneroptera falcata* Poda) впервые был обнаружен в Кировской области в 2001 г. в Уржумском районе. В 2009 г. этот вид встречался уже в массе в Верхошижемском районе (Л. Г. Целищева, личное сообщение). В августе 2011 г. пластинокрыл был обычен в заповеднике «Нургуш» на лугах и поляне у кордона. В массе он встречался на некошенных лугах и невытравленных пастбищах в окрестностях деревни Шмелево Свечинского района, хотя в 2010 г. здесь не отмечался. В 2011 г. был найден также в окр. г. Кирова (Л. Г. Целищева, личное сообщение).

В литературе стацией вида указывались опушки леса (Бей-Биенко, 1964). Вероятно, это связано с тем, что в степи и лесостепи, где он был распространен, в те годы высокая невыкошенная трава могла оставаться лишь возле леса. Защитная окраска и удлиненная форма тела позволяют пластинокрылу укрываться от хищников, прежде всего птиц, именно в высокотравье. Поэтому стимулом к расширению ареала вида на север могло послужить, кроме потепления климата, появление в последние 20 лет больших площадей забрасываемых полей и лугов.

Интересно, что на таких пустошах отмечено в последние годы в юго-западных районах области массовое появление клеща рода *Dermacentor* Koch. (Столбова, 2010).

Можно ожидать в ближайшие годы продвижение обоих видов дальше к северу. Не исключено появление в Кировской области в заметном количестве и других видов беспозвоночных животных. Поэтому был бы полезен более интенсивный биомониторинг неиспользуемых сельхозугодий в разных районах области.

Литература

Бей-Биенко Г. Я. Отряд Orthoptera – Прямокрылые // Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 1. М.-Л.: Наука, 1964. С. 205–284.

Столбова Ф. С., Бердинских И. С. Осенняя активность клещей рода *Dermacentor* Koch. на юго-западе области // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ч. 2. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 17–21.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (*DIPTERA, CULICIDAE*) НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Е. В. Панюкова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, panjukova@ib.komisc.ru

Мировая фауна комаров сем. Culicidae насчитывает более 3450 видов (Ward, 1992), представленных во всех зоогеографических областях мира, но распространенных преимущественно в тропиках и субтропиках Земного шара. В мировой науке накоплен огромный фактический материал по морфологии, фауне, биологии, таксономии, распространению, экологии, физиологии, генетике кровососущих комаров, который обобщен в ряде отечественных и зарубежных работ. Объем теоретического и практического материала по кровососущим комарам ежегодно возрастает. Научный прогресс касается многих аспектов изучения кровососущих комаров, появляются новые методы для идентификации видов, совершенствуются апробированные. В настоящее время остается малоисследованной роль представителей семейства Culicidae в природных экосистемах европейского северо-востока России. Перспективны исследования ответной реакции массовых видов семейства кровососущих комаров на действие стресс-факторов, вызванные погодными изменениями в условиях нарастающего глобального потепления.

Для получения достаточных данных для анализа влияния изменения климата на отдельные компоненты биоценозов необходимы комплексные исследования. Для изучения влияния климатических изменений на кровососущих комаров необходимы метеорологические, гидрологические и ботанические данные. Комары являются амфибионтными насекомыми, их личинки и куколки развиваются в водной среде, имаго занимают воздушную среду. Методики разных направлений исследований позволяют оценить экологические условия развития и местообитания комаров. Комплексные исследования ориентированы на целостность изучения экосистемы. Комплексный характер и коллективность выполнения научных работ предъявляют особые требования к сопоставимости результатов, полученных в разных областях знаний. Сравнимость данных играет особенно важную роль в комплексных исследованиях природных экосистем, которые характеризуются строгой сбалансированностью факторов и высокой чувствительностью к внешним воздействиям.

Принципы, на которых основывается исследование фауны и экологии кровососущих комаров, могут быть сформулированы следующим образом.

1. При изучении конкретного вида необходимо четко формулировать цель, представлять теоретическую и практическую значимость исследования.
2. Изучение биологического состояния популяций – численности, полового и возрастного состава (на преимагинальных стадиях) следует проводить одновременно с описанием природно-климатических условий мест обитания.

3. При экологических исследованиях вид изучать не изолированно, в сопоставлении с другими беспозвоночными, использующими ту же среду обитания и кормовую базу.

4. Исследование в естественных, природных условиях дополнять и расширять экспериментальными исследованиями в искусственно созданных лабораторных условиях.

Перспективность комплексных исследований очевидна. В результате научной работы накапливается большой объем новой информации, требующей анализа. Научно-технический прогресс способствует появлению новых технических возможностей для анализа информации. Возникают две первоочередные проблемы:

1. Способ обработки и хранения полученной информации;
2. Оценка уровня новизны полученного результата.

Решению этих проблем служат базы данных (БД) и информационные системы (ИС), которые могут обеспечить качественный анализ имеющегося материала и способствовать выявлению новизны исследования в сравнении с ранее полученными результатами. В Зоологическом институте РАН накоплен опыт создания баз данных в исследованиях животных (Лобанов, Зайцев, 1991; Медведев, 2001). Создание баз данных, часть ресурсов которых становится общедоступной благодаря мировой информационной системе, может значительно стимулировать интерес общества к познанию окружающего мира и тем самым способствовать поддержке и развитию фундаментальной науки (Медведев и др., 2004). В Институте биологии Коми НЦ УрО РАН имеется опыт создания тематических Информационных систем (ИС), которые объединяют несколько БД (Мади, 2009; Панюкова, Мади, 2010). ИС служат для упрощения работы с БД, а также продолжительного хранения и обработки информации. Преимуществами компьютерных программ являются доступность информации в сети Интернет, возможность редактирования, пополнения новыми материалами (таблицами, схемами и пр.), для пользователей ИС предусматривается возможность задать вопрос по интересующей теме разработчикам, используя возможности электронной почты.

Сбор и накопление информации в виде ИС даст ответ на вопрос об ее объеме и качестве. ИС поможет в планировании исследований для дальнейшего поиска ответов на научные запросы. Использование технологии информационных систем устранил возможные повторы в исследованиях и даст стимул для получения новой информации.

В настоящее время накоплен большой объем данных о фауне, экологии, биотопическом и ландшафтном распределении кровососущих двукрылых насекомых комплекса «гну» европейского северо-востока России. Эта информация отражена в ИС «Биоразнообразие двукрылых насекомых комплекса «гну» европейского северо-востока России». Заполнение ИС зависит от изученности групп кровососущих насекомых в регионе, исследований роли кровососущих насекомых в природных экосистемах европейского северо-востока России. ИС доступна на сайте Института биологии с мая 2011 г. (<http://ib.komisc.ru/-add/dbgnus>).

Данные в предложенной системе структурированы и унифицированы с использованием современных технологий. Для каждого вида кровососущих насекомых в базе данных хранится следующая информация: тип ареала, диагностические признаки, биология и экология, эпидемиологическое значение, точки сборов на территории европейского северо-востока России, фотографии насекомых и список литературы. Для кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) отведен отдельный раздел. Информация о комарах хранится в виде фотоматериалов, карт, схем и др. Основные задачи системы: автоматизация ввода, хранения и анализа результатов долговременных наблюдений как основы для проведения мониторинга и планирования медико-ветеринарных мероприятий этой эпидемиологически значимой группы насекомых. Данный информационный ресурс расширяет кругозор о биологии, экологии, внешнем строении видов кровососущих комаров.

Перспективно дальнейшее развитие информационной системы «Биоразнообразие двукрылых насекомых комплекса «гнус» европейского северо-востока России», ее обновление и пополнение данными об эпидемиологически важных видах семейства Culicidae.

Литература

Лобанов А. Л., Зайцев М. В. Создание компьютерных баз данных по систематике млекопитающих на основе классификатора названий животных ZOOCOD // Тр. ЗИН РАН. СПб., 1991. Т. 243. С. 180–198.

Мади Е. Г. Информационная система «Охотничье-промысловые звери и птицы Республики Коми» // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XVI Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2009. С. 118–120.

Медведев С. Г. Опыт создания компьютерной базы данных по морфологии блох (Siphonaptera) // Энтومол. обозр., 2001. Т. 80, вып. 2. С. 527–539.

Медведев С. Г., Лобанов А. Л., Лянгузов И. А., Кункова (Панюкова) Е. В. Обработка информации средствами баз данных в фаунистических и таксономических исследованиях // Энтомологическое обозрение. 2004. Т. 83, Вып. 4. С. 798–827.

Панюкова Е. В., Мади Е. Г. Информационная система «Биоразнообразие двукрылых насекомых комплекса «гнус» европейского северо-востока России» // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докладов XVII Всероссийской молодежной научной конференции. Сыктывкар, 2010. С. 107–110.

Ward R. A. Third supplement to «A catalog of the mosquitoes of the world» (Diptera, Culicidae) // Mosquito Syst. 1992. Vol. 24, № 3. P. 117–230.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СОСТАВУ ОРНИТОФАУНЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «БЫЛИНА»

В. М. Рябов

Институт развития образования Кировской области, ryapitschi@yandex.ru

Плановое изучение орнитофауны Государственного природного заказника (далее ГПЗ) «Былина» происходило в два этапа. Первый этап: инвентаризация орнитофауны в рамках общей инвентаризации фауны позвоночных животных заказника (2004–2007 гг.). В результате на территории ГПЗ выявлено пре-

бывание 148 видов птиц (Рябов, 2007). Второй этап: мониторинговые исследования по «Программе ведения фонового мониторинга природной среды на территории Государственного природного заказника «Былина»» (с 2009 г. по настоящее время). В ходе полевых работ по оценке численности основных экологических групп гнездящихся, зимующих и пролетных птиц, в соответствии с вышеуказанной Программой, мы выявили пребывание 9 видов птиц, ранее не отмеченных для территории ГПЗ «Былина». Далее приводим аннотированный список новых для орнитофауны заказника видов птиц.

Могильник – *Aguila heliaca* (L., 1758). Внесен в Красную книгу РФ и Приложение 1 к Постановлению Правительства Кировской области № 111/317 от 14.07.2011 «Об утверждении видов растений, животных и грибов, внесенных в Красную книгу Кировской области» (III категория). В Кировской области был впервые обнаружен в 2006 г. (Сотников, Рябов, Акулинкин, 2009). На территории заказника «Былина» взрослого могильника наблюдали 1–2 мая 2010 г. на верховом Кайском болоте (участок между оз. Васино, истоком р. Кая, и островом Осередок). Статус пребывания для территории ГПЗ – залетный вид.

Пискулька – *Anser erythropus* (L., 1758). Вид внесен в Красную книгу РФ и Приложение 1 к Постановлению Правительства Кировской области № 111/317 от 14.07.2011 «Об утверждении видов растений, животных и грибов, внесенных в Красную книгу Кировской области» (III категория). На территории заказника был отмечен нами 1 мая 2010 г. на Кайском болоте. Семь птиц обнаружили на гусиной присаде в разновидовой стае (гуменник / белолобый гусь). Статус пребывания для территории ГПЗ – редкий пролетный вид.

Синьга - *Melanitta nigra* (L., 1758). В Кировской области является редким пролетным видом (Сотников, 1999). В ГПЗ «Былина» взрослую самку этого вида в брачном наряде мы наблюдали в разновидовом скоплении уток (хохлатая чернеть, гоголь, шилохвость) на озере Васино в центре Кайского болота 3 мая 2011 г. Статус пребывания для территории ГПЗ – редкий пролетный вид.

Травник – *Tringa tetanus* (L., 1758). В Кировской области является редким гнездящимся перелетным видом (Сотников, 2002). Наблюдается тенденция расширения ареала вида к северу (Соловьев, 2005) На территории заказника был впервые отмечен 23 июня 2010 г. Пару птиц с признаками гнездового поведения мы встретили на переувлажненном кочкарно-осоковом участке Кайского болота у истока р. Волосница. Статус пребывания для территории ГПЗ – редкий гнездящийся вид.

Обыкновенная лазоревка – *Parus caeruleus*(L., 1758). В Кировской области является немногочисленным гнездящимся европейским видом (Сотников, 2008). Наблюдается тенденция расширения ареала вида к северо-востоку (Сотников, 2008). На территории заказника мы впервые встретили обыкновенных лазоревок 21 октября 2009 г. Две птицы передвигались по ольхово-березовому мелколесью в разновидовой стае синиц (пухляк, ополовник, московка) в пойме верхнего течения р. Пелегова. Статус пребывания для территории ГПЗ – кочующий вид.

Черноголовый чекан – *Saxicola torquata* (L., 1766). В Кировской области немногочисленный, местами обычный гнездящийся перелетный вид (Сотников,

2008). Наблюдается тенденция расширения ареала вида на запад-юго-запад (Соловьев, 2005). В ГПЗ «Былина» впервые наблюдали черноголового чекана 24 июня 2009 г. на зарастающем мелкоколесьем поле на месте бывшей деревни Дор. Статус пребывания для территории ГПЗ – гнездящийся вид.

Дубровник – *Ocyris aureolus* (Pallas, 1773). В Кировской области является обычным гнездящимся перелетным видом (Сотников, 2008). Сибирский вид, имеющий тенденцию расширения ареала к западу (Сотников, 2008). На территории заказника впервые отмечен 17 июля 2011 г. в долине р. Пелегова. Статус пребывания для территории ГПЗ – вероятно гнездящийся перелетный вид.

Пестрый дрозд – *Zoothera varia* (Pallas, 1811). Статус вида в Кировской области невыяснен, вероятно, является редким гнездящимся перелетным видом (Сотников, 2008). На территории Кировской области достоверно отмечено две встречи этого вида в Котельничском (заповедник «Нургуш») и Верхнекамском районах (Сотников, 2008). Одиночная птица была обнаружена в пойме р. Юг у северо-западной границы заказника 11 октября 2010 г. Статус пребывания для территории ГПЗ – залетный, возможно нерегулярно гнездящийся вид.

Ястребиная славка – *Sylvia nisoria* (Bechstein, 1795). В Кировской области немногочисленный гнездящийся перелетный вид (Сотников, 2008). В ГПЗ «Былина» впервые наблюдали ястребиную славку на зарастающем мелкоколесьем поле на месте бывшей д. Дор 23 июня 2009 г. На сегодняшний день это самая северная точка обитания вида в регионе. Статус пребывания для территории ГПЗ – вероятно гнездящийся вид.

Таким образом, в настоящее время на территории ГПЗ «Былина» достоверно выявлено пребывание 157 видов птиц.

Литература

- Красная книга РФ (Животные) АСТ «Астрель», 2001. 864 с.
- Рябов В. М. Фауна Государственного природного заказника «Былина». Ч. 1. Позвоночные животные. Киров, 2007. 200 с.
- Соловьев А. Н. Биота и климат в ХХ. Региональная фенология. М.: Пасва, 2005. 288 с.
- Сотников В. Н., Рябов В. М., Акулинкин С. Ф. Новые данные по редким видам птиц Кировской области // Редкие виды птиц Нечерноземного центра России. Материалы IV совещания «Распространение и экология редких видов птиц Нечерноземного центра России» (Москва, 12–13 декабря 2009 г.). М., 2009. 328 с.
- Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. I. Неворобьиные. Ч. I). Киров: ООО «Триада С», 1999. 432 с.
- Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. I. Неворобьиные. Ч. II). Киров: ООО «Триада С», 2002. 528 с.
- Сотников В. Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий (Т. II. Воробьинообразные. Ч. I). Киров: ООО «Триада С», 2008. 432 с.
- Постановление Правительства Кировской области № 111/317 от 14.07.2011 «Об утверждении видов растений, животных и грибов, внесенных в Красную книгу Кировской области».

К ПИТАНИЮ ЛИСИЦЫ (*VULPES VULPES*) СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ВЯТКИ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

О. В. Масленникова

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
Olgamaslen@yandex.ru*

Лисица – типичный хищник-полифаг, для нее характерна всеядность. Она хорошо приспособилась к обильному питанию в летние месяцы и к скудному – зимой, поэтому в зимние месяцы у лисиц падает энергетический обмен, и ей достаточно корма меньше, нежели летом. Уменьшение летом уровня энергетического питания у самок лисиц приводит к снижению выхода молодняка в следующем году, а обильное питание в осенне-зимние месяцы не восполняет этот пробел (Перельдик и др., 1985).

В промысловые сезоны 1996–2003 гг. было исследовано содержимое желудков и кишечника 35 лисиц из 10 районов Кировской области. Желудки взвешивались с пищей и без нее. Кроме того, все лисицы исследовались методом полного гельминтологического вскрытия (Скрябин, 1928).

Из всех животных кормов лисица предпочитает мышевидных грызунов. В Кировской области зимой останки мышевидных были обнаружены в 70% проб. Попадались здесь преимущественно полевка обыкновенная, экономка, рыжая и красно-серая полевки. Останки зайцев составили всего 2,6% в 508 исследованных желудках лисиц, добытых зимой (Соломин, 1979). Исследование желудков лисиц И. В. Романовым (1969) в Чувашии, Горьковской области и Татарии аналогичны данным Н. Н. Соломина (1979). В желудках наших исследованных лисиц (с пищей их было 25), наряду с мышевидными грызунами (56% встреч), большую роль играла падаль. Это объясняется тем, что лисицы в основном были добыты во второй половине зимы (февраль), когда глубокий снег не давал возможность лисице питаться грызунами (табл.). Исходя из данных табл., к падали мы относим останки крупных млекопитающих: свиньи, овцы, собаки, кабана, лося. По данным И.В. Романова (1969), падаль в питании лисицы составила 33,3%, в наших исследованиях – 44%. Н.Н.Соломин (1979), кроме вышеперечисленного, к падали относит останки кошек и кур. В Кировской области за 9 сезонов (1966–1975 гг.) падаль была обнаружена в 62 % встреч.

Падаль чаще поедали лисицы более молодого возраста (Соломин, 1979). Падаль имеет большое значение в годы с низкой численностью мышевидных грызунов, является одним из источников трихинеллеза. Личинки трихинелл обнаружены нами у 37,1% исследованных лисиц, тогда как в Мордовии, (расположенной южнее) личинки трихинелл обнаружены у 7,6% лисиц (Мачинский, Семов, 1972), в Горьковской области и Чувашии зараженность лисиц по данным И.В. Романова (1969) составила 24,8%.

Таким образом, падаль играет весьма существенную роль в питании лисицы, поскольку в трудный для нее период обеспечивает ее полноценной белковой пищей. Поэтому масштабы антропогенной освоенности территории играют в жизнедеятельности лисицы важную роль. В мало обжитых человеком

угодьях лисица имеет меньше шансов пережить при бескормице тяжелое время года, тогда, как в густонаселенных районах она может существовать в это время довольно безбедно.

Таблица

**Результаты исследования содержимого желудков лисицы
в осенне-зимний период**

Виды пищи	И. В. Романов, 1969		Наши исследования	
	число встреч	% встречаемости	число встреч	% встречаемости
Мышевидные грызуны	126	82,8	14	56
Птицы	26	17,1	2	8
Зайцы	–	–	1	4
Моллюски	–	–	1	4
Растительная пища	4	2,6	7	28
Курица	–	–	2	8
Падаль (не определ.)	20	20,4	1	4
Останки крупных млекопитающих	13	8,5	1	4
Свинья	3	1,9	4	16
Овца	3	1,9	–	–
Собака	1	0,6	3	12
Кошка	1	0,6	–	–
Кабан	–	–	1	4
Лось	–	–	1	4

Интересно нахождение в желудке одной лисицы остатков раковин моллюсков – в кишечнике и желудке у нее было много песка. Один раз в желудке лисицы нами были обнаружены останки зайца, 2 раза – курицы. Это еще раз подтверждает широкий спектр питания лисицы.

Лисица охотно поедает и растительные корма. По данным И.В. Романова (1969), растительная пища составила всего 2,6% встреч, тогда, как по нашим данным процент встреч растительных кормов в желудках лисицы составляет 28%. Растительные корма представлены хвоей, сеном, соломой, пшеницей, комбикормом, овсом, причем зерна пшеницы отмечены нами в 3-х случаях из 7. В южных районах Кировской области растительные остатки встречались в каждом 8 из 10 желудков лисиц, добытых в зимнее время. Большей частью это были обрывки травы, соломы, хвоя, куски коры и древесины, ягоды (Соломин, 1979).

С хищничеством лисицы связано заражение ее биогельминтами, растительности сопутствует распространение геогельминтов. Из геогельминтов у лисицы зарегистрированы 3 вида. Двумя видами – *Toxocara canis* и *Toxascaris leonina* – хищник инвазируется прямым путем, а также через резервуарных хозяев. У *T.canis* выявлена интраутеринная передача инвазии, трансмаммарная и при каннибализме. Третьим геогельминтом – *Uncinaria stenocephala* – лисица заражается как перорально, так и перкутанно (Петров, 1941 и др.). У исследованных нами двух лисиц из Сунского района, добытых в разные годы, в желудках была обнаружена растительная пища, причем у одной были только зерна пшеницы, у другой – с остатками падали. Обе лисицы были очень низкой упи-

танности и с наибольшим количеством *T. leonina* из всех исследованных лисиц – 54 и 60 экз.

Таким образом, в питании лисиц в осеннее-зимний период на первом месте стоят мышевидные грызуны (56% встречаемости), на втором – падаль (44%), на третьем месте – растительные корма – 28%. Питание падалью является одним из источников трихинеллеза, с хищничеством связано заражение лисицы биогельминтами, растительностью сопутствует заражение геогельминтами.

Литература

Мачинский А. П. Семов В. Н. Гельминты лисиц Мордовии //Тез. докл. 8 Всесоюзной конференции по природно-очаговым болезням животных и охране их численности 5–8 сентября 1972 г. Киров, 1972. Т. I. С. 111.

Перельдик Н. Ш., Кладовщиков В. Ф., Самков Ю. А. Кормление пушных зверей // Научные основы звероводства / Под ред. В. А. Берестова. Ленинград: Наука, 1985. С. 148–51.

Петров А. М. Глистные заболевания пушных зверей. М.: Международная книга, 1941. 226 с.

Романов И. В. Эколого-фаунистическое изучение гельминтов плотоядных Среднего Поволжья с разработкой вопросов эпидемиологии важнейших гельминтозоонозов: Диссертация доктора биол. наук. Горький, 1969. 523 с.

Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: МГУ, 1928. 45 с.

Соломин Н. Н. Зимнее питание лисицы среднего течения р. Вятки // Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих. М., 1979. С. 125–131.

СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В МЯСЕ И СУБПРОДУКТАХ У САМЦОВ И САМОК КРАСНОЙ ЛИСИЦЫ

Е. А. Доронина¹, Н. А. Шулятьева²

¹ *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
ognewka-86@mail.ru*

² *РЦГЭЖиМ по Кировской области ФГУ Гос «НИИ ЭНП»*

Минеральные вещества в организме как человека, так и животного играют немаловажную роль. Они отвечают практически за все биологические процессы, происходящие в организме. Минеральные вещества участвуют в важнейших обменных процессах организма: водно-солевом и кислотно-щелочном. Многие ферментные процессы в организме невозможны без участия тех или иных минеральных веществ (Хеннинг, 1976). В доступной литературе сведения по минеральному составу мяса и субпродуктов красной лисицы не обнаружено.

Целью нашей работы является изучение минерального состава мышечной ткани и субпродуктов красной лисицы

Материал, методика и условия проведения опыта. Материал для исследования был взят из зверохозяйства ООО «Вятка» Слободского района Ки-

ровской области. Всего было исследовано 20 животных в возрасте семи месяцев: 10 самцов и 10 самок. Условия содержания всех животных были одинаковы, и они были клинически здоровы. Пробу мышц брали смешанную: с лопаточно-плечевых и заднебедренных групп мышц. У животных изучали минеральный состав (Ca, P, Na, Mg, K) мяса и субпродуктов (печень, сердце, почки, лёгкие) на атомно-адсорбционном спектрофотометре «Сатурн». Исследования проводились в научно-исследовательской межфакультетской иммуно-гистологической лаборатории и на кафедре зоогигиены Вятской ГСХА. Полученные результаты подвергали биометрической обработке. Статистическая обработка проводилась при помощи программ ASD. Рассчитывали среднеарифметические, t-критерий Стьюдента, вероятность событий (Лакин, 1990).

Результаты исследований. Из табл. видно, что в мышечной ткани у самцов и самок практически нет различия в цифровом значении содержания макроэлементов. Также можно отметить что, среди других субпродуктов, кальцием богаты печень и почки. Разница между самцами и самками в числовом значении незначительная. Кальция в печени больше у самок, чем у самцов на 0,27% ($P \geq 0,05$). В почках содержания кальция больше у самцов, чем у самок на 14,69% ($P \leq 0,05$). По анализу данной табл. можно сказать, что по содержанию фосфора, среди других субпродуктов, также богаты печень и селезёнка. Так, содержание фосфора в печени достоверно выше у самцов, чем у самок на 0,380 г/кг ($P \leq 0,05$), в селезёнке же содержание фосфора больше у самок, чем у самцов на 0,120 г/кг ($P \geq 0,05$). В других субпродуктах данный показатель варьирует от 1,840 до 2,058 г/кг ($P \geq 0,05$).

Натрием богаты следующие внутренние органы: селезёнка, печень и почки. Их концентрация варьирует от 0,828 до 0,985 г/кг ($P \geq 0,05$). Можно отметить, что разница между самцами и самками по содержанию натрия в печени достоверна. Содержание натрия в печени больше у самцов, чем у самок на 5% ($P \leq 0,01$) Магния более всего выявлено в сердце. На втором месте по содержанию магния – печень и лёгкие. Цифровые значения концентрации магния колеблются от 0,418 до 0,487 г/кг, разница между самцами и самками так же незначительная ($P \geq 0,05$). Наибольшее содержание калия выявлено в селезёнке, по сравнению с другими исследуемыми органами. В этом органе у самок калия больше, чем у самцов на 7,75% ($P \leq 0,05$). В других органах данный показатель находится в пределах от 0,800 до 1,603 г/кг ($P \geq 0,05$).

Можно отметить, что печень является депо макроэлементов. Вследствие этого в данном органе и отмечена наибольшая концентрация макроэлементов. Магний же необходим для передачи нервных импульсов, сокращений сердечной мышцы, поэтому его и больше в сердце. Калий играет большую роль во внутриклеточном обмене, он активизирует ряд ферментов и участвует в важнейших обменных реакциях, поэтому его и больше в селезёнке и печени. Натрий регулирует кислотно-щелочной состав и осмотическое давление в клетках, тканях и крови, поэтому его больше в печени и лёгких (Комов, 2008).

Таблица

**Содержание макроэлементов в мышцах и субпродуктов у красной лисицы,
г/кг**

		Ca	P	Na	Mg	K
Селе ле- зён- ка	са- мец	0,378±0,028	2,713±0,160	0,828±0,045	0,340±0,023	2,583±0,055*
	сам- ка	0,413±0,009	2,838±0,210	0,852±0,047	0,365±0,009	2,800±0,050*
Пе- чень	са- мец	0,790±0,020	3,460±0,070*	0,898±0,009**	0,418±0,003**	1,090±0,064**
	сам- ка	0,793±0,020	3,076±0,025*	0,853±0,003**	0,487±0,026**	0,800±0,05**
Сер дце	са- мец	0,398±0,021	2,033±0,019	0,727±0,023	0,483±0,033	1,60±0,006
	сам- ка	0,397±0,023	2,042±0,007	0,705±0,026	0,453±0,018	1,603±0,005
Поч ки	са- мец	0,674±0,010*	1,886±0,036	0,948±0,028	0,324±0,008*	1,370±0,063
	сам- ка	0,575±0,025*	1,840±0,010	0,985±0,075	0,290±0,010*	1,425±0,125
Лёг- кие	са- мец	0,413±0,030	2,058±0,005***	0,597±0,007	0,430±0,018*	1,535±0,021
	сам- ка	0,400±0,006	2,100±0,000***	0,593±0,007	0,500±0,000*	1,493±0,007
Мы шцы	са- мец	0,304±0,012	1,982±0,011	0,440±0,006	0,358±0,013	1,640±0,043
	сам- ка	0,316±0,012	1,988±0,016	0,428±0,010	0,342±0,007	1,648±0,019

Примечание: * – разница между самцами и самками достоверна при $P \leq 0,05$

** – разница между самцами и самками достоверна при $P \leq 0,01$

*** – разница между самцами и самками достоверна при $P \leq 0,001$

Выводы. 1. Наибольшее содержание макроэлементов было отмечено в печени, селезёнке и сердце у красной лисицы.

2. Установлено, что содержание кальция в почках (достоверно) больше у самцов, чем у самок на 14,69%.

3. Концентрация фосфора больше в печени и лёгких. По содержанию фосфора в печени больше у самцов, чем у самок на 11,10 % ($P \leq 0,05$), в лёгких же наоборот, содержание фосфора больше у самок, чем у самцов на 2% ($P \leq 0,001$).

4. В печени содержание натрия (достоверно) больше у самцов, чем у самок на 5,02% ($P \leq 0,01$).

5. По магнию достоверные отличия между самцами и самками установлены в печени, почках и лёгких. Соответственно содержание магния в печени больше у самок на 14,17% ($P \leq 0,01$), в почках больше у самцов на 10,5% ($P \leq 0,05$), в лёгких больше у самок на 14% ($P \leq 0,05$).

6. Отмечено достоверное отличие между самцами и самками по содержанию калия в селезёнке и печени. По содержанию калия в селезёнке больше у самок, чем у самцов на 7,75% ($P \leq 0,05$), а печени калия больше у самцов, чем у самок на 26,61% ($P \leq 0,01$).

Литература

Комов. В. П. Биохимия: учеб. для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова. 3-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2008. 638,[2] с.

Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. Спец. Вузов 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

Хеннинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении с.-х. животных. М.: Колос, 1976. 560 с.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ КОЛЬЦЕВАНИЯ РУКОКРЫЛЫХ В БАССЕЙНЕ Р. ВЯТКИ

А. Н. Ляпунов

*КОГОКУ СОШ «Кировский областной центр
дистанционного образования детей» owls_bats@mail.ru*

В литературе имеется много сведений об использовании рукокрылыми одних и тех же летних и зимних убежищ из года в год. В частности, неоднократное нахождение этих зверьков в одном месте отмечено у двух представителей рода *Myotis* (Хританков, Оводов, 2001; Снитько, 2001) В результате проведённых нами работ по кольцеванию водяной ночницы на стационаре в Пижанском районе области ($n=72$) в летний период 2007–2011 гг. были получены следующие данные (табл.).

Таблица

Данные о повторных отловах окольцованных особей водяной ночницы на стационаре

Дата кольцевания	№	пол	Дата повторной регистрации				
			2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
22.08.2007	87407	♂	–	+	–	–	+
22.08.2007	87408	♂	–	–	–	–	+
22.08.2007	87409	♂	–	–	+	–	–
22.08.2007	87411	♂	–	–	+	–	–
25.08.2007	87417	♂	–	–	+	–	+
15.06.2008	87428	♂	+	–	–	–	–
10.08.2008	87431	♂	+	–	–	–	–

Возврат колец четырёхлетней давности, а также неоднократный отлов одних и тех же особей в одном месте, как в течение одного летнего сезона, так и ряда лет, свидетельствует о том, что, по крайней мере, часть особей данного вида из года в год используют одни и те же места летнего обитания, в том числе и убежища, и держатся здесь в течение всего периода летней активности.

Таким образом, нами доказано наличие определённой привязанности рукокрылых к убежищам в Кировской области. Благодаря этому можно выдви-

нуть предложения о необходимости охраны не только самих зверьков, но и их убежищ, как важного составляющего условия для их обитания.

Литература

Снитько В. П. Рукокрылые (*Chiroptera*) Ильменского заповедника // *Plecotus et al.*, 2001. Вып. 4. С. 69–74.

Хританков А. М., Оводов Н. Д. О долгожительстве ночниц Брандта (*Myotis brandti* Eversmann) в Средней Сибири // *Plecotus et al.*, 2001. Вып. 4. С. 20–24.

НОВОЕ МЕСТО НАХОДКИ И НЕКОТОРЫЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЛОПЁРОГО ПЕСКАРЯ (*ROMANOGOBIO ALBIPINNATUS*) В БАССЕЙНЕ р. ВЯТКИ

А. Н. Ляпунов¹, О. Н. Ляпунова²

¹ КОГОКУ СОШ «Кировский областной центр
дистанционного образования детей»,

² Вятская государственная сельскохозяйственная академия, owls_bats@mail.ru

На территории области белопёрый пескарь (*Romanogobio albiginnatus*) ранее был отмечен в нижнем течении р. Вятки и в её крупных притоках: Буй, Шошма, Воя, а также в верхнем течении р. Камы (Лукаш, 1940). В 2000 г. В. Н. Сотниковым этот вид был отмечен в р. Вятке у г. Кирова и в окрестностях с. Мари-Малмыж, где численно значительно преобладал над обыкновенным пескарем (*Gobio gobio*) (Сотников, Двинских, 2005).

Нами белопёрый пескарь обнаружен в р. Быстрица, примерно в 40 км от места её слияния с р. Вятка. При разборе уловов школьников на поплавочную удочку из пос. Торфяной (Оричевский район) в августе – сентябре 2011 г., было зарегистрировано 4 особи данного вида. При этом вместе с белопёрыми было доставлено на исследование 32 особи обыкновенного пескаря. Выявленное соотношение в уловах противоречит ранее приведенным данным (Сотников, Двинских, 2005). Возможно, в различных реках области соотношение особей этих видов подвержено значительной изменчивости.

Исследованные белопёрые пескари имели промысловую длину $7,08 \pm 0,17$ см, а массу $4,08 \pm 0,16$ грамма. При этом эти же показатели у обыкновенного пескаря составляли $8,25 \pm 0,11$ см, и $6,76 \pm 0,32$ грамма соответственно. Отличия по этим характеристикам являются статистически достоверными (при $p \leq 0,01$).

Литература

Лукаш Б. С. Рыбы Кировской области. Труды Кировского областного научно-исследовательского института краеведения. 1940. Вып. 14. Киров. 72 с.

Сотников В. Н., Двинских В. И. Рыбы и миноги Кировской области. Справочник-определитель. Киров: Триада Плюс, 2005. 104 с.

РЕПРОДУКТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ САМОК ДВУХ ВИДОВ БУРОЗУБОК НА ТЕРРИТОРИИ ЖИГУЛЕВСКОГО ГПЗ И НП «САМАРСКАЯ ЛУКА»

Е. С. Зеленская¹, Е. А. Кизилова¹, Т. Г. Симак², С. В. Симак²

¹ Институт цитологии и генетики ИЦГ СО РАН, pinus@bionet.nsc.ru

² Университет Наяновой (СГОУН), simak-sergey@rambler.ru

Бурозубки рода *Sorex* – эвритопные виды, роль которых в экосистемах умеренного пояса значительна и весьма разнообразна. Бурозубки являются одними из основных потребителей беспозвоночных животных, населяющих поверхность почвы, саму почву и лесную подстилку. Бурозубки служат пищей для хищных птиц и млекопитающих. Бурозубки утилизируют трупы и рыхлят почву. Помимо этого, бурозубки являются прокормителями блох, иксодовых и гамазовых клещей, служат хозяевами для богатого набора эндопаразитов (Фауна..., 1994). Биология размножения и развития видов, входящих в род *Sorex*, изучена недостаточно. С другой стороны, для оптимального мониторинга предлагается учитывать не только возрастную структуру популяции, но и репродуктивные характеристики полов (Григоркина и др., 2006).

Целью данной работы было изучение репродуктивного состояния самок двух видов из рода *Sorex* (*Sorex araneus* L, *Sorex minutus* L). Источником материала послужили ежегодные (2000–2008 гг.) полевые сборы из Самарской области. Ранее, на основе уже имеющихся методов биоиндикации (Исаев, Шилова, 1999), мы разработали оригинальный алгоритм морфологического анализа репродуктивной системы самок свободноживущих грызунов и применили его для исследования полёвки *Microtus arvalis* (Поварницына и др., 2010) и трёх видов мышевидных грызунов из рода *Apodemus* (Кизилова и др., 2010), взятых с той же территории. Камеральная обработка и анализ изображений проводились в ЦКП МАБО ИЦГ СО РАН (<http://www.bionet.nsc.ru/microscopy/index.html>). Данные обработаны с использованием пакета MSExcel.

Оценивалось соотношение ювенильных, беременных и зрелых небеременных самок, учитывалась доля самок с полной потерей эмбрионов. В сумме исследовано 294 образца от 212 особей *S. araneus* и 82 особи *S. minutus*. В целом (рис 1.), большая часть сборов приходится на *S. araneus* и составляет, в среднем, около 80% (58%-92% в отдельные годы) от общего числа пойманных самок. Число самок *S. minutus* регулярно снижалось в 2000 г., 2003 и 2006–2007 гг., составляя, в среднем, не более 10% от общего числа пойманных животных. В 2001 г в ловушки попало примерно равное число особей того и другого вида. По всей видимости, на данной территории численность самок *Sorex sp.* имела заметный максимум в 2001 г. и минимум в 2006 г.

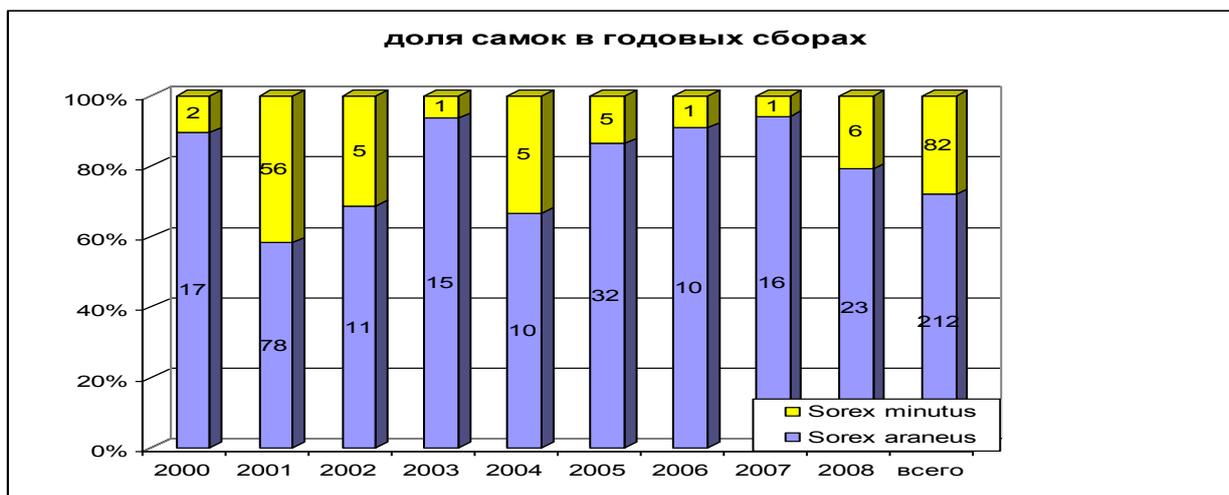


Рис. 1. Соотношение самок *S. araneus* и *S. minutus* в годовых сборах

После анализа фолликулогенеза и морфологии репродуктивного тракта были выделены четыре физиологические группы самок (табл. 1, рис. 2). В процессе размножения участвуют преимущественно самки 2 группы, и – частично – самки 1 группы. В отличие от грызунов, пойманных на той же территории (Поварницына и др., 2010; Кизилова и др., 2010), в популяциях бурозубок наблюдалось заметно меньше самок с полной резорбцией эмбрионов (группа 2). Отмечались случаи, когда на фоне преобладающей резорбции (до 5–7 резорбированных маточных камер) одна или две камеры содержали нормальные плоды/эмбрионы и пропорционально развитые провизорные органы. Достоверные межвидовые отличия в массе яичников и массе матки не обнаружены.

Таблица 1

Физиологические группы самок в популяциях *Sorex sp.*

Группа	Фолликулы	жт	бт	Средняя масса одного яичника, mg		ми	Средняя масса матки, mg	
				<i>S.ar</i>	<i>S.mi</i>		<i>S.ar</i>	<i>S.mi</i>
1. Половозрелые небеременные самки	антрум, Граафовы	– или +	– или +	1,9 (0,5–8)	0,9 (0,5–1)	– или +	98 (21–810)	59 (21–150)
2. Нормально беременные самки	антрум, Граафовы	+	+	3 (0,5–20)	4 (0,5–20)	+	nd	nd
3. Самки с полной резорбцией эмбрионов	антрум, Граафовы	+	+	5 (1–12)	7 (0,5–18)	+	169 (45–400)	144 (54–200)
4. Ювенильные самки								
4а	односл.	–	–	0,1–0,5	0,1–0,5	–	5 (2–8)	5 (3–8)
4б	двухсл.	–	–	0,1–1,0	0,1–1,0	–	10(8–24)	19(10–35)
4с	ранний антрум	–	–	0,5–2,0	0,5–2,0	–	19(10–31)	до 25

Примечания: жт – наличие жёлтых тел; бт – наличие белых тел; ми – наличие мест имплантации, т.е. плодных камер и/или пятен имплантации; nd – данные неполные

Репродуктивное состояние самок бурозубок представлено на рис. 2. Численность половозрелых небеременных самок сильно варьирует в зависимости от года наблюдений. Так, в 2004 г. в ловушки не попало ни одного животного из данной группы, а в 2000 и 2007 гг. улов составил по 2 особи. Интересно заметить, что годы накануне (2003 и 2006) характеризуются значительным снижением доли ювенильных самок (группа 4). Анализ структуры группы ювенильных самок показал, что большая их часть (не менее 50%) – это самые юные животные (табл. 1., группа 4а). Можно предположить, что уменьшение числа половозрелых небеременных самок в 2004 и 2007 гг. является следствием снижения количества сеголеток предшествующего года. Это предположение согласуется с данными других источников: показано, что в республике Коми доля самок-сеголеток в воспроизведении популяций *S.araneus* и *S.minutus* незначительна. Она составляет не более 1,4–6,1%. Размножаются, в основном, успешно перезимовавшие особи (Фауна..., 1994).

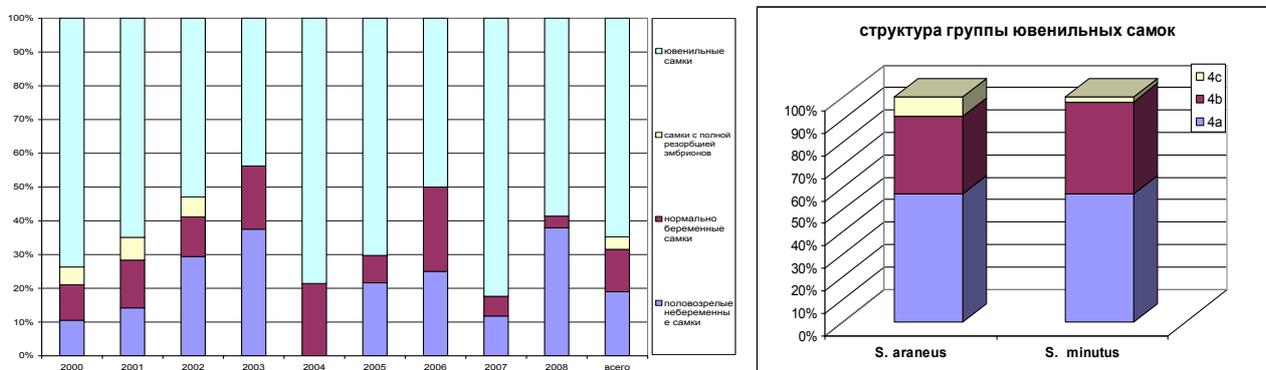


Рис. 2. Репродуктивное состояние самок *Sorex sp.*

Анализ годовой динамики на исследованном временном отрезке показал, что в изменении численности самок разных репродуктивных групп у обоих видов бурозубок имеются как синхронные, так и асинхронные фазы (рис. 3).



Рис. 3. Динамика численности самок разных репродуктивных групп

Анализ потенциальной и фактической плодовитости (табл. 2) показал, что самки из группы 3 овулируют, в среднем, меньшим числом ооцитов, чем самки из группы 2. Эффективность имплантации у самок с нормально протекающей беременностью также, в среднем, выше, чем у самок с полной резорбцией эмбрионов. Репродуктивный потенциал нормально беременных самок *S.araneus* и *S.minutus*, по всей видимости, сопоставим.

Таблица 2

Потенциальная и фактическая плодовитость самок *Sorex sp.*

	Нормально беременные самки (группа 2)				Самки с полной резорбцией эмбрионов (группа 3)		
	жт	ми	1	2	жт	ми	1
<i>S. araneus</i>	10±0,4	8±0,4	81±2,8	86±3,4	9±1	7±0,6	75±5
<i>S. minutus</i>	8±0,7	7,5±0,6	89,9±2,6	88,5±8,5	7,6±0,7	4,6±1	54±5,1

Примечания: жт – число жёлтых тел в двух яичниках; ми – число мест имплантации в последней по времени беременности на двух рогах матки; 1 – эффективность имплантации, %% – как отношение ми к жт; 2 – эффективность вынашивания, %% – как отношение числа нормальных эмбрионов к ми.

Таким образом, был проведён анализ репродуктивного состояния самок двух видов из рода *Sorex* на территории Жигулёвского ГПЗ и НП «Самарская Лука» с 2000 по 2008 гг. включительно. Описаны видоспецифические особенности в годовой динамике численности размножающихся и пустующих самок, определены характерные для данных популяций *S. araneus* и *S. minutus* показатели потенциальной и фактической плодовитости.

В соответствии с динамикой численности четырёх выделенных функционально-физиологических групп самок можно предположить, что 2004, 2007 и, не исключено, 2000 гг. были неблагоприятными для размножения данных видов.

Литература

Григоркина Е. Б., Оленев Г. В., Пашнина И. А., Тарасов О. В., Коробейникова В. П. Репродуктивная стратегия мышевидных грызунов в радиоактивно-загрязнённом биогеоценозе // Известия Челябинского научного центра, Вып. 4 (34). 2006. С. 101–105.

Исаев С. И., Шилова С. А. Патология размножения мелких млекопитающих как критерий нарушения состояния экосистемы // Биоиндикация радиоактивных загрязнений, М.: Наука, 1999. С. 36–41.

Кизилова Е. А., Поварницына П. Ю., Смелянская А. И., Симак Т. Г., Симак С. В. Репродуктивное состояние самок трёх видов грызунов рода *Apodemus* на территории Жигулёвского ГПЗ и НП «Самарская лука» // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации, Выпуск VIII. Часть 1. Материалы Всерос. н-пр. конф. Киров, 2010. С. 20–24.

Поварницына П. Ю., Симак С. В., Симак Т. Г., Кизилова Е. А. Репродуктивное состояние самок *Microtus arvalis*, взятых с территории Жигулёвского ГПЗ и НП «Самарская лука» // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия на охраняемых и иных территориях: Матер. Всерос. н-пр. конф. Уфа, 2010. С. 139–142.

Фауна европейского северо-востока России // Млекопитающие. Т. 2. Ч. 1. Насекомоядные, рукокрылые, зайцеобразные грызуны / Под ред. А. А. Астафьева. СПб: Наука, 1994. С. 11–65.

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ
VIVIPARUS VIVIPARUS L. р. МАЛАЯ КОКШАГА
В ЧЕРТЕ г. ЙОШКАР-ОЛА**

С. В. Усков, П. В. Бедова

Марийский государственный университет, bedova@marsu.ru

Изучение популяции живородок подтверждает важнейшее теоретическое положение о том, что выработанные в процессе приспособления адаптивные модификации создают предпосылки для становления новых механизмов наследственной изменчивости в пределах уже имеющейся нормы реакции (Моллюски..., 1967).

Лужанки занимают преимущественно бенталь постоянных и временных водоемов, однако встречаются и на растениях, главным образом, полупогруженных – тростнике, рогозе. Лужанки – типичные детритофаги. Челюсти у них отсутствуют. При слабом ротовом аппарате они могут дополнительно питаться фильтрационным способом. В кишечнике *Viviparus* встречаются песчинки, ил, одноклеточные водоросли, бактерии и ткани высших растений (Цихон-Луканина, 1987).

Оценка степени загрязнения водоемов по состоянию популяций сводится к выявлению аномалий в их структуре. Молодые особи чувствительнее взрослых к интоксикации, поэтому уменьшение их относительного количества в популяциях свидетельствует о нарастании загрязнения (Константинов, 1967).

Целью данной работы было изучение размерно-возрастной структуры популяции лужанки речной (*Viviparus viviparus L.*, 1758) р. Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Ола.

Река Малая Кокшага подвержена сильному антропогенному воздействию. В бассейне реки находится 6 очистных сооружений и крупный промышленный центр г. Йошкар-Ола.

Исследования проводились в летний период 2010 г. Сбор материала проводили в литоральной зоне методом учетных площадок на р. Малая Кокшага в районе г. Йошкар-Олы, от водозабора до очистных сооружений, на 13 станциях.

Собранный материал переносили в лабораторию кафедры зоологии МарГУ. В лаборатории определяли численность, биомассу лужанки речной, а также разделяли моллюсков по половой принадлежности. Определение половой принадлежности происходило с момента выхода лужанки из раковины. У каждого экземпляра проведены следующие промеры: АА – высота раковины; ББ – ширина раковины; АГ – высота завитка; ВГ – высота устья.

При изучении половой структуры *V. viviparus* было выявлено, что в популяции лужанки речной на разных станциях отбора проб количество самцов варьирует от 4 до 33 особей, а самок от 1 до 50. В целом по исследуемому участку р. Малая Кокшага самцы составляют 43,2%, а самки – 56,8%.

Были рассчитаны средние показатели высоты раковины, ширины раковины, ширины устья, высоты завитка, высоты устья у самцов и самок, отдельно на каждой станции. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели раковин лужанки речной по станциям

№ ст.	Параметры	Самцы	Самки	U	p
		$x \pm mx$	$x \pm mx$		
1.	Высота раковины	1,76±0,57	1,91±0,69	11,0	0,91
	Ширина раковины	1,57±0,38	1,78±0,48	8,0	0,39
	Высота устья	1,06±0,23	1,18±0,26	10,0	0,66
	Высота завитка	1,03±0,41	1,41±0,88	10,5	0,74
2	Высота раковины	2,48±0,33	2,96±0,18	4,5	0,04
	Ширина раковины	2,06±0,21	2,50±0,14	1,5	0,008
	Высота устья	1,40±0,15	1,59±0,06	5,5	0,07
	Высота завитка	1,43±0,24	1,79±0,17	3,5	0,02
3	Высота раковины	1,90±0,45	1,20±0,01	0,1	0,13
	Ширина раковины	1,64±0,33	1,15±0,01	0,1	0,13
	Высота устья	1,20±0,23	0,90±0,01	2,0	0,53
	Высота завитка	1,13±0,29	0,70±0,01	1,0	0,26
4	Высота раковины	1,67±0,36	1,67±0,55	666,0	0,29
	Ширина раковины	1,51±0,28	1,51±0,41	700,0	0,47
	Высота устья	1,07±0,17	1,06±0,23	696,0	0,50
	Высота завитка	1,00±0,26	1,02±0,38	706,0	0,44
5	Высота раковины	2,19±0,39	1,52±0,58	2,5	0,09
	Ширина раковины	1,87±0,28	1,53±0,71	5,0	0,38
	Высота устья	1,24±0,15	1,06±0,38	5,5	0,38
	Высота завитка	1,33±0,25	1,00±0,50	5,5	0,38
6	Высота раковины	2,08±0,34	1,97±0,50	460,0	0,37
	Ширина раковины	1,80±0,26	1,73±0,37	474,0	0,48
	Высота устья	1,23±0,15	1,18±0,20	479,0	0,52
	Высота завитка	1,30±0,24	1,26±0,37	468,0	0,43
7	Высота раковины	1,96±0,72	2,37±0,39	41,5	0,09
	Ширина раковины	1,66±0,50	1,98±0,25	40,0	0,08
	Высота устья	1,20±0,31	1,35±0,16	55,0	0,40
	Высота завитка	1,27±0,52	1,45±0,25	48,0	0,21
8	Высота раковины	2,22±0,38	2,07±0,60	48,0	0,70
	Ширина раковины	1,96±0,30	1,80±0,43	44,5	0,50
	Высота устья	1,31±0,18	1,23±0,23	42,5	0,12
	Высота завитка	1,37±0,27	1,26±0,42	46,0	0,60
9	Высота раковины	1,67±0,68	1,30±0,61	108,0	0,03
	Ширина раковины	1,50±0,53	1,20±0,44	116,0	0,06
	Высота устья	1,04±0,30	0,88±0,33	113,5	0,05
	Высота завитка	0,96±0,42	0,74±0,46	109,5	0,03
10	Высота раковины	2,35±0,50	1,80±0,73	91,5	0,02
	Ширина раковины	1,88±0,46	1,56±0,54	109,5	0,10
	Высота устья	1,42±0,34	1,10±0,31	8,0	0,009
	Высота завитка	1,51±0,41	1,05±0,49	79,0	0,01
11	Высота раковины	2,33±0,37	2,30±0,43	176,0	0,91
	Ширина раковины	1,94±0,32	1,91±0,31	165,0	0,67
	Высота устья	1,33±0,19	1,32±0,17	176,0	0,91
	Высота завитка	1,50±0,27	1,44±0,30	165,0	0,67

Продолжение таблицы 1

№ ст.	Параметры	Самцы	Самки	U	p
		$x \pm mx$	$x \pm mx$		
12	Высота раковины	2,34±0,37	1,99±0,64	107,0	0,22
	Ширина раковины	1,98±0,25	1,69±0,54	113,0	0,31
	Высота устья	1,35±0,14	1,19±0,27	103,0	0,17
	Высота завитка	1,42±0,25	1,20±0,41	105,0	0,19
13	Высота раковины	2,30±0,41	2,38±0,42	85,5	0,40
	Ширина раковины	1,92±0,28	1,93±0,27	97,5	0,74
	Высота устья	1,32±0,20	1,31±0,15	101,5	0,88
	Высота завитка	1,46±0,26	1,49±0,27	93,0	0,62

Из табл. 1 видно, что достоверные отличия зарегистрированы не по всем размерным характеристикам раковин и не на каждой станции. Так достоверно отличаются высота и ширина раковины и высота завитка у разных полов на станции № 2; высота раковины и высота завитка на станции № 9; высота раковины, высота завитка и высота устья на станции № 10.

Всего было промерено 179 особей мужского пола и 235 особей женского пола.

Сравнение морфометрических параметров самцов и самок лужанки речной в целом по исследуемому участку показало, что самцы по всем морфометрическим показателям (высота раковины, ширина раковины, ширина устья, высота завитка, высота устья) крупнее самок. Разница статистически значима (табл. 2).

Таблица 2

Промеры раковин *V. viviparus* реки Малая Кокшага (июнь 2010 г.)

Параметры	Самцы (n=179)		Самки (n=235)		t	p
	$x \pm mx$	SD	$x \pm mx$	SD		
Высота раковины	2,08±0,038	0,501	1,87±0,043	0,659	3,642	0,000304
Ширина раковины	1,78±0,028	0,370	1,63±0,032	0,485	3,460	0,000597
Высота устья	1,29±0,026	0,353	1,15±0,030	0,462	3,488	0,000539
Высота завитка	1,24±0,018	0,238	1,14±0,019	0,287	3,894	0,000115

При изучении размерно-возрастной структуры моллюсков разделяли по высоте раковины на размерные классы. Размерно-возрастная структура популяции определяется по высоте раковины моллюска, которая представлена нижним и верхним предельно допустимым значением. Любые внешние воздействия учитываются в данном интервале (Жохов, 1993).

Размерно-возрастная структура популяции показала, что, как и в предыдущих годах исследования (Бедова, 2010), наибольшее количество особей зарегистрировано в возрасте от 1 до 2 лет (табл. 3).

**Распределение раковин *V. viviparus* по размерным классам
в разные периоды исследований**

Высота раковины (мм)	4,0–17,9	18,0–25,9	26,0–29,9	30,0–31,9	Экземпляров всего
Возраст (годы)	0+	1+	2+	3+	
Число моллюсков (экз.) июнь 2001 г.	20	199	87	7	313
Число моллюсков (экз.) июнь 2002 г.	17	183	93	10	303
Число моллюсков (экз.) июнь 2010 г.	158	181	67	8	414

Выводы: 1. На период исследований средняя численность лужанки в реке Малая Кокшага в черте г. Йошкар-Ола составляла $32,0 \pm 6,54$ экз/м², средняя биомасса – $84,6 \pm 14,8$ г/м².

2. Всего было собрано 414 экземпляров лужанки, из них 56,8% самок, и 43,2% самцов.

3. Самцы по всем морфометрическим показателям крупнее самок. Разница статистически значима.

4. На период исследования преобладали особи годовалого возраста – 43,7%.

Литература

Бедова П. В. Состояние популяции живородки речной *Viviparus viviparus* L. (Mollusca, Gastropoda) реки Малая Кокшага // Журнал Сибирского Федерального университета. Биология № 3. 2010. С. 335–341.

Жохов А. Е. Возрастная структура и сезонная динамика заражённости популяции *Viviparus viviparus* партенитами трематод // Зоология: РЖ/ВИНИТИ. 1993. 5.3120.

Константинов А. С. Общая гидробиология. М., 1967. 430 с.

Моллюски и их роль в биогеоценозах и формировании фаун. Л., 1967. 312 с.

Цихон-Луканина Е. А. Трофология водных моллюсков. М.: Наука, 1987. 147 с.

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО МАКРОЧЕШУЕКРЫЛЫМ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИНСТРУМЕНТА ИССЛЕДОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

А. Р. Мосягина, В. А. Мосягин

НООО «Компьютерный экологический центр», asya.mosyagina@gmail.com

Сохранение биоразнообразия на нашей планете – важнейшее условие устойчивого развития человечества (Программа действий..., 1993). Составление списка видов является одним из способов описания сообщества и оценки его разнообразия.

Само понятие биоразнообразия впервые применил Г. Бейтс в 1863 г. в работе «Натуралист на реке Амазонке», когда описывал свои впечатления от

встречи 700 видов дневных бабочек за время часовой экскурсии (Криволицкий и др., 1999; Бейтс, 1958).

По разным оценкам экспертов, общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле составляет от 5 до 30 миллионов. Из этого количества описаны и имеют видовое название около 2 миллионов. Известно, что большинство видов находится в тропиках, причём многие ещё не описаны.

На территории Нижегородского Заволжья обитает 459 видов *Macrolepidoptera* из 277 родов, относящихся к 15 семействам (Мосягина, 2006).

В связи с этим необходим удобный инструмент для доступа к данным о биоразнообразии и их обработки. Когда данных очень много, то ими становится очень трудно оперировать. Одним из удобных инструментов являются базы данных. В мире существуют различные базы данных по биоразнообразию. Например, GBIF (2011) – Global Biodiversity Information Facility, которая собирает данные со всего мира о точках встреч видов растений и животных, по систематике видов.

Целью нашей работы было создание базы данных макрочешуекрылых Нижегородского Заволжья.

База данных (database) – это совокупность связанных между собой таблиц.

База данных была разработана на основе системы управления базами данных MySQL.

MySQL был выбран в связи с тем, что она имеет высокую скорость работы, быстроту обработки данных и оптимальную надежность. Немаловажно и то, что данная СУБД распространяется бесплатно и представляет собой программное обеспечение с открытым кодом.

Была создана база данных, которая содержит 40 таблиц. Основные блоки базы данных: описание видов макрочешуекрылых (данные по систематике), описание материалов исследования (данные о пойманных экземплярах и местах выборки), описание данных по биологии видов, в том числе о времени лёта бабочек, кормовых растениях гусениц, ареале, описание растений, также связь кормовых растений и видов бабочек. Для оценки пространственной структуры биоразнообразия бабочек Нижегородского Заволжья была введена информация по иерархической структуре выборки.

Структурированные таким образом данные легко обрабатывать средствами баз данных с помощью языка запросов.

В результате работы была создана база данных, содержащая информацию о 450 видах 3390 экземплярах, собранных в Нижегородском Заволжье. Это обеспечивает быстрый и удобный доступ к данным для анализа и поиска закономерностей распределения видового разнообразия и создания стратегии сохранения разнообразия.

Планируется также ввести в базу данных фотографии видов и мест учётов и сделать доступ к ней из сети интернет.

Литература

Бейтс Г. Натуралист на реке Амазонке. М., 1958. 432 с.

Криволуцкий Д. А., Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н. Биоразнообразие и методы его оценки. М., 1999. 94 с.

Мосягина А. Р. Биоразнообразие высших ночных чешуекрылых лесных экосистем Нижегородского Заволжья // Проблемы региональной экологии. 2006. № 6. С. 90–94.

Программа действий: Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. Женева, 1993. X + 70 с.

GBIF Data Portal [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gbif.org/> (10.10.2011).

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ЧИСЛЕННОСТИ ПТИЦ В ГОРНЫХ ЛАНДШАФТАХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. КОЖЫМ)

Н. П. Селиванова, В. М. Щанов
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
selivanova@ib.komisc.ru, shchanov@ib.komisc.ru

Изучение животного населения неразрывно связано с применением географического подхода. Одной из наиболее наглядных форм представления данных по пространственной неоднородности населения животных является картографирование. Карты населения животных дополняют табличные данные, графические построения и классификации, отражая сведения о пространственном размещении, смежности и характере границ выделяемых таксонов, занимаемых ими площадях, что позволяет наглядно проследить пространственные закономерности размещения животных и выявить их связи с другими элементами природных сообществ.

С целью пространственной интерпретации данных по численности и распределению птиц верхнего течения р. Кожым в настоящей работе нами принята попытка создания карты населения птиц указанного района. Для отражения особенностей структуры населения отдельные объекты и явления были дополнительно классифицированы на картах с прикладной тематикой: видовое богатство и экологическая структура территориальных группировок птиц, распределение охраняемых видов, оценка территории как среды обитания охотничьих видов птиц.

В качестве картографической основы для создания серии специальных карт был взят электронный вариант карты растительности бассейна р. Кожым в масштабе 1:100000. Авторский макет и классификация ландшафтов, которой разработаны и оформлены с использованием геоинформационных технологий В. М. Щановым, Д. В. Кириловым, В. В. Елсаковым в лаборатории компьютерных технологий и моделей Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Елсаков и др., 2010). Построение специальных карт сводилось к переклассификации контуров карты растительности в соответствии с предварительно разработанной классификацией населения птиц и ее структурных составляющих (табл.). Сама классификация населения с характеристикой выделяемых таксонов опубликована ранее (Селиванова, 2010; Селиванова, Естафьев, 2010). Там же приведено

описание исходных материалов: авторских и литературных данных по местам, срокам и методике сбора данных. При построении карты результаты учетов птиц хорошо обследованной долины р. Балбанью (левый приток р. Кожым) экстраполировались на менее обследованные ландшафты верховьев р. Кожым. Правомерность такой экстраполяции обосновывается хорошо выраженным структурным и организационным единством населения птиц исследуемой территории.

Таблица

Характеристики населения птиц верхнего течения р. Кожым

Население птиц	1	2	3	4	5
Гольцового пояса	–	–	–	–	–
Кустарничково-мохово-лишайниковых тундр	3	120	луговой конек, обыкновенная каменка, пуночка	кречет	-
Мелкоерниково-лишайниково-моховых тундр	12	256	луговой конек, обыкновенная чечетка, пеночка весничка, овсянка-крошка, варакушка	–	тундряная куропатка
Крупноерниково-травяно-моховых тундр	11	284	луговой конек, пуночка, обыкновенная каменка, обыкновенная чечетка, овсянка-крошка	–	–
Редколесий и редин	10	395	пеночка-весничка, белокрылый клест, обыкновенная чечетка, рябинник, вьюрок	–	–
Лиственничных ерниково-зеленомошных лесов	18	1062	пеночка-весничка, овсянка-крошка, обыкновенная чечетка, вьюрок, луговой конек	–	белая куропатка
Долинных темнохвойных лесов	24	432	пеночка-таловка, овсянка-крошка, пеночка-весничка, вьюрок, обыкновенная чечетка	серый сокопуп	белая куропатка, тетерев, глухарь, рябчик, вальдшнеп
Болотных комплексов	20	843	пеночка-весничка, овсянка-крошка, пеночка-таловка, свиристель, пеночка-зарничка	–	бекас, средний кроншнеп
Прибрежноводных и водных местообитаний	16	49*	белая трясогузка, сизая чайка, желтоголовая трясогузка, чирок-свистун, оляпка	–	чирок-свистун, свиязь, обыкновенный гоголь, большой крохаль

Продолжение таблицы

Население птиц	1	2	3	4	5
Площадок полигонов	14	634	пеночка-весничка, овсянка-крошка, белая трясогузка, пеночка-таловка, рябинник	беркут	кряква, свиязь, обыкновенный гоголь, большой крохаль, средний кроншнеп
Рабочих поселков	20	256	белая трясогузка, луговой конек, пеночка-весничка, обыкновенная горихвостка, овсянка-крошка	–	–
Автодорог	18	1503	пеночка-весничка, вьюрок, овсянка-крошка, пеночка-таловка, пеночка-зарничка	–	–

Примечание: 1 – количество видов, 2 – плотность населения (ос/км², * – на 10 км береговой линии), 3 – преобладающие виды в порядке убывания численности, жирным шрифтом выделены виды, доля которых составляет не менее 10% от общей численности группы, 4 – виды, включенные в Красную книгу региона, 5 – ценные охотничьи виды

При создании карты летнее население птиц использована классификация, основанная на оценке уровня численности птиц в однородных местообитаниях в гнездовой период. Сезон гнездования в наибольшей степени характеризует население птиц северных широт. Именно в этот период в полном объеме проявляются территориальные связи большинства видов и представлен наиболее полно их состав. Из 12 типов населения птиц, отображенных на карте, наиболее четко выделяются четыре: горно-тундрового пояса, включающего редины у верхней границы леса; подгольцового, характеризующегося наибольшими показателями плотности населения (1062 ос/км²); горно-лесного; а также населения птиц прибрежноводных и водных местообитаний. Гольцовый пояс, занимая значительные пространства в горах Приполярного Урала, птицами практически не заселен. Лишь в его нижней части, на границе с горной тундрой, возможны на гнездовании зимняк и обыкновенная каменка. Наибольшая плотность населения отмечена в территориальной группировке авто- и вездеходных дорог, на фоне зарастания обочин мелколиственными породами (ива, береза) здесь наблюдается значительное увеличение численности птиц (до 1503 ос/км²).

Число видов, входящих в состав территориальных группировок населения птиц, составляет видовое богатство представленных местообитаний. Чем шире видовой состав птиц, тем больше их экологическое разнообразие, тем полнее используется экологический потенциал территории, которую они населяют. На соответствующей карте представлены пять условных уровней видового богат-

ства, выделенных на основании количества видов, входящих в состав той или иной территориальной группировки. Видовое богатство птиц в горных ландшафтах Приполярного Урала закономерно повышается при движении от гольцового и горно-тундрового поясов (3 вида) к горно-лесному (24 вида). Высокое видовое богатство отмечено также в антропогенно-трансформированных местообитаниях (18-24 вида), что, скорее всего, объясняется увеличением мозаичности таких местообитаний.

Экологические особенности видового состава птиц были отражены на специальной карте с помощью долевого участия в нем биотических групп, т. е. групп видов по предпочитаемым ими типам ландшафтов. Что позволило уточнить соотношение структурных элементов в местообитаниях, которое наиболее благоприятно для поддержания соответствующих уровней видового богатства. В местообитаниях нижних поясов гор и в предгорьях наибольшая доля в видовом богатстве принадлежит лесным видам. Второе место занимают лугово-кустарниковые виды, доля которых значительно увеличивается в верхних поясах гор. В горно-тундровых местообитаниях закономерно возрастает доля видов тундровой группы. Роль водных и околоводных видов проявляется в соответствующих типах местообитаний и на площадках полигонов, где на зарастающих искусственных водоемах обитают представители отрядов гусеобразных и ржанкообразных; на их долю в этих сообществах приходится до 70%.

Для выявления особенностей пространственной организации и степени участия охотничьих птиц в общем видовом богатстве была составлена специальная карта, которая способствовала выявлению экологической обусловленности мест с повышенной концентрацией этих видов. Наибольшие площади на карте занимают: темнохвойные леса горно-лесного пояса, прибрежные и водные сообщества и сообщества птиц площадок полигонов золотодобычи, где на водоемах отмечены на гнездовании утки (кряква, свиязь, обыкновенный гоголь). Это районы с высокой долей охотничьих видов птиц.

Проследить изменения в пространстве доли редких охраняемых видов в населении птиц пока не представляется возможным, поскольку их встречи редки, а оценка численности ненадежна. Оценить долю в общем видовом богатстве охраняемых в бассейне р. Кожым видов мы попытались в численном выражении количества видов, встреченных нами или отмеченных по данным литературы (Шутов, 1989; Головатин, 1995). Больше всего редких видов отмечается в тундровых и водно-болотных местообитаниях в горах (беркут, кречет, белая сова) и в темнохвойной тайге предгорий (скопа, беркут, филин).

Картографический метод исследований, обладая такими свойствами как локализация большого числа данных и хорошая их наглядная представленность, может быть практически использован в целях мониторинга и составления прогнозных карт, что особенно актуально для бассейна р. Кожым, где имеются территории значительно измененные в ходе хозяйственной деятельности (полигоны золотодобычи), а также в связи с планирующейся добычей золота в бассейне руч. Алькесвож (левый приток р. Балбанью; Газета «Республика», 2011).

Исследование, послужившее основой для настоящего сообщения, поддержано Президиумом РАН в рамках проекта «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики».

Литература

Газета «Республика» (Издание Правительства и Государственного Совета Республики Коми) №26 (4423) от 11.02.2011 // <http://www.gazeta-respublika.ru/article.php/35322>.

Головатин М. Г. Интересные встречи птиц на Урале и в Западной Сибири // Материалы к распространению птиц на Урале, в Предуралье и Западной Сибири. Екатеринбург, 1995. С. 13–14.

Еслаков В. В., Щанов В. М., Маращук И. О. Растительный покров территории бассейна р. Кожым по спутниковым данным // Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым. Сыктывкар, 2010. С. 136–139.

Селиванова Н. П. Распределение и численность птиц в верховьях р. Кожым (Приполярный Урал) // Материалы XVII Всероссийской молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2010. С. 115–117.

Селиванова Н. П., Естафьев А. А. Население птиц типичных горно-таежных комплексов // Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым. Сыктывкар, 2010. С. 157–168.

Шутов С. В. Фауна птиц западных предгорий Приполярного Урала и влияние погодных условий весны на ее многолетний состав // Информ. матер. «Распространение и фауна птиц Урала». Свердловск, 1989. С. 104–106.

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ КУБЫШКИ ЖЕЛТОЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ

А. М. Чернова

*Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН,
nuphar@mail.ru*

Кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith) относится к роду *Nuphar* семейства *Nymphaeaceae*. Жизненная форма кубышки желтой по эволюционно-экологической системе И. Г. Серебрякова (1962) – травянистый корневищный водный многолетник с плавающими листьями. В. Г. Папченков (2001) относит этот вид к укореняющимся гидрофитам с плавающими на воде листьями. Растет кубышка желтая в озерах, старицах, в прудах и реках (Сырейщиков, 1907; Федченко, Флеров, 1909; Флора СССР, 1937; Куданова, 1965). Для ее роста и развития наиболее благоприятны стоячие или медленно текущие воды. Встречается преимущественно на глубине 0,5–1 м, иногда до глубины 3–5 м и даже больше (Шретер и др., 1992).

Однако в природных условиях нередко можно встретить наземную форму этого типичного гидрофита. А. И. Шретер и В. В. Шутов (1992) отмечают способность кубышки переносить полное пересыхание неглубоких водоемов в засушливые годы. Образование наземной формы у кубышки желтой наблюдали Е. В. Печенюк и С. А. Радькова (в печати) на оз. Ульяновское (Воронежская

обл.) в маловодные 2008–2010 гг. Эту форму цветущих и плодоносящих растений в 2011 г. наблюдали и мы на оз. Садилка, расположенном недалеко от оз. Ульяновское. Способность кубышки таким образом переносить полное обсыхание отмечалась нами также на малых реках Ярославской области (2010–2011 гг.). Такое поведение кубышки вызывает большой интерес, и немаловажным является выявление механизмов адаптации *N. lutea* к перенесению неблагоприятных условий среды.

Материалы и методы. Материалы исследования получены в результате еженедельных полевых наблюдений в 2010–2011 гг. на малых реках Ярославской области притоках Рыбинского водохранилища р. Ильдь и р. Ломиха. Наблюдения также проводились на озере старичного типа Садилка в Хоперском государственном природном заповеднике (Воронежская область) в августе 2011 г. На р. Ильдь и оз. Садилка растения находились во взрослом состоянии (возраст более 7 лет), на р. Ломиха это были молодые растения (возраст до 7 лет). Наблюдения за растениями велись визуально с частичным отбором проб. Отмечались биологические особенности, фенофаза и общее состояние растений.

Результаты. На малой р. Ильдь и в 2010, и в 2011 гг. обсыхание русла наступало в конце июля – начале августа и продолжалось вплоть до начала осенних дождей (конец сентября). К моменту обсыхания почти все растения уже отцвели и находились на стадии плодоношения. В 2011 г. наблюдаемый нами участок р. Ломиха обсох в первой декаде июня и находился в таком состоянии вплоть до ноября. Цветения этих растений в этом году не наблюдалось. Пересыхание оз. Садилка в 2011 г. наступило в мае и длилось до октября, т.е. наземную форму растения образовали еще в начале вегетационного периода и по мере развития они цвели и плодоносили.

В результате наблюдений (регулярных на малых реках Ярославской и однократных на озерах Воронежской областей), нами выявлено несколько общих механизмов адаптации кубышки желтой к пересыханию мест обитания. Как правило, в таких условиях корневища кубышки втягиваются мощными контрактильными корнями на значительную глубину (до 20 см) в грунт. Это, хотя и не в полной мере, позволяет корневищам поддерживать определенный уровень влажности и сохранять способность питания и запасать питательные вещества и воду с помощью корней. Поэтому у корневищ наземной формы растений наблюдается едва заметное уменьшение толщины, и рост их в длину, лишь немного, замедлен. Стоит также отметить, что такие корневища не теряют способности к ветвлению (основной способ вегетативного размножения). В целом они ведут себя так, как и в обычных привычных для них условиях. У наземной формы кубышки желтой образуются воздушный тип листьев. Листовые пластинки этого типа по форме очень схожи с плавающими, но немного мельче. По структуре – кожистые, более глянцевые (механизм защиты от излишнего ультрафиолетового излучения) и имеют устьичный аппарат как сверху, так и снизу листовой пластинки (у плавающих листьев устьица только сверху). Черешки воздушных листьев укорочены, имеют развитые механические ткани. Как правило, особи растений, оказавшиеся на суше, образуют меньшее число

воздушных листьев (по сравнению с плавающими) и имеют значительное число свернутых листьев, готовых при наступлении благоприятных условий к интенсивному росту и развитию. Особи, находящиеся во взрослом генеративном состоянии и оказавшиеся на суше, способны к цветению и плодоношению. Наблюдения показали, что у таких растений образуется меньшее число семян, приходящееся на плод по сравнению с растениями в обводненных местах обитания. Это может быть связано, как с механизмом биологической регуляции, так и с отсутствием естественных опылителей (водных жуков рода *Donacia*) в наземных условиях. Плод кубышки желтой довольно мясистый и содержит большое количество влаги, что предотвращает семена от пересыхания (пересохшие семена утрачивают способность к прорастанию). Способны ли семена растений наземной формы к прорастанию, предстоит еще выяснить.

Заключение. Результаты наблюдений за кубышкой желтой показали, что это растение способно при наступлении засухи и обсыхании мест обитания к образованию наземной формы. В таком состоянии оно не теряет жизнеспособности и сохраняет все свои биологические особенности. Все это указывает на то, что кубышка желтая вторичноводное растение и все ее приспособления к перенесению неблагоприятных условий эволюционно обусловлены.

Литература

Куданова З. М. Определитель высших растений Чувашской АССР. Чебоксары. 1965. 345 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 214 с.

Печенюк Е. В., Радькова С. А. Обводнение и зарастание оз. Ульяновского в маловодные 2008–2010 годы // В печати.

Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. 378 с.

Сырейщиков Д. П. Иллюстрированная флора Московской губернии. М., 1907. Ч. 2. 435 с.

Федченко Б. А., Флеров А. Ф. Флора Европейской России. Иллюстрированный определитель дикорастущих растений Европейской России и Крыма. СПб., 1909. Ч. 2. 710 с.

Флора СССР. М.-Л., 1937. Т. VII. 792 с.

Шретер А. И., Шутов В. В., Задорожный А. М. Лекарственные растения Костромской области. М., 1992. 365 с.

СЕКЦИЯ 2 МОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

О ПРОБЛЕМАХ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Бурков

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, ipro@vgsha.info,
Вятский государственный гуманитарный университет,
Общественная палата Кировской области*

Проблемы использования водных ресурсов, состояния рек области, водных биологических ресурсов являются хорошим индикатором экологических проблем региона в целом, поэтому они стали предметом внимания со стороны Общественной палаты Кировской области и главным вопросом одного из пленарных заседаний в 2011 г.

Кировская область богата водными ресурсами, ее общая водообеспеченность составляет 7.1 км³/год (возможны к использованию), удельная – (на человека) – 5,28 тыс.³/год).

Водопотребление хозяйства области составляет около 0,3 км³/год. Водоемкость единицы ВРП составляет 1,4–1,8 м³/тыс. руб (водоемкость ВВП РФ – 2,4 м³/тыс. руб). Водоотведение составляет, соответственно, около 220–250 тыс. м³/год, при этом 2/3 сточных вод относятся к категории загрязненных, обуславливающих загрязнение водных объектов. С точки зрения соответствия установленным критериям качества большинство водных объектов Кировской области оценивается 3-м классом (разряд загрязненных вод – 57% створов, разряд очень загрязненных вод – 39% створов), причем в долговременном плане тенденции к улучшению не наблюдается. Доля проб воды водоемов 1 категории, не отвечающих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям (60–70%) и микробиологическим (30–40%) почти в 2 раза превышает средний уровень по РФ и Приволжскому Федеральному округу.

Наиболее загрязненными являются створы р. Вятки в местах водопользования г. Кирса, Омутнинска, Слободского, Кирово-Чепецка, Котельнича, Орлова. Также существенное отрицательное влияние оказывает поверхностный ливневой сток с территорий предприятий и улиц г. Кирова, Кирово-Чепецка, Котельнича.

Из 269 выпусков сточных вод немногим более 200 оборудованы очистными сооружениями, в том числе – биологической очистки (138) и механической очистки (66). Существующие очистные сооружения на территории области в большинстве своем находятся в неудовлетворительном состоянии, мо-

рально устарели и физически изношены и не обеспечивают нормативной очистки сточных вод.

Зоны экологических ограничений хозяйственной деятельности на большей части водных объектов не установлены и не соблюдаются. Так, у 7 водозаборов из 18, осуществляющих питьевое водообеспечение населенных пунктов области, не установлены зоны санитарной охраны. Обычным явлением является практика застройки берегов рек в пределах водоохраных зон и по их границам, вырубка водоохраных лесов вдоль рек. Так, в 2004 г. комитетом природных ресурсов была предоставлена лицензия на отработку общераспространенных полезных ископаемых, предусматривающая снос около 100 га леса в зеленой зоне г. Кирова и водоохраной зоне р. Вятки.

Прямым следствием нарушений водного законодательства является ситуация с загрязнением поймы р. Вятки в масштабах, превышающих все существующие нормы, в районе расположения объектов для размещения твердых промышленных отходов бывшего Кирово-Чепецкого химкомбината. Вследствие несовершенства законодательства в результате приватизации и последующих реорганизаций образовавшихся предприятий загрязненные территории ни за кем не закреплены, статус «загрязненных» соответствующие земельные участки не имеют, а иски по возмещению экономического ущерба от загрязнения никому не предъявляются. Регулярно ведущиеся работы по мониторингу реки позволяют лишь констатировать факт непригодности воды для питьевого водообеспечения в периоды весеннего паводка и принимать меры по ограничению подачи воды в г. Киров, не решая вопрос по существу.

Существующая государственная сеть наблюдений за состоянием водных объектов, находящихся в границах Кировской области, не в полном объеме удовлетворяет потребностям в информации органов власти федерального и регионального уровней, населения области. Показатели качества воды в одних и тех же или близких створах различных контролирующих органов (центр по гидрометеорологии, АУ ВятНТИЦМП, Роспотребнадзор), настолько различаются, что по ним невозможно составить объективную картину о качестве воды в р. Вятке.

Несмотря на наличие серьезных нерешенных проблем в области водного хозяйства и охраны водных объектов средств на их решение из бюджета области практически не выделяется (в 2009 г. было выделено 21 млн.руб., в 2010 г. – 18,9 млн. руб.). Предусмотренное принятой Законодательным собранием области в 2008 г «Стратегией социально-экономического развития Кировской области на период до 2020 года» сокращение сброса загрязненных сточных вод на 80% до 2015 г. не имеет никакого ресурсного обеспечения. Лишь спустя 3 года после принятия «Стратегии» готовится только *концепция* областной целевой программы в области использования и охраны водных ресурсов.

Особое беспокойство вызывает ситуация с эксплуатацией подземных вод. По сведениям Кировнедра из-за затратности и сложности процедур при получении лицензий на пользование подземными водами только 520 из 1500 водопользователей имеют соответствующие разрешения. Из предприятий и организаций, получивших лицензии, только около 30% выполнили основное условие

пользования недрами – оценили запасы подземной воды в недрах. Более 1,5 из 7,5 тысяч скважин относятся к бездействующим, по существу брошенным, являющимся источником угрозы загрязнения подземных вод и требующими тампонажа. Большинство из 3248 водозаборов подземных вод эксплуатируются с нарушением режима зон санитарной охраны, а 180 вообще их не имеют. Средств на обязательные мероприятия по подготовке к эксплуатации подземных водозаборов и тампонированию неэксплуатируемых скважин практически не выделяется.

Серьезные вопросы вызывает несовершенство механизма управления водными ресурсами, его раздробленность между федеральным и областным уровнями и нескоординированность. Сроки получения разрешительных документов исчисляются многими месяцами. Так, до настоящего времени не разработаны нормативы допустимых воздействий на бассейны рек области; только 53 водопользователя, осуществляющих сброс сточных вод из 151 имеют разрешения на сброс сточных вод, 81 – решения на водопользование; никто не располагает информацией о состоянии очистных сооружений, регулярность государственного контроля работы которых не превышает 10 лет. До настоящего времени не сформирован водный реестр и даже загрязненные пойменные озера не внесены в него, неизвестна рыбохозяйственная ценность рек области, нет достоверных сведений о количестве и состоянии брошенных скважин.

Указанные проблемы требуют незамедлительного реагирования не только властей, но и общественности, которую представляет Общественная палата Кировской области.

Основными направлениями совершенствования водных отношений и улучшения качества воды водных объектов могут быть:

- совершенствование водного законодательства, особенно в части экологического нормирования состояния водных объектов и антропогенных воздействий на них, а также лицензирования использования подземных вод. Правового регулирования требует также вопрос реабилитации ранее загрязненных территорий аналогично закону о суперфонде в США. Для Кировской области он более, чем актуален в связи с загрязнением геологической среды в пойме р. Вятки у г. Кирово-Чепецка;

- совершенствование управления водохозяйственной деятельностью с упрощением процедур предоставления в пользование водных объектов. Целесообразно полностью передать эти полномочия субъекту РФ, оставив за федеральными органами управления вопросы государственного контроля, в том числе за выполнением субъектами РФ полномочий по управлению водными ресурсами;

- обеспечить финансирование водоохранной деятельности в размерах требуемых затрат на поддержание (как минимум) и улучшение качества водных объектов;

- ужесточение ответственности за нарушение законодательства по использованию подземных вод.

МОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

В. Л. Злобина

Институт водных проблем РАН, zlobina45@mail.ru

Изучение техногенного воздействия на водные объекты относится к наиболее актуальным проблемам. Многолетнее и интенсивное воздействие хозяйственной деятельности на подземную гидросферу обусловлено загрязнением сопредельных с ней сред (атмосфера, биосфера, гидросфера и педосфера). Комбинированное воздействие рассредоточенных и локальных источников различного генезиса наблюдается в повсеместной трансформации качества грунтовых и межпластовых водоносных систем.

Влияние техногенной нагрузки на подземные воды проявляется в специфическом увеличении концентраций макро- и микроэлементов в их составе, включая окислительно-восстановительные и щелочно-кислотные условия. Обогащение подземных вод различными веществами (соли, кислоты, тяжелые металлы, органические соединения различного генезиса) отражается на существенном ухудшении качества подземных вод и здоровье населения.

Для изучения последствий и причин ухудшения свойств подземных вод широко применяется разномасштабный мониторинг (локальный, региональный, федеральный). Существующие разновидности мониторинга подземных вод (геохимический, геоэкологический, медико-биологический, гидрогеологический и др.) определяются целями исследований и поставленными задачами. Весьма редко различные виды мониторинга применяются в комплексе (Злобина, 2011).

Техногенные аварии отслеживает МЧС РФ. Санитарно-эпидемиологическая служба подчиняется Минздраву РФ. Состояние атмосферы, почв и гидросферы наблюдает Гидрометеорологическая служба, Федеральная служба лесного хозяйства и Минсельхоз природы РФ также выполняет определенный мониторинг. При этом контрольные уровни по содержанию ряда токсикантов в каждом ведомстве отличаются друг от друга. Поэтому экологический мониторинг сопредельных сред выполняется без соответствующей координации и взаимодействия. Например, геохимический мониторинг, как правило, включает лишь систему наблюдений за отдельными элементами в составе подземных вод (концентрации основных солеобразующих ионов в составе подземных вод (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , $\text{Fe}_{\text{общ.}}$, NO_3^-), а также pH и величину минерализации с ограниченным определением концентраций тяжелых металлов и многих других токсикантов.

Любая разновидность мониторинга представляет собой систему не только наблюдений и сбора информации для оценки состояния подземной гидросферы, но и прогноз изменений, включая меры управления.

Поэтому основная задача исследований состояла в комплексном взаимодействии функциональных составляющих системы мониторинга, включая раз-

личные его разновидности (гидрогеологический, геохимический, биологический и др.).

Задачи исследований и объекты исследований. Объектами исследований являлись грунтовые и межпластовые подземные воды на территории городов различной площади. Наиболее продолжительные наблюдения выполнялись на территории г. Москвы и водосборах Московской области (Злобина, 2011).

Многолетние наблюдения за состоянием грунтовых и межпластовых водоносных систем (1978–2010 гг.) показали, что наиболее динамичное ухудшение качества подземных вод наблюдается в городских агломерациях, находящихся под воздействием комплекса разнообразных факторов. По некоторым оценкам их количество достигает 60–70. Только утечки из коммуникаций и интенсивная застройка городов с глубокими фундаментами способствуют региональному развитию процессов подтопления и образованию тепловых и гидрогеохимических аномалий. На 2009 г. эти процессы стали характерными для 850 городов РФ (не считая поселков и крупных населенных пунктов).

Влияние многолетнего и интенсивного водоотбора подземных вод также приводит к региональным изменениям гидрогеологических условий. При существенном снижении пьезометрических уровней в эксплуатируемых водоносных системах (до 100 м) границы гидродинамических, геохимических и температурных аномалий уходят далеко за пределы города. В Московском регионе депрессионные воронки в каменноугольных водоносных горизонтах достигли границ области. Усиление гидравлической связи межпластовых водоносных систем с поверхностными водотоками и водоемами способствовало образованию новых областей питания с возникновением различных аномалий (гидрохимических, геотемпературных, микробиологических).

Пространственно-временное исследование состояния подземной гидросферы в г. Москве показало, что уже в 1925 г. в центральной части города было выявлено несколько аномалий (на глубине 80–100 м) значительной площади, характеризующихся значительным увеличением концентраций макроэлементов в составе подземных вод (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , NO_3^-). Значения величины окисляемости в пределах этих аномалий превышали до 3,4–5,7 мг O_2 /л. К 1984 г. площади выявленных аномалий значительно увеличились и появились новые аномалии, и значения окисляемости возросли в 2–6,4 раза. При этом трансформация химического состава подземных вод состояла в значительном увеличении концентрации всех макроэлементов с нарушением вертикальной гидрохимической зональности.

Применение гелиеметрической съемки (1978–1982 гг.) показало, что на территории города в 1978 г. сформировалось несколько областей взаимосвязи каменноугольных водоносных горизонтов с поверхностными и грунтовыми водами за счет подтока значительных объемов поверхностных и грунтовых вод. В эксплуатируемых водоносных горизонтах, сложенных закарстованными известняками, изменились направления потоков и значительно возросли скорости фильтрации. О результате тритиевой съемки установлено уменьшение времени водообмена в закарстованных межпластовых системах до 2–5 лет, что вызвало

усиление процессов выщелачивания водовмещающих пород и загрязнение подземной гидросферы.

Обследование артезианских скважин г.Москвы показало, что в составе подземных вод среднекаменноугольного водоносного горизонта содержатся: 5 видов нитчатых бактерий (*Zooglea ramigerum*, *Leptothrix ochracea*, *Thiothrix nivea*, *Thiothrix sp.*, *Crenothrix polyspora*), 5 видов диатомей (*Synedra unia*, *Melosira granulata*, *Melosira sp.*, *Cyclotella sp.*), несколько видов водорослей (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella sp.*, *Closterium sp.*, *Closterium moniliferum*, *Clamydomonas sp.*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda* *Tetrastrum sp.*, *Ankistrodesmus falcatus*). Кроме перечисленных видов были обнаружены мелкие флагелляты, бодониды, евглены, инфузории и раковинные амебы. Идентификацию видов выполнила Н. С. Золотарева.

Из 200 проб воды, отобранных из эксплуатируемых водоносных горизонтов, лишь в трех пробах не наблюдалось выявленного разнообразия микроорганизмов. Было установлено, что все разновидности микроорганизмов в подземной гидросфере обитают в поверхностных и грунтовых водах рассматриваемой территории. Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли речных и грунтовых вод в формировании гидрогеохимических, микробиологических и тепловых аномалий. Поэтому наибольшее количество микроорганизмов было приурочено к речным долинам рек Москвы и Яузы, в пределах которых эксплуатируемые водоносные горизонты непосредственно контактируют с зоной гипорейка (Woessner, 2000).

На рассматриваемой территории в грунтовых водах среди преобладающих анионов являлись SO_4^{2-} и Cl^- , а величина окисляемости изменялась от 13 до 67 мг $\text{O}_2/\text{л}$. В областях взаимосвязи с поверхностными водами концентрации Ca^{2+} в закарстованных известняках достигали более 95–130 мг/л, что указывало на активизацию процессов выщелачивания водовмещающих пород (Zlobina, 2011).

При техногенном загрязнении подземных вод интенсивный водообмен с поверхностными и грунтовыми водами привел к увеличению концентраций углекислоты и значительным дефицитам недонасыщения по основным породообразующим минералам (кальцит, доломит, гипс и др.).

Тепловые аномалии распространились практически по всей территории г. Москвы и проникли в средне- и нижнекаменноугольные водоносные горизонты. При этом наибольшая активизация микроорганизмов отмечена в областях сформировавшихся тепловых аномалий.

Значительна роль речных вод в формировании качества и ресурсов грунтовых и межпластовых подземных вод для береговых водозаборов. На ряде водозаборов такого типа уже наблюдалось присутствие патогенных микроорганизмов (бактерии, вирусы, гельминты и др.), вызывающих токсичное, мутагенное и канцерогенное воздействие на здоровье человека.

Таким образом, при реализации биологического мониторинга, кроме определения обязательных показателей бактериального загрязнения подземных питьевых вод (*coli*-index и *coli* –титр), важно применять идентификацию других микроорганизмов.

Для многих водозаборов подземных вод наблюдаются превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) по целому спектру показателей их качества. В зарубежных и отечественных публикациях уже установлены причины ряда заболеваний человека, связанные с отдельными показателями подземных вод (повышенные концентрации тяжелых металлов, ионов Fe, Ca и др.).

При выявлении признаков техногенного воздействия на подземные воды рассматривается несколько подходов. По результатам комплексного мониторинга выявляются не только ПДК для макро- и микроэлементного состава подземных вод и возможные классы опасности загрязняющих веществ. Сопоставление результатов биотестирования и биоиндикации с физико-химическими параметрами анализируемых вод позволяет исследовать конкретные вредные факторы на реакцию биологических объектов.

Результаты геохимического и биологического мониторинга применяются также при оценке экологических факторов риска и выявлении возможных негативных последствий при использовании подземных вод в питьевых целях.

Выводы. Многолетние исследования качества подземных вод выявили весьма сложные системы взаимосвязей химических, физических и биологических процессов при техногенном воздействии на подземную гидросферу (на территории городских агломераций).

Многофакторное воздействие на грунтовые и межпластовые подземные воды проявляется в динамичном увеличении концентраций макро- и микроэлементов, трансформации щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных процессов, а также в трансформации сложившихся генетических типов вод. Вместо вод $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ типа региональное распространение приобретают воды $\text{SO}_4\text{-Na}$ и Cl-Na разновидностей.

Выполненные исследования показали, что многофакторное техногенное воздействие на окружающую среду требует комплексирования разнообразных видов мониторинга для прогнозных оценок и разработки методов минимизации загрязнения подземной гидросферы.

Литература

Злобина В. Л. Мониторинг подземной гидросферы при оценке техногенного воздействия на водосборы Европейской части РФ // Сб. научных трудов Международной конференции «Устойчивость водных объектов водосборных и прибрежных территорий». Калининград, 2011. С. 189–194.

Zlobina V. L. Pollution and transformation of system: precipitation – ground water // Proc. Intern. Confer. «Man and Environment». Pushino. June 22–24. 2011. P. 233–234.

Woessner W. W. Stream and fluvial plain ground water interactions: rescaling hydrogeological thought // Ground Water. 2000. vol. 38. N. 3. P. 423–429.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ВОДЕ оз. ПРОСНОГО

С. С. Владимирова¹, Е. В. Дабах^{1,2,3}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ecolab2@gmail.com*

Озеро Просное расположено в пойме р. Вятки в районе Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК) и до 2010 г. было последним водным объектом в системе водоотведения КЧХК. Именно на выходе из этого озера оборудован измерительный лоток, вода из которого в течение десятков лет контролировалась, прежде чем смешаться с природной водой р. Просница – притоком 1 порядка р. Вятки. Источником поступления азота в окружающую среду являются выбросы, стоки и отходы ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината» (ОАО «ЗМУ КЧХК»). Производственный процесс ЗМУ построен вокруг базовой технологической цепочки: аммиак – азотная кислота – аммиачная селитра ([http:// uralchem.ru](http://uralchem.ru)). По подвижным средам соединения азота распространяются на большие площади, загрязняя многочисленные мелкие водные объекты в пойме р. Вятки, накапливаясь в превышающих ПДК количествах в почвах. Проблема азотного загрязнения вод пойменных озер, в том числе и оз. Просного, актуальна в связи с тем, что периодически, особенно в половодье, повышенные концентрации азота фиксируются на водозаборе г. Кирова, расположенном в 20 км ниже по течению р. Вятки. Критерием для оценки содержания соединений азота являются ПДК. Наиболее жесткие нормативы определены для аммонийного азота (1,5 мг/дм³) (ГН 2.1.5.1315-03). Трансформация соединений азота в природных водах в течение теплого периода происходит вне зависимости от техногенных поступлений и тесно связана с биологическими процессами. Динамика азота в условиях загрязнения, возможно, отличается.

В связи с этим целью работы было изучение соотношения минеральных соединений азота в воде оз. Просное в динамике. Задачи исследования заключались в том, чтобы определить содержание нитратного, нитритного и аммонийного азота в озере в течение безморозного периода, а также в условиях лабораторного эксперимента выявить влияние донных отложений на соотношение соединений азота в воде.

Объектами исследования являются вода и донные отложения, пробы которых отобраны из оз. Просного в окрестностях КЧХК.

Для определения ионов (аммония, нитритов и нитратов) был применён колориметрический метод анализа. Так, нитриты и азот аммонийный определялись на спектрофотометре с реактивом Грисса и реактивом Несслера (соответственно), а нитраты – с салицилатом натрия в среде серной кислоты.

В течение двух лет в озере Просном с мая по август наблюдается снижение содержания азота, причем как в виде иона аммония, так и нитрат-иона. В этот период проточное озеро выполняет функцию поверхностного биооплата, на

котором очищаются загрязненные азотом воды. Известно, что этот эффект обусловлен энергичным развитием поглощающих азот водных растений и фитопланктона в летний период (Фелленберг, 1997). Согласно (Никаноров, Посохов, 1985), тенденция к росту концентрации аммония отмечается осенью, когда с дождевыми потоками в водоем поступает большое количество растительного перегноя. Свежее органическое вещество – источник азота поступает и с отмирающими прибрежно-водными и водными растениями, отмирающим планктоном. Вновь образующаяся органическая масса смешивается с минеральными частицами и накапливается в виде донных отложений.

Для выявления динамики перехода азота из одних соединений в другие и влияния на этот процесс донных отложений был проведен лабораторный эксперимент. В мае и в июле 2011 г. отбирались пробы воды и донных отложений из оз. Просного, вода заливалась в шесть пластиковых емкостей объемом 5 л, в три из которых в равном количестве добавлялись донные отложения. Первоначальные концентрации определяемых ионов в воде представлены в табл.

Таблица

Содержание ионов аммония, нитритов и нитратов в воде оз. Просного

Определяемые ионы	Концентрация, мг/л		ПДК мг/л [2]
	Май	Июль	
NH_4^+	16,28	13,00	1,5 (по азоту)
NO_2^-	1,7	1,22	3,3
NO_3^-	415,6	62,00	45

В весенних пробах воды из оз. Просного отмечены высокие концентрации аммония и нитратов, почти на порядок превышающие ПДК, в июле они снизились, наиболее существенно уменьшилось содержание нитратов. Концентрации нитритов в обоих случаях не превышали ПДК. Результаты эксперимента, проводимого в мае, в системе «вода» и «вода – донные отложения» представлены на рис. 1 и 2.

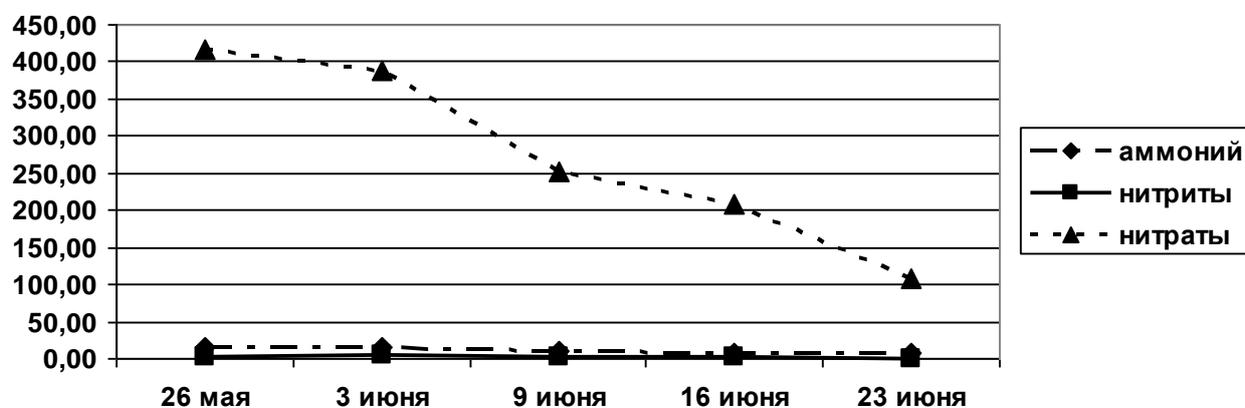


Рис. 1. Содержание аммония, нитритов и нитратов в системе «вода» (мг/л)

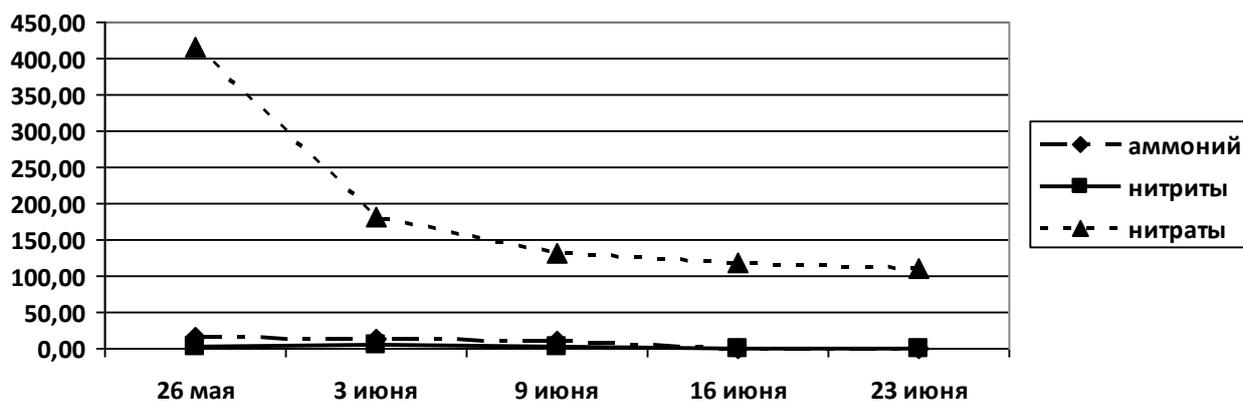


Рис. 2. Содержание аммония, нитритов и нитратов в системе «вода – донные отложения» (мг/л)

В начале и в конце эксперимента концентрации ионов в обоих вариантах довольно близкие, однако динамика их существенно различается. Роль донных отложений в резком снижении концентрации всех форм азота в воде заключается, вероятно, в эффекте физико-химического поглощения ионов твердой фазой, биологического поглощения микроорганизмами и перевода азота в органические соединения. По-видимому, часть азота улетучивается в виде газообразных соединений. Через месяц наблюдений обе системы приходят в состояние с близкими параметрами.

Таким образом, общее направление трансформации соединений азота в воде из оз. Просного, независимо от присутствия донных отложений, заключается в снижении концентрации всех минеральных форм азота со временем. Донные отложения обеспечивают резкое снижение концентрации нитратов лишь на первых стадиях превращений, затем процесс стабилизируется, и, по-видимому, общее его направление – денитрификация приводит к удалению азота из воды.

Литература

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

Никаноров А. М., Посохов Е. В. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1985.

Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. М.: Мир, 1997.

http://uralchem.ru/rus/asset/industrial_areas/kckk/about/

СОДЕРЖАНИЕ БОРА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. И. Терентьева¹, С. Ю. Огородникова^{1,2}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

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

Кировская область обладает значительными водными ресурсами, основу которых составляют ресурсы речного стока и пресные подземные воды. Основная часть территории области находится в пределах Волго-Уральской антеклизы, а западные и северо-западные районы в пределах Московской синеклизы (по условиям формирования фундамента) (О состоянии ..., 2008). В плане структурно-гидрогеологического районирования область располагается в пределах трех артезианских бассейнов Камско-Вятского, Ветлужского и небольшой части Северо-Двинского и характеризуется распространением водоносных горизонтов, комплексов, серий и свит в четвертичных и дочетвертичных отложениях. Подземные воды встречаются по всему разрезу осадочного чехла, мощность которого изменяется от 1500 до 2800 м и более. По разрезу выделяются три гидродинамические зоны: зона свободного водообмена (зона пресных вод), зона затрудненного водообмена и зона высокоминерализованных вод. Эксплуатация водоносных горизонтов ограничивается зоной пресных вод, которая составляет от 20–40 м в долинах рек до 100–150 м, реже до 200–250 м (территория Верхнекамского района) (Приволжский ..., 2010). Для водоснабжения используются подземные воды, заключенные в отложениях различного возраста и генезиса. Режимные скважины расположены преимущественно в центральной части Кировской области, в Камско-Вятском артезианском бассейне. Общие эксплуатационные запасы подземных вод составляют 432,9 тыс. м³ в сутки, из них 328 тыс. м³ подготовлены для промышленного освоения. Общие прогнозные ресурсы – 10,215 млн. м³ в сутки, степень разведанности – 4,24%. Запасы минеральных подземных вод составляют 1,162 тыс. м³ в сутки, они подготовлены к промышленному освоению. Запасы минеральных лечебных вод составляют 841,9 м³ в сутки (Недра ..., 2009).

На территории Кировской области имеет место площадное распространение подземных вод с природно-повышенным содержанием следующих показателей: общей жесткости, железа, бора, фтора. Причиной является тектоническое и геологическое строение территории, литологический состав водовмещающих пород. Наиболее высокие концентрации бора приурочены к терригенным пермско-триасовым отложениям. Источниками поступления бора в водоносные горизонты являются включения глинистых пород, содержащие бор, участки, связанные с зонами новейшей активизации, а также частичное подтягивание глубоких вод по проницаемым зонам в процессе эксплуатации (Недра ..., 2009).

В природных водах бор находится в виде различного состава боратионов. В более кислых водах (при pH 2–6) бор присутствует преимущественно в форме ортоборной кислоты (H₃BO₃) с частичной ее диссоциацией на H₂BO₃⁻ и BO₃³⁻, в щелочных водах (при pH 7–11) – в форме тетра-, пента-, гекса- и дру-

гих полиборных кислот, а при рН 12–14 – в форме метаборной кислоты (HBO_2). Щелочные воды, как правило, более богаты бором, чем жесткие воды. Связано это с тем, что натриевые соли борных кислот имеют гораздо более высокую растворимость, чем соли кальциевые и магниевые. В маломинерализованных подземных водах содержание бора составляет, как правило десятки-сотни мкг/дм^3 , однако в минерализованных щелочных водах его концентрация может достигать единиц и даже десятков мг/л , что делает такую воду потенциально небезопасной для питьевого применения (Крайнов и др., 2004).

Проведенные нами исследования подземных вод, отобранных в разных районах Кировской области, показали превышение содержания бора для вод хозяйственно-питьевого назначения (ПДК по бору составляет 0,5 мг/л). Например, содержание бора в подземных водах, отобранных из скважин и колодцев п. Нема составило 1,5 ПДК, Шабалинского района – 6 ПДК и Кирово-Чепецкого района (садовое общество «Энергетик») – 8 ПДК. Пробы воды с высоким уровнем бора отличались повышенным значением рН (8–10). Повышенное содержание соединений бора в подземных водах, по-видимому, связано с особенностями химического состава водовмещающих пород.

Таким образом, Кировская область богата подземными водами, которые являются основными источниками водоснабжения районов области и г. Кирова. Особенности химического состава подземных вод Кировской области является повышенное содержание бора, которое сопровождается высоким значением рН и может значительно превышать ПДК. В связи с этим необходимо контролировать содержание соединений бора, а при высоких значениях требуется дополнительная очистка вод.

Литература

Крайнов С. Р., Рыженко Б. Н., Швец В. М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.

Недра и полезные ископаемые Кировской области. Ежегодные доклады о состоянии окружающей среды в Кировской области. www.greenkirov.ru, 2009.

О состоянии и использовании минерально-сырьевой базы Кировской области в 2007 г. // Региональный доклад / Под ред. Г.В. Дружининой. Киров, 2008. 71 с.

Приволжский Региональный центр государственного мониторинга состояния недр. Кировская область. www.monitoring.nn.ru, 2010.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГОДОВОЙ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРЫ

Е. С. Дубровина, А. Я. Моничев

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,
esd22@mail.ru*

В последние десятилетия в различных точках мира выявлена тенденция нагревания нижних слоев атмосферы как за счет глобальных процессов, таких как усиление парникового эффекта (Climate change..., 2007), так и за счет обра-

зования в городах локальных «тепловых островов» под действием промышленности и урбаногенных ландшафтов (Stathopoulou, Cartalis, 2007).

При изучении климатических изменений, как правило, основное внимание обращается на изменение среднегодовых значений температуры. В то же время более полное представление об изменениях климата можно составить, принимая во внимание особенности поведения температуры в течение года, поскольку именно оно определяет характер ее воздействия на живые организмы и экосистемы. С другой стороны, для того, чтобы составить более полное представление о вариабельности в изменении климата, важно понять влияние регионального фактора на динамику температуры, что и является целью данной работы.

Для анализа использовались данные температурных измерений летом 2008, 2009 и 2010 гг. в 34 городах на территории Евроазиатского континента, представленные на сайте <http://www.pogoda.ru.net/monitor.php>. Оценка особенностей хода температуры осуществлялась с помощью метода восстановления аттрактора в фазовом пространстве (Takens, 1980), анализа Фурье, а также мультифрактального анализа, основанного на методе модулей максимумов вейвлет преобразования (Stanley et al, 1999). Для сравнения результатов, полученных для разных городов и определения факторов, влияющих на выявленные характеристики температурного хода, использовался факторный анализ (Харман, 1972).

Выявленные особенности температурной кривой в определенной географической точке в определенный временной промежуток можно охарактеризовать следующими показателями: разброс значений температуры относительно среднего, частота перепадов температуры, размерность аттрактора температурной динамики, восстановленного в лаговом пространстве, выровненность Фурье спектра, левая граница спектра сингулярностей, правая граница спектра сингулярностей и положение максимума спектра сингулярностей.

По данным 2010 г. наблюдается четкое разделение всех исследуемых характеристик на две группы. В первую группу входят характеристики, определяющие выраженность «меандровой» детерминированности, проявляющейся в наличие участков относительно постоянной температуры, сменяющихся резкими перепадами (кривая типа «зашумленный меандр»). Это частота перепадов, размерность аттрактора, выровненность Фурье спектра. Ко второй группе относятся характеристики, описывающие колебания температуры внутри отдельных «меандров». Это разброс температуры, границы и максимум спектра сингулярностей.

По данным 2008 и 2009 гг. граница между группами характеристик температурного хода является значительно более размытой, а число факторов, необходимых для описания изменчивости исследуемых характеристик, увеличивается до 4, по сравнению с 2010 г., для описания которого было можно ограничиться всего 2-мя факторами.

Вхождение географической долготы точки измерения температуры в группу характеристик, описывающих «меандровое» поведение хода темпера-

турной кривой, указывает на то, что данные характеристики должны быть зависимы от этого показателя в данной группе регионов.

Параметры второй группы объединяются в пространстве факторов с показателем географической широты точки измерения температуры. Это указывает на определенную зависимость характеристик, описывающих хаотичность хода температурных кривых, от широты.

При этом можно отметить, что во все исследуемые годы наблюдается тенденция снижения выравненности Фурье спектра (усиления «меандрового» характера хода температуры) на долготе $30-50^0$ в.д., что соответствует центральному региону Европейской части России. По направлению к востоку, до Урала, наоборот, происходит увеличение выравненности Фурье спектра. Это означает, что в Фурье спектре уменьшается доля низких частот, т. е. исчезают длительные периоды стабильной температуры (меандры). В 2008 и 2010 гг. подобная тенденция является наиболее статистически значимой и характеризуется коэффициентом детерминации (R^2) более 0,5 (0,59 и 0,84, соответственно). 2009 г. характеризуется величиной R^2 , равной 0,42, тем не менее, в этот год прослеживается аналогичная тенденция изменения характера температурной кривой с изменением долготы.

При увеличении широты происходит усиление разброса температуры. Такая тенденция также наблюдается во все исследуемые годы, но коэффициент линейной корреляции является статистически значимым на уровне значимости менее 0,05 только для хода среднесуточных температур летом 2010 г. ($r=0,62$). В 2008 и 2009 гг. коэффициент линейной корреляции между разбросом температуры и широтой ниже 0,5 и составляет, соответственно, 0,39 и 0,35. Высокий разброс температуры в северных широтах означает ее более интенсивные колебания, с большей амплитудой на различных частотах. В результате, температурные кривые в северных городах являются более хаотичными, по сравнению с южными городами.

В городах, расположенных на одной широте, была выявлена определенная зависимость хода температурной кривой от населенности города: с увеличением размера города, разброс температуры возрастает. Эта тенденция также по-разному проявляется в разные годы: коэффициент линейной корреляции в 2008, 2009 и 2010 гг. составляет, соответственно, 0,77, 0,58 и 0,45. Зависимость разброса температуры от населенности города может быть связана с эффектом «тепловых островов», наблюдающимся в крупных промышленных городах. Результатом этого эффекта является повышение температуры в городе, по сравнению с его окраиной, что приводит к интенсификации воздушной циркуляции между городским центром и периферией.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что в исследуемой группе регионов проявления «меандрового» характера кривых хода температур, связанные с выраженными длительными периодами аномальных значений с последующим резким их изменением, более характерны для территорий центральной части Европейской России. В свою очередь, большая хаотизация температурной кривой, соответствующая значительным межсуточным перепадам, более характерна для северных регионов, а также для городов с

большой населенностью. Обе рассматриваемые особенности хода температур в наибольшей степени проявились в 2010 г.

Литература

Моничев А. Я., Дубровина Е. С. Модель Лоренца и динамика хода суточных температур на территории г. Нижний Новгород // Вестник ННГУ. 2010. № 3. С. 173–176.

Харман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика, 1972. 485 с.

Climate change 2007. The Physical Science Basis. / Eds. R.K. Pachauri, A. Resinger. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 989 p.

Takens F. Detecting strange attractors in turbulence // Dynamical Systems and Turbulence / Eds. D. Rang and L.S. Young. Lect. Notes in Math, 1980. № 898. P. 366–381.

Stanley H. E., Amaral L. A. N., Goldberger A. L., Havlin S., Ivanov P.Ch., Peng C.-K. Statistical Physics and Physiology: Monofractal and Multifractal Approaches // Physica. 1999. № 270. P. 309–324.

Stathopoulou M., Cartalis C. Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece // Solar Energy. 2007. № 81. P. 358–368.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В г. МАГНИТОГОРСКЕ

Т. О. Серова

*Магнитогорский государственный технический университет,
gavrilova_to@mail.ru*

Загрязнение природной среды и экологические проблемы биосферы: загрязнение атмосферы, воды, почвы – одна из наиболее острых проблем современности. Наиболее сильно этот процесс проявляется в крупных промышленных центрах, одним из которых является г. Магнитогорск.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха города является металлургический комбинат (ОАО «ММК»), доля выбросов которого в атмосферу составляет 77% общих выбросов от всех источников загрязнения.

Для успешной реализации экологической политики и эффективного экологического управления нужна своевременная, оперативная, достоверная и комплексная информация о состоянии окружающей среды. Одним из основных средств получения такой информации является экологический мониторинг окружающей среды, позволяющий анализировать, прогнозировать и выработать эффективные решения для стабилизации экологической обстановки.

Рассмотрим более подробно состояние отдельных элементов природной среды. За последние десятилетия уровень загрязнения воздуха в г. Магнитогорске несколько снизился, но остается высоким. Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) в Магнитогорске в среднем составляет 31.

На протяжении последних десятилетий Магнитогорск постоянно входит в перечень городов РФ с наибольшим уровнем загрязнения воздуха сразу по четырем загрязняющим веществам: бензапирен, формальдегид, взвешенные вещества и диоксид азота. Динамика среднегодового превышения ПДК представлена на рис. 1.

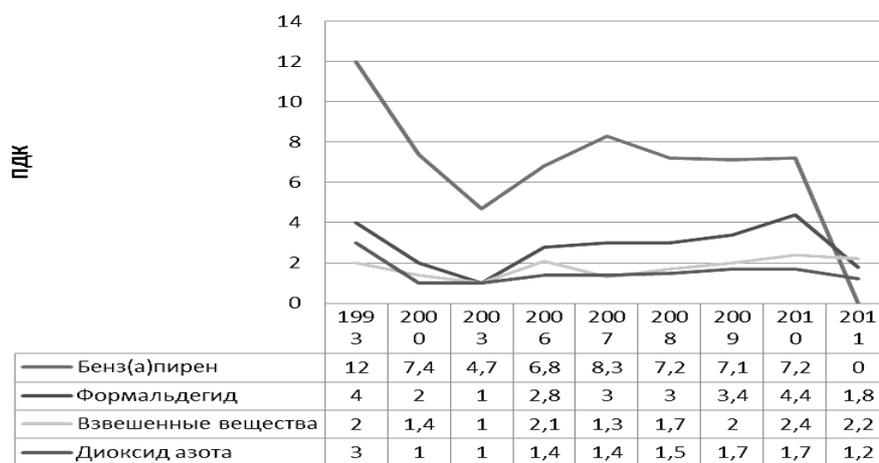


Рис. 1. Динамика среднегодового превышения ПДК

Качество атмосферного воздуха, как и в предыдущие годы, остается неудовлетворительным, что обусловлено выбросами предприятий черной металлургии, энергетики, а в последние годы и автотранспорта.

В г. Магнитогорске среднегодовые концентрации загрязняющих веществ составляют: 3,4 бензапирена – 7,2 ПДК; формальдегида – 4,4 ПДК; сероуглерода – свыше 4 ПДК; двуокиси азота – 1,7 ПДК; стерола и окиси азота – свыше 2 ПДК; пыли и фенола – 2,4 ПДК; железа – более 1 ПДК.

Согласно официальным обзорам (министерства природных ресурсов и экологии РФ и Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды), о состоянии и загрязнении окружающей среды в Российской Федерации за 2008–2009 г., зафиксированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (несмотря на эпизодичность контроля) – приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДК.

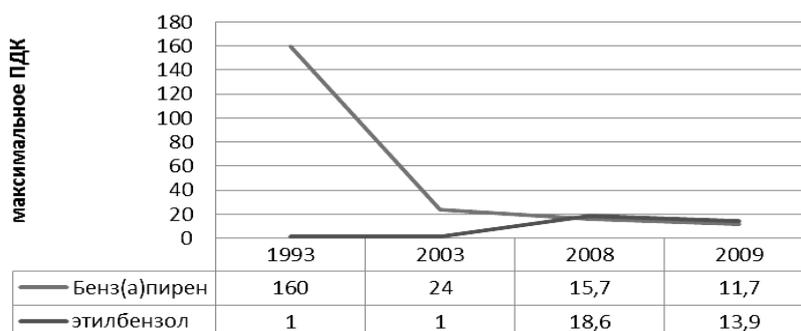


Рис. 2. Случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха

Данные по изменению концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Магнитогорска представлены в табл.

**Изменение концентрации загрязняющих веществ
в атмосферном воздухе г. Магнитогорска**

Наименование вещества	Средняя концентрация, мг/м ³				
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Взвешенные вещества	0,4	0,3	0,5	0,2	0,2
Диоксид серы	0,027	0,026	0,5	0,016	0,015
Диоксид азота	0,07	0,06	0,2	0,05	0,04
Оксид азота	0,03	0,01	0,4	0,02	0,03
Сероводород	0,005	0,004	0,008	0,004	0,004
Формальдегид	0,011	0,008	0,035	0,006	0,008
Бензол	0,05	0,03	–	0,03	0,02
Этилбензол	0,011	0,007	0,02	0,039	0,018
Бенз(а)пирен *10 ⁻⁶ мг/м ³	8,6	6,8	–	4,9	3,9
Индекс загрязнения атмосферы	36	25	34	17,7	14,4

При сравнительном анализе данных можно сказать, что существующая система мониторинга недостаточно объективна. На сайте Челябинского гидрометцентра имеются достаточно полные данные за 2006–2008 гг., дальнейшая итоговая информация за год отсутствует, а по основному вредному веществу, 1 класса опасности – бенз(а)пирену вообще исключена из ежемесячных сводок.

На Магнитогорском металлургическом комбинате огромное количество цехов, и все они являются загрязнителями атмосферы, но самыми активными являются агломерационные, рудо-обогащительные, доменные, мартеновские, кислородно-конвертерный цеха. Металлургию называют химией высоких температур. В результате кипения и испарения под действием высоких температур происходят различные химические реакции с образованием летучих соединений. Они представляют собой аэрозоли – твёрдые или жидкие частицы, взвешенные в отходящих газах, и являются результатом выплавки чугуна и стали, в вышеперечисленных цехах. Пылегазовые выбросы, как и все другие отходы, наносит ущерб окружающей среде, но при этом является ценным сырьём, которое можно утилизировать – это выделение в атмосферу возгонов и аэрозолей различного состава. Несмотря на строгие меры, применяемые для очистки выбросов металлургического комбината, в атмосферу попадают горячие газы CO₂, N₂, которые являются потенциал определяющими парникового эффекта.

Забор проб воздуха осуществляется на 5 стационарных постах. Расположение этих постов не позволяет оценить реальную картину загрязнения атмосферного воздуха, т. к. их местоположение определялось с учетом требований, предъявляемых к метеорологическим постам, и лишь в дальнейшем они были дооборудованы для проведения экологического мониторинга.

С резким увеличением автомобильного транспорта в городе значительно повышается уровень приземистых концентраций вредных веществ, но существующая схема забора проб не может объективно оценить изменение ситуации. Транспортная проблема города связана с тем, что фактически все трудоспособное население проживает в правобережной части города, а промышленность сосредоточена в левобережной части. Городу катастрофически не хватает

4-х существующих мостов, что приводит к образованию значительных автомобильных пробок уже не только в часы «пик» в районе мостов в правобережной части. Точки забора проб находятся далеко от этих мест. Кроме того, существующий мониторинг носит эпизодический характер, привязан к графику работы природоохранных органов. Также возможно отключение очистных сооружений в ночное время и в выходные дни «в целях экономии», а отбор проб предназначен, фактически, лишь для оценки эффективности очистных сооружений с целью снижения природоохранных платежей.

Состояние водных ресурсов города также неудовлетворительно. Ограниченность и неравномерное распределение водных ресурсов внутри года и по территории создает их дефицит. В городе на одного жителя приходится в 16 раз меньше водных ресурсов, чем в среднем по РФ.

Интенсивное промышленное освоение области привело к значительному загрязнению большинства водоемов области. Так, в районе г. Магнитогорска на качество воды в р. Урал резкое отрицательное влияние оказывают не только промышленные, но и хозяйственно бытовые сточные воды. Содержание загрязняющих веществ в воде превышает норму и составляет в среднем за последние 10–15 лет: азота аммонийного – 2 ПДК; азота нитритов – 2–6 ПДК; фосфатов – 2–3 ПДК; нефтепродуктов – 2–4 ПДК.

Земельные ресурсы г. Магнитогорска распределены, примерно, следующим образом. Общая площадь земель, занимаемая г. Магнитогорском, 37585 га. Земли промышленности составляют 11834,9 га, из которых 6842 заняты производственными помещениями. Земли сельскохозяйственного назначения составляют 6687 га. Высокая концентрация промышленных предприятий г. Магнитогорска при существующих технологиях производства обуславливает образование большого количества отходов и выбросов, что вызывает химическую эрозию почв. Почвенный слой минерализуется, превращаясь из живого организма в бесплодный монолит. В почвах сокращаются запасы гумуса.

Экологическое состояние жилых районов напрямую зависит от состояния системы санитарной очистки города от отходов производства и потребления. В 2009 г. на территории города вывезено на левобережную городскую свалку 150,4 тыс. т. отходов, которые изолируются путем захоронения. Даже в перспективных планах города нет строительства современного мусороперерабатывающего завода.

Неблагоприятная экологическая обстановка негативно сказывается на здоровье населения. В г. Магнитогорске, например, у детей отмечено значительное превышение фоновых уровней следующих заболеваний: костно-мышечной системы в 9,01 раз; перинатального периода – 4,56; новообразований – 3,69; неточно обозначенных состояний – 9,8; врожденных пороков развития – 4,33; эндокринной системы – 5,9; крови и кроветворных органов – 2,25. Необходимо отметить, что только в г. Магнитогорске у детей отмечено превышение фоновых уровней новообразований.

Данные материалы свидетельствуют, о том что экологическая обстановка в г. Магнитогорске и его окрестностях продолжает оставаться крайне сложной. Для выявления степени влияния различных антропогенных факторов и после-

дующей мелиорации экологической обстановки в городе необходимо проводить постоянный всесторонний экологический мониторинг не только в зоне промышленных предприятий и объектов повышенной опасности, но и в городе в целом и его окрестностях. Результаты мониторинга должны быть доступны как через СМИ, так и через Internet.

Также необходимо произвести инвентаризацию всех источников загрязнения в городе и его окрестностях. Автоматизировать систему проведения мониторинга основных источников выбросов в атмосферу и водные объекты. Установить автоматизированный контроль за работой газопылеулавливающих установок, что бы исключить самовольное их отключение в ночное время и выходные дни. Решить вопрос по строительству 5-го моста через р. Урал.

В городе назрела потребность в организации и проведении независимого автоматизированного комплексного мониторинга включающего в себя: контроль выбросов в атмосферу загрязняющих веществ; контроль сброса загрязняющих веществ в бассейн р. Урал; контроль загрязнения почвенных ресурсов; уровень заболеваемости населения по основным видам заболеваний с учетом района проживания; уровень заболеваемости работающих на вредных производствах.

Литература

Долгосрочная городская целевая программа «Охрана окружающей среды города Магнитогорска на 2011–2015 годы» / Администрация г. Магнитогорска. Магнитогорск, 2010. 12 с.

Загрязнение атмосферного воздуха городов Челябинской области в 2006–2011 гг. / ФГУ Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. <http://www.chelpogoda.ru/pages/188.php>

Качество атмосферного воздуха в городах Челябинской области в 2007 году / ФГУ Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. <http://www.chelpogoda.ru/pages/517.php>

Комплексный доклад о состоянии окружающей природной среды Челябинской области в 1993 году. / Челябинский областной комитет по экологии и природопользованию; Челябинский областной государственный экологический фонд. Челябинск, 1993. 83 с.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2009 г. / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; Росгидромет. М., 2010. 177 с.; <http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2009.pdf>

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2008 г. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2009. 182 с.; <http://www.meteorf.ru/rgm2.aspx?RgmFolderID=79cfab7f-ca21-4d1b-b2f2-00e2200db8f2>

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2007 г. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М., 2008. 179 с.; <http://www.meteorf.ru/rgm2.aspx?RgmFolderID=79cfab7f-ca21-4d1b-b2f2-00e2200db8f2>

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. КИРОВА ПО СНЕЖНОМУ ПОКРОВУ

*М. А. Безденежных¹, Г. И. Березин¹, С. С. Злобин¹,
Т. Я. Ашихмина^{1,2}, Н. А. Бурков¹*

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,
ecolab@vshu.kirov.ru*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В настоящее время задача определения уровня загрязнения атмосферного воздуха остается одной из наиболее актуальных при оценке состояния окружающей среды промышленных центров и городских агломераций. Геохимическими и гигиеническими исследованиями установлены количественные связи между содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и выпадением их на территории городов, что фиксируется в виде аномалий в снежном покрове – природной среде, депонирующей загрязнения.

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха.

Загрязнение снежного покрова происходит в 2 этапа. Во-первых, это загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадение на местности – так называемое влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом. Во-вторых, это загрязнение уже выпавшего снега вследствие сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступление из подстилающих почв.

Загрязнение снега при внутриоблачном и подоблачном вымывании и сухом выпадении, обусловленном влиянием низких источников, приводит к изменению состава загрязняющих веществ. Распространение загрязняющих веществ в атмосфере определяется вкладом отдельных процессов в загрязнение снежного покрова на локальном, региональном и глобальном уровнях и составом загрязняющих веществ. Для локальных выпадений характерно сухое и, во многих случаях, влажное осаждение из подоблачного слоя веществ, имеющих малое время пребывания в атмосфере, процессы вымывания в облаке не имеют существенного значения. Таким образом, снежный покров как природный планшет, идеально подходит для мониторинга специфических загрязняющих веществ атмосферного воздуха городских территорий, в частности от автотранспорта, поскольку выброс загрязняющих веществ автотранспортом происходит практически на уровне земли.

В данной статье представлены результаты исследования специфических загрязняющих веществ атмосферного воздуха городских территорий, а именно тяжелых металлов. Металлы содержатся в большинстве видов автотранспортных выбросов в атмосферу и являются индикаторами техногенного воздействия этих выбросов на окружающую среду.

Изучение уровня техногенного загрязнения воздушной среды проводилось в черте города. Сбор образцов снега отбирали в декабре – марте 2010–2011 гг. Для определения степени загрязнения снежного покрова под воздействием автотранспорта выбрано несколько перекрестков и улиц в зависимости от интенсивности движения автомобильного транспорта и определена сеть из тридцати точек контроля. Отбор проб проводился в соответствии методами, описанными в работах А. П. Бояркиной, Н. В. Васильева (1993) и В. Н. Василенко (1985).

Определение содержания тяжелых металлов проводили по стандартным методикам на атомно-абсорбционном спектрометре ААС «СПЕКТР-5–4». В ходе исследования определялось содержание следующих тяжелых металлов: Cd, Cu, Pb, Ni, Zn.

Для того чтобы проследить динамику изменения концентраций элементов за зимний период, были построены графики отражающие изменение концентрации во времени Cd, Cu, Pb, Ni, Zn в точках контроля. Для примера на рисунке 1 представлены результаты динамики концентраций тяжелых металлов за декабрь – март 2010–2011 гг. на перекрестке ул. Московской и ул. Производственной.

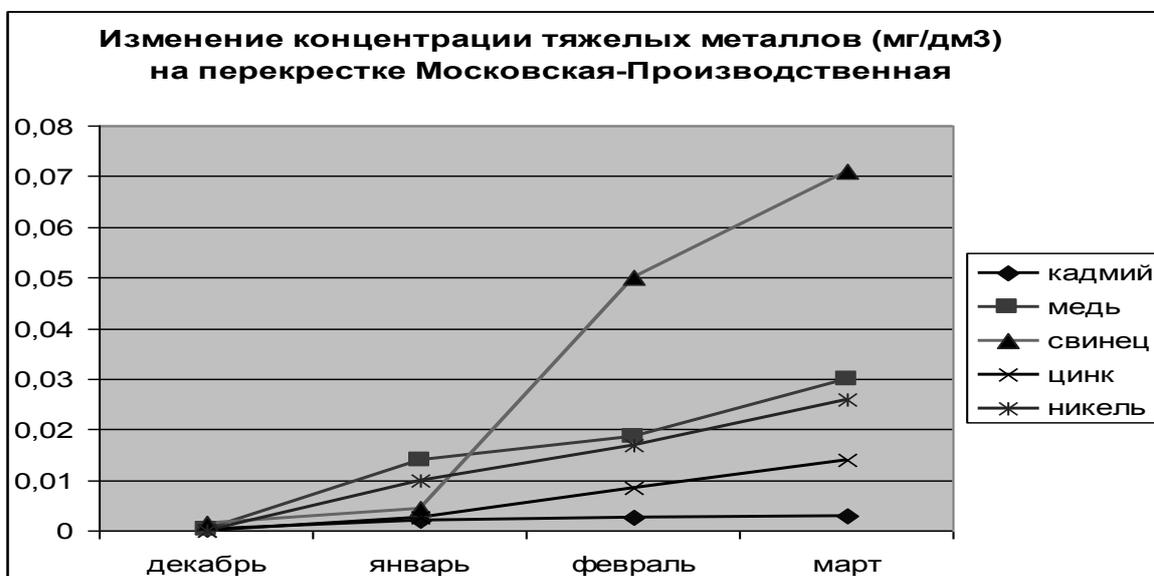


Рис. 1. Изменение концентрации тяжелых металлов (мг/дм³) на перекрестке улиц Московская – Производственная

Прослеживается четкая зависимость увеличения концентрации тяжелых металлов в пробах снега контрольных точек во времени, максимальное содержание достигается к периоду снеготаяния.

В качестве контроля использовались образцы снежного покрова, отобранные на территории лесного массива Арбажского района Кировской области. Выбор фоновой точки обусловлен удаленностью данного района от промышленных центров области, а отсутствие путей сообщения позволяет исключить влияние автотранспорта на содержание тяжелых металлов в пробе.

На основании исследований содержания тяжелых металлов в снежном покрове можно сделать вывод, что наиболее характерными элементами для

оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха являются кадмий, медь и цинк. Содержание данных тяжелых металлов в пробах сильно варьируется, наибольшие концентрации обнаружены вблизи автотрасс с наибольшей транспортной нагрузкой.

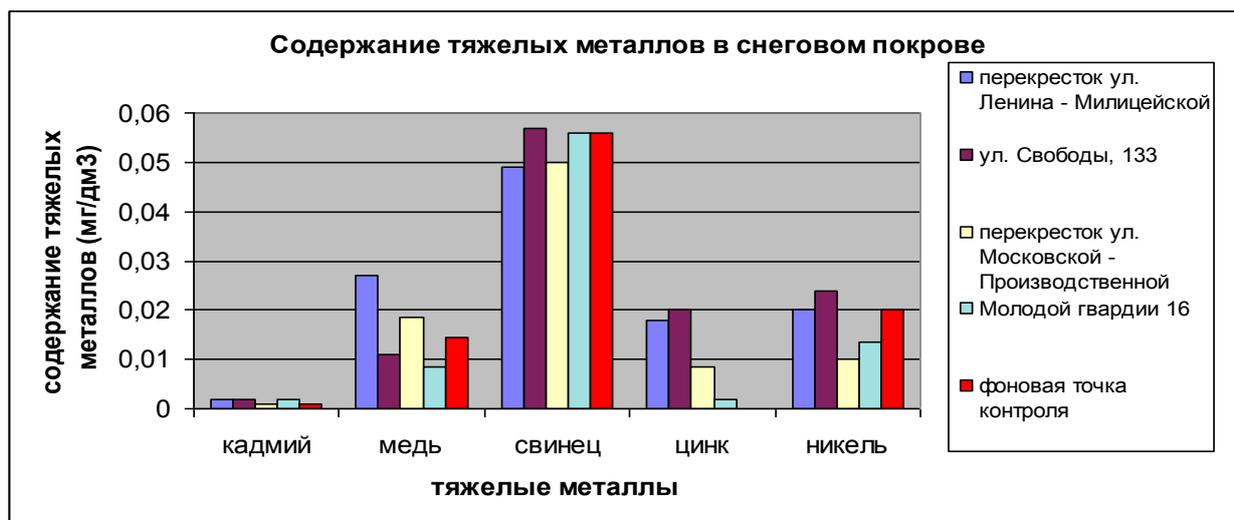


Рис. 2. Результаты исследований проб снегового покрова, в период наибольшего содержания в нем загрязняющих веществ (март)

Для всех точек контроля сети обора проб установлено высокое содержание свинца по сравнению со всеми изучаемыми тяжелыми металлами в течение всего периода исследования. Обнаруженная концентрация варьируется с небольшими отклонениями от фоновой, аналогичная картина установлена и для никеля. Подобное распределение загрязняющих веществ характерно для влажного вымывания из внутриоблачного слоя, что позволяет сделать вывод о региональном и глобальном загрязнении данными элементами и незначительном вкладе локального загрязнения в зоне влияния автотранспорта.

Таким образом, использование снегового покрова в качестве природного планшета, накапливающего атмосферную примесь за длительный промежуток времени, дает возможность получения сравнительно экспрессных оценок выброса и определения зон влияния автотранспорта.

Литература

- Атмосфера: справочник / Под ред. Ю. С. Седунова. Л., 1991.
 Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л., 1991.
 Бояркина А. П. Аэрозоли в природных планшетах Сибири / А. П. Бояркина, В. В. Бойковский, Н. В. Васильев и др. Томск, 1993.
 Василенко В. Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В. Н. Василенко, И. М. Назаров, Ш. Д. Фридман. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 182 с.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

М. А. Хрусталева

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
mrnhr@ramble.ru*

Биогеохимические мониторинговые сезонные исследования природно-антропогенных ландшафтов проводились в Московской и Смоленской физико-географических провинциях подзоны хвойно-широколиственных лесов с дерново-подзолистыми почвами. Наблюдения велись в четырех типах ландшафтных катен: лесных, луговых, гидроморфных и антропогенных методом сопряженного биогеохимического анализа с отбором проб компонентов ландшафта, последующим химическим анализом их и классификацией полученных данных для установления сходства и аккумуляции элементов в золе с помощью кластерного и факторного анализа. Цель работ состояла в определении многолетних сезонных изменений содержания и свойств химических элементов, особенностей миграции и аккумуляции их в компонентах ландшафтов с учетом антропогенной деятельности.

Важная роль в биологическом круговороте принадлежит аккумуляции элементов в фитомассе растений. Он играет существенную роль во взаимосвязи почв с растениями и включает в себя два противоположных, но взаимосвязанных процесса: продукционный и деструкционный. При первом происходит увеличение поступления тепла, ускорение процесса фотосинтеза, рост фитомассы, разгрузка ландшафта от избытка влаги через весенний сток, а при втором – высвобождение элементов из органического вещества в результате разложения и минерализации, затухание фотосинтеза, снижение температуры, понижение испарения, появление на поверхности почвы опада. Ландшафты антропогенных катен обладают отличным от естественных режимом функционирования. Для первых характерен целенаправленный искусственный отбор устойчивых сельскохозяйственных культур и создание оптимальных условий для функционирования, т. е. перехода из одного состояния в другое за определенный промежуток времени. Устойчивость величин продукции в антропогенных катенах меньшая, по сравнению с луговыми и гидроморфными, вследствие разнообразия видов в последних. В связи с применением систем севооборотов, агротехники в ландшафтах антропогенных катен растения произрастают в течение более короткого времени, обусловленного вегетацией той или иной культуры, чем в целом вегетационный период. Растения ландшафтов луговых и гидроморфных катен развиваются в течение всего вегетационного периода, который продолжается от 130 до 162 дней непрерывно. В ландшафтах же антропогенных катен растения созревают одновременно, в противоположность таковым в луговых и гидроморфных, что отражается на процессах обмена веществ. Интенсивность всех этих процессов обусловлена соотношением тепла и влаги. Малое количество осадков в засушливые годы отрицательно сказалась на урожайности культурных и луговых растений, которая составляла 11,6–15,1 ц/га в воздушно

– сухом весе в антропогенных катенах и 4,8–15,7 ц / га – в луговых при максимальных (до 50 ц/га) значениях средних многолетних. Наибольшая продуктивность надземной фитомассы (до 51,5 ц/ га) выявлена в укусах разнотравно-осоковых ассоциации низкой поймы. Сухой вес укусов надземной фитомассы луговых ландшафтов, занятых посевами многолетних трав, превосходит в 1,5–2,0 раза таковой естественных, а однолетних трав в пересчете на сухую массу – в 1,2–2,6 раза. Запасы элементов в фитомассе выше таковых ежегодно поглощаемых как отдельными растениями, так и в целом растительными сообществами. Отметим, что запас живой фитомассы всегда больше такового морт-массы. Биопродуктивность на поляне в лесу больше в 1,5–2,0 раза, чем таковая под кронами деревьев.

Изучали (свежий и старый) опад лиственного и смешанного леса. Вес опада лиственного леса в воздушно – сухом весе колебался в пределах от 8,2 до 38,5 ц/га, а смешанного был в 2–3 раза выше. Лесная подстилка, в которую весной превращается опад, в 2,0–2,5 раза превышала массу последнего. Причем, вес подстилки смешанного леса в 1,1–2,7 раза превалировал над таковым в лиственном лесу. Максимум подстилки сосредоточивается в гор. А³.

Концентрация химических элементов в растениях зависит не только от величины фитомассы, но и от интенсивности поглощения их растениями, особенностей структуры и функционирования фитоценозов, потребности растений в элементах питания и экологических условий. Биогеохимические исследования сопровождались химическим анализом состава золы растений, опада и лесной подстилки. Зольность укусов травостоя зерновых культур минимальна (2,7–5,3%) в растениях антропогенных катен и максимальна (21–24%) – в луговых. Различия в зольности укусов пшеницы и ячменя составляли 1,0–1,5 раза, а пшеницы и ржи – 1,6–1,9 раза. Зольность укусов травостоя в ландшафтах лесных катен колебалась в пределах от 8,4 до 14,4%. Невелика она была и во фракциях древесных, кустарниковых пород с тенденцией роста от шишек к стволам и ветвям. Зольность опада колебалась от 5,2 до 11,1%. В ландшафтах луговых и гидроморфных катен происходит безвозмездное изымание элементов из биологического круговорота вследствие сенокошения, выпаса скота, рекреации, что в гидроморфных ландшафтах приводит к выпадению из травостоя ценных кормовых трав (бобовых, ежи, костра, лисохвоста) и появлению неподаваемых животными растений (лютика, щучки и др.). Отчуждение элементов с урожаем в антропогенных ландшафтах частично может компенсировать внесение на поля удобрений и правильное применение севооборотов.

Потребление элементов фитоценозом и возврат его в почву зависит не только от видового состава, биологической продуктивности, но и свойств элемента. Сезонная динамика потребления элементов фитоценозом из почвы и возврат его из фитоценоза в почву является биохимическим показателем обменных процессов, что определяется физиологическими и биогеохимическими свойствами растений по отношению к элементу. Видовой состав фитоценоза зависит от потребления элемента из почвы и подземных органов в надземные, что обусловлено фитоценоотическим показателем в связи с обменными процессами. Запасы зольных элементов и азота в надземной фитомассе культурных

растений в 1,1–5,0 раза уступают продукции луговых катен, что связано с уменьшением массы их корней. В ландшафтах гидроморфных катен наблюдалось уменьшение веса корней от мая к июлю. Запас элементов в растениях значительно варьирует в течение вегетационного периода, достигая максимальных значений осенью – в сентябре. Подстилка лиственного леса имеет величину $pH_{\text{водн.}}$ 4,10–6,04, $pH_{\text{солев.}}$ 4,53–5,30, а в хвойном, соответственно, 4,45–5,70 и 3,75–6,32. Таким образом, подстилка хвойного леса более кислая, чем лиственного. Это обусловлено меньшим содержанием обменных оснований в опаде и лесной подстилке смешанного леса, по сравнению с лиственным, и где большая часть их представлена кальцием. Степень насыщенности основаниями в почве смешанного леса больше, чем лиственного. Гидролитическая кислотность подстилки смешанного леса равна 3,27–9,32, а хвойного – 4,52–28,25 мг - экв. на 100 г почвы. Величины обменной кислотности также больше в ельнике с тенденцией к увеличению от гор. A^1_0 к A^2_0 . Отмечается значительное повышение в ней концентрации подвижного алюминия с тенденцией понижения степени насыщенности основаниями по направлению к нижнему горизонту лесной подстилки. Она играет большую роль в обмене веществ и энергии между растениями и почвой, обогащая последнюю питательными веществами и, в первую очередь, азотом. Общего азота концентрировалось больше в подстилке смешанного леса (0,12–2,57%), по сравнению с хвойным (0,17–1,81%). По мере разложения подстилки происходит относительное накопление общего азота с повышением его величин от горизонта A^2_0 к A^3_0 , что обусловлено более медленным, по сравнению с углеродом, разложением и выносом азотистых соединений и с вторичным закреплением их в виде белков. Зафиксирован рост процентного содержания азота от весны к лету и осени. Азота и железа в подстилке концентрируется больше, чем в опаде. Железо в процессе разложения подстилки обладает большей миграционной способностью, по сравнению с алюминием. Алюминий в группе элементов биологического поглощения занимает одно из последних мест. Он слабо извлекается растениями из почвы, но активнее других при разложении опада накапливается в подстилке (до 0,55%). Подстилка елового леса летом концентрирует обменный (до 35–48 мг - экв. на 100 г почвы) кальций, величины которого весной и осенью уменьшаются. Калия больше в подстилке смешанного леса (34–45 мг - экв. на 100 г почвы), по сравнению с хвойным (до 21–32 мг - экв. на 100 г почвы).

Элементы в подстилке хвойного леса по степени убывания образуют ряд: $Mn > Ca > Na > Mg > Ti > Si$ (аккумуляция при A_x больше 1) – $N > K > S > P > Al > Fe$ (вынос при A_x меньше 1). Значит, в лесных подстилках больше накапливается Mn, Ca, Mg и меньше – K, P, Al, S, что обусловлено разложением органического вещества. При активной минерализации подстилки отношение $C : N$ сужается, что указывает на уменьшение запасов органического вещества и обогащение подстилки азотом. Подстилка – биогеохимбарьер.

Итак, в результате проведения многолетних биогеохимических исследований ландшафтов, максимальная биопродуктивность в них обнаружена осенью. Для ландшафтов характерен азотно-калиево-кальциевый тип биологического поглощения. Выявлены элементы интенсивного накопления (N, P, S, K,

Ca) и слабого и очень слабого захвата (Mn, Fe, Al, Ti, Cr), определены параметры миграции и аккумуляция.

О ПЕРСПЕКТИВАХ СОХРАНЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ПОЧВ ВОРКУТИНСКОГО РАЙОНА

Г. В. Русанова, О. В. Шахтарова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, olga.shakhtarova@mail.ru

С каждым годом увеличиваются площади ландшафтов Субарктики, находящиеся под влиянием техногенного пресса. Возрастание нарушения биосферы уменьшает устойчивость окружающей среды, так как нарушенная биота лишена способности к биотической регуляции последней. Согласно К. С. Лосеву (2010) региональные катастрофы (экстремальная жара, наводнения и др.) не являются следствием наблюдаемого глобального потепления, а результат нарушения потенциала биотической регуляции среды хозяйственной деятельностью. При сокращении ненарушенных территорий биотический потенциал управления окружающей средой может быть полностью утрачен.

В связи с этим, соотношение территорий, освоенных человеком и занятых ненарушенной биотой, приобретает особое значение. Для криолитозоны европейского Севера допускается не более 10% территории интенсивного воздействия, так как Север представляет собой ресурс общего экологического баланса Европы (Реймерс, 1994). Стабилизирующую функцию в природной среде выполняют особо охраняемые природные территории, однако в списке подлежащих охране природных объектов отсутствует такая категория, как почвы.

Создание Красной книги почв для разработки основ охраны эталонных и редких почв, а также сохранения территориальных ресурсов криолитозоны приобретает особое значение. Особое место в этом списке занимают уникальные редкие почвы, сохраняющие летопись послеледниковых ландшафтов тундры.

К категории эталонных почвенных разновидностей относятся преобладающие по площади, отражающие почвенное разнообразие и соответствующие центральному образу типа почвы, согласно разработке Почвенной классификации (Классификация и диагностика почв России, 2004) Принципы выделения эталонных объектов опубликованы Г. В. Добровольским (2006). К эталонным могут быть отнесены целинные почвы, развивающиеся в условиях минимального антропогенного влияния, занимающие положительные элементы рельефа.

На юго-востоке Большеземельской тундры (Воркутинский район) к ряду эталонных могут быть отнесены глееземы криометаморфические (Классификация и диагностика почв России, 2004) или поверхностно-глеевые почвы, формирующиеся на широко распространенных покровных пылеватых суглинках, в автоморфных условиях полого-увалистой равнины высотой 120–240 м, в елничково-кустарничковой мохово-лишайниковой пятнисто-бугорковатой тундре. Характер залегания многолетнемерзлых пород массивно-островной, глубина 2–5 м на основной поверхности водораздельных равнин. Эти почвы являются наиболее изученными в настоящее время (Иванова, Полынцева, 1952;

Игнатенко, 1979). Пятнисто-бугорковатый микроландшафт обуславливает формирование трехчленного комплекса почв: бугорков, пятен и ровных поверхностей, отличающихся большей мощностью органогенных горизонтов в почвах бугорков и уменьшением степени оглеения в почвах пятен. Погребенные почвы являются свидетелями послеледниковой истории и могут быть предложены в качестве редких. Начало формирования погребенного подзола можно отнести к позднеатлантическому периоду (6000–4600 л.н.), наиболее теплому на севере Большеземельской тундры (среднеиюльские температуры выше современных на 3–4°, а сумма осадков больше на 100 мм).

В результате детальных исследований (2009–2010 гг.) макро-мезомикроморфологии глееземов криометаморфических выявлены устойчивые к фактору времени, некоррелирующие с современной биоклиматической обстановкой, педо-литореликты, дающие основание отнести почву к полигенетическим.

Фрагменты погребенных гумусовых горизонтов (5 x 10 см) в виде темных пятен и линз обнаруживаются на глубинах 40–50 см. Отличаются рыхлой упаковкой, округлыми биопорами, черными пятнами на темно-сером фоне. Аморфное гелеобразное вещество черных пятен, с трещинами дегидратации, пропитывает или окаймляет агрегаты. Микроформы гумуса, связанные с минеральной частью, достаточно устойчивы в условиях Субарктики, и свидетельствуют о более благоприятных условиях образования в прошлом.

В нижней части профиля обнаружены литореликты седиментационного генезиса (5x7 мм) представленные округлыми фрагментами с горизонтальной слоистостью (слои тонкодисперсного и грубодисперсного материала).

При проведении реконструкции изменения климата в голоцене важное место занимают вопросы о скорости формирования и трансформации торфяников под воздействием меняющейся среды. Низинные эутрофные торфяные залежи в Субарктике распространены сравнительно незначительно, занимая приозерные террасы, приустьевые части речных долин. Наземный покров составляют травянистая растительность, осока, пушица и гипновые мхи. Они развиваются в условиях питания грунтовыми водами. Возраст полигональных с ледяными жилами и верховых сфагновых торфяников в басс. р. Воркута составляет 9–7 тыс. л. (Красовская, 1996) иногда – 11,9 тыс. л., а остатки древесины датируются возрастом 6,6–5,4 тыс. л. Торфяники представляют собой летопись послеледниковых ландшафтов тундры.

Являясь уникальным невозобновимым природным ресурсом, почва обеспечивает устойчивое функционирование экосистем. Определяющая роль почвы в сохранении биосферы Земли основана на обеспечении биологической продуктивности, экологической устойчивости и непрерывности функционирования в качестве глобального источника и резервуара биофильных элементов. Поэтому создание Красной книги почв будет способствовать сохранению территориальных ресурсов криолитозоны, как ресурсов общего экологического баланса. Следует предусмотреть также выделение эталонов – заказников в качестве базы для многолетнего мониторинга различных типов почв в условиях колебаний климата.

Погребенным и полигенетическим почвам, как педогенным реликтам следует придать статус памятников природы и включить в сеть охраняемых природных территорий. Они являются такими же объектами природного наследия, как геологические, гидрологические, биологические. Создание Красной книги почв будет способствовать сохранению территориальных ресурсов криолитозоны, как ресурсов общего экологического баланса. Следует предусмотреть также выделение эталонов – заказников в качестве базы для многолетнего мониторинга различных типов почв в условиях колебаний климата. При освоении природных богатств тундры данный подход должен стать приоритетным.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Почвенно-функциональные ресурсы биосферы Европейского северо-востока и биолитогенные экотоны – фундаментальная основа охраны и мониторинга почвенно-земельного фонда» программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

Литература

Добровольский Г. В. Принципы выбора эталонных объектов при создании Красной книги почв России // Почвоведение. 2006. № 4. С. 387–395.

Иванова Е. Н., Полынцева О. А. Почвы европейских тундр // Тр. Коми фил. АН СССР. Сер. геогр. 1952. Вып. 1. С. 72–123.

Игнатенко И. В. Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. М.: Наука, 1979. 278 с.

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

Красовская Т. М. Пространственно-временные закономерности накопления тяжелых металлов в экосистемах Воркутинского промышленного района // Биоиндикация состояния природной среды Воркутинской тундры. Тр. Коми науч.центра УрО РАН. № 143, 1996. Сыктывкар, С. 42–48.

Лосев К. С. Мифы и заблуждения в экологии. М.: Научный мир, 2010. 224 с.

Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: «Россия молодая», 1994. 367 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ БИОМОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ г. АЛМАТЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Б. Н. Мынбаева¹, Н. В. Воронова²

¹ *Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
btynbayeva@gmail.com*

² *Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
slovonine@mail.ru*

Для водных экосистем рядом исследователей была разработана биотическая концепция контроля водной среды (Левич, 1994; Максимов, 1991 и др.). Реализация концепции предполагает проводить исследования на популяциях и сообществах организмов, реально населяющих водные экосистемы; с полным комплексом действующих на биоту данной экосистемы факторов (химических, гидрологических, климатических, радиационных, биологических и т.д.); в усло-

виях конкретного региона с учетом его фоновых и других локальных характеристик; не при краткосрочном воздействии, а в реальном масштабе времени с учетом запаздывания реакций и накапливания эффектов и др. Мы согласны с тем, что цель биотического контроля с таким количеством задач может быть решена для водных экосистем, имеющих четкие пространственно-временные границы и параметры функционирования. Но для городских почвенных экосистем подобные методологические и методические подходы практически невозможно осуществить, главным образом, из-за пространственной разнородности, высокой динамичности всех факторов и значительных миграционных и диффузионных процессов, протекающих в почве. Даже простой физико-химический почвенный мониторинг имеет множество проблем при реализации (Дикарев и др., 1999; Пашкевич, 2002 и др.). Поставленная цель: создание системы биомониторинга загрязнения городских почв тяжелыми металлами (ТМ) нами решалась через выделение определенных участков городской среды, имеющих конкретное загрязнение ТМ, исследование измененных свойств и характеристик природной среды города под антропогенным воздействием, в частности урбаноземов, при сравнении с фоновыми значениями, изучение сообществ организмов разного таксономического ранга, населяющих городские почвы; поиск и обоснование новых систем биомониторинга загрязнения городских почв, использование которых позволит быстро и недорого определять уровень антропогенного загрязнения и его последствия.

При проведении исследований был использован широкий спектр методов: физико-химических, микробиологических, биохимических, фито- и зооиндикации, мультисубстратного тестирования микробных сообществ и др. Наблюдаемые изменения структуры микробоценозов привели к мнению, что степень загрязнения почв ТМ почвы можно оценивать по микробиологическим показателям с помощью чувствительных и устойчивых видов микроорганизмов, что важно для разработки основ биологического мониторинга окружающей среды (ОС). В результате изучения микробных сообществ мы выявили доминантные чувствительные и устойчивые культуры, которые использовали в мониторинге и диагностике загрязнения почв ТМ. Полученные результаты дополнили представления о влиянии ТМ на структуру микробных сообществ урбанизированных почвенных образцов, а также указали на перспективность некоторых показателей для биомониторинга и биодиагностики: установлено соответствие определенного количества КОЕ индикаторных культур актиномицетов р. *Streptomyces*, дрожжей р. *Candida* и бактерий р. *Azotobacter* конкретным концентрациям ТМ.

По совокупности микробиологических и биохимических показателей считаем возможным проведение биомониторинга загрязнения почв ТМ: уменьшение активности ферментов при загрязнении урбаноземов ТМ сопровождалось сокращением или увеличением общей численности хемоорганотрофов, аммонификаторов, азотфиксаторов, дрожжей и микроскопических грибов на элективных средах КАА, Чапека, СА, Эшби, что открывает возможность прогнозирования характера влияния ТМ на экологическое состояние урбаноземов.

К экологическому обоснованию биомониторинга относятся аспекты взаимосвязи различных показателей биолого-экологической активности почв городской среды при загрязнении ТМ. Проведенные эксперименты и выводы из них свидетельствовали о том, что под влиянием ТМ происходит сначала изменения физико-химических показателей почвы, и, как их следствие, эколого-биологическая активность. В наших исследованиях было доказано, что присутствие в почве соединений ТМ изменяло качественный и количественный состав микробиоценоза почв г. Алматы в сторону усиления фунгистазиса и общей токсичности, причем была установлена диагностическая роль нематод и патогенных грибов *Fuzarium*, которые можно использовать для биомониторинга экологического состояния городских почв. Мы полагаем, что увеличивающаяся численность нематод не связана с регуляцией функционирования растений, питанием за счет корневых выделений растений, за счет микроорганизмов ризосферы и др., их функция, скорее, состоит в регуляции процесса разложения органического вещества, осуществляемого почвенными микроорганизмами. Действительно, при увеличении численности нематод падает численность бактериальной микрофлоры, также происходит изменение микробной деятельности: уменьшалась микробная масса и содержание $C_{орг.}$ и $N_{общ.}$

Таким образом, изменения в микрофлоре (уменьшение численности актиномицетов из рода *Streptomyces* и бактерий из родов *Azotobacter* и *Bacillus*, увеличение количества микромицетов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fuzarium* и бактерий *Cytophaga*) и микрофауне (уменьшение обилия простейших и увеличение нематод) не изменяли структуру органоминеральных и минеральных горизонтов почвы, но меняли ее физико-химический состав, режим питательных элементов за счет регуляции общей деятельности педобионтов. Они оказывали влияние на рост растения косвенно за счет регуляции химических свойств почвы и режима питательных элементов.

Грибы и бактерии мы рассматривали как взаимодействующие блоки единой микробной системы почвы. На основе популяционных подходов (типичность для почвы и определенность эколого-трофических групп) показана доминантность грибов и спорообразующих бактерий по численности и биомассе, их наиболее высокая удельная метаболическая активность в почве. Инокуляция почвенных образцов бактериальными культурами *Pseudomonas* уменьшила ее токсичность, количество *Fusarium* падало, но увеличения численности *Azotobacter*, *Bacillus* и других бактерий в урбаноземах не происходило, т.е. типичной антигрибковой активностью они не обладали.

Установленный низкий уровень биологического потенциала почв г. Алматы определялся структурно-функциональным состоянием почвенных ценозов, их суммарной активностью и интенсивностью биохимических процессов, эти биологические системы подвергались действию ТМ, конечным результатом чего явилось негативное изменение баланса гумуса, азотфиксации, дыхания почв и др. Значительное распространение в почвах г. Алматы типичных микромицетов почв (*Penicillium*, *Aspergillus*), устойчивых к ТМ, не позволил использовать их в биомониторинге, поскольку их можно отнести к эврибионтным организмам с высокой экологической валентностью, а для мониторинга необ-

ходим подбор эффективных чувствительных к ТМ организмов или стенобионтов.

Приведенные данные собственных исследований не всегда совпадали, а иногда и расходились с результатами других исследователей. Мы объясняем это отсутствием единых методик по изучению городских почв, сложностью сравнения данных, полученных в разное время и разными исполнителями (последнее особенно ощутимо при сравнении численности микроорганизмов), пестротой объектов исследований почвы, которая является гетерогенной системой с высокой динамичностью биохимических процессов и микробного сообщества. Поэтому анализ и обобщение данных научной литературы и собственных позволили предложить концептуальную схему биологического мониторинга городских почв, загрязненных техногенными поллютантами.

Ниже показана концептуальная схема биологического мониторинга почв г. Алматы, загрязненных ТМ, в которой представлены в логической последовательности компоненты экспериментальных материалов, имеющих по данной проблеме (рис.). В данную схему возможно внесение изменений по всем компонентам по мере накопления знаний.



Рис. Концептуальная схема биологического мониторинга урбанизированных почв, загрязненных тяжелыми металлами

Суть концепции сводится к нескольким тезисам:

1. Знание объекта исследований – через комплексное изучение изменений свойств и характеристик городских почв под влиянием привнесенных и накоп-

ленных в почвах ТМ; причем их концентрации в урбаногемах должны превышать контрольные и фоновые.

2. Установление степени влияния ТМ на почвенную биоту: микрофлору: изменение структурно-функциональных характеристик микробных сообществ, формирование зон стресса и резистентности; растительные объекты: изменение морфометрических и массовых параметров растений с выделением эффективных концентраций ТМ EC_{50} , вызывающих угнетение параметров на 50%; микрофауну: токсическое действие ТМ устанавливалось через экологический показатель LD_{50} .

3. Выделение индикаторных чувствительных форм стенопедобионтов или тест-объектов на определенные концентрации ТМ в микрофлоре, растительных объектах и микрофауне на базе взаимосвязей между физико-химическими свойствами почвы и ее биологическими показателями.

4. В оценке воздействия ТМ на почву в биомониторинге следует придерживаться ранговой системы чувствительных биотестов: на молекулярном уровне предпочтительнее всего ферментативные тесты (в наших исследованиях – инвертаза, протеаза и нитрогеназа); на уровне отдельных клеточных организмов наиболее индикативной бактериальной культурой оказались представители р. *Azotobacter* и *Pseudomonas fluorescens*, представители актиномицетов р. *Streptomyces*, фитопатогенные грибы р. *Fuzarium*; на уровне многоклеточных организмов показательны следующие стенобионты (плевел многолетний и нематоды), обладающие низкой экологической валентностью по отношению к ТМ; на уровне индикаторных микробных сообществ, предлагается изучать состояние микрофлоры, ответственной за цикл углерода и азота в почве, в наших экспериментах – это аммонификаторы, иммобилизаторы азота, микромицеты и актиномицеты.

Таким образом, актуальность наших исследований связана не только со значительным загрязнением природной среды г. Алматы тяжелыми металлами, особенно почв, но и с тем, что последствия их загрязнения сказываются на структурно-функциональном состоянии педобиоты, которое не регистрируется физико-химическими методами. Поэтому обоснование и разработка методов биомониторинга загрязнения городских почв с помощью тест-объектов необходимы не только для решения прикладных задач, но и для расширения теоретических знаний в области почвенной экологии. На базе соответствующих эффективных тест-систем для определения загрязнения почв ТМ через чувствительность и острую токсичность предложена многоуровневая система биомониторинга почв г. Алматы. При разработке его показателей учитывались многоаспектность этой проблемы: высокую динамичность биохимических процессов, протекающих в почве, большую гетерогенность и сложность структуры почвенных ценозов (микрофлоры, микрофауны и растений), а также зависимость их функционирования от абиотических факторов почвенной среды.

Литература

Дикарев В. И. и др. Методы и средства экологического контроля. СПб: Изд-во Кри-смас+, 1999. 155 с.

Левич А. П. Биотическая концепция контроля природной среды // Доклады РАН. 1994. Т. 337, № 2. С. 280–282.

Максимов В. Н. Проблемы комплексной оценки качества природных вод (экологиче-ские аспекты) // Гидробиологический ж. 1991. Т. 27, № 3. С.8–13.

Пашкевич М. А., Шуйский В. Ф. Экологический мониторинг: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПГГИ (ТУ), 2002. 90 с.

НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОНИТОРИНГА ПОЧВ г. АЛМАТЫ

А. В. Медведева¹, Б. Н. Мынбаева²

¹ *Институт магистратуры и PhD докторантуры,
Medvedeva_Anna1987@mail.ru*

² *Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
btynbayeva@gmail.com*

Техногенное загрязнение окружающей среды приобретает глобальный характер и ставит человечество на грань экологической катастрофы. Накопле-ние ТМ в почве – это не только увеличение их содержания, но и нарастание экологически опасных последствий, создающих угрозу биоте и человеку. За-грязнение почв от газопылевых выбросов промышленных предприятий и ТЭЦ, особенно работающих на угле, выбросов автомобилей. Почва является мощным поглотителем многих химических элементов, они также способны снижать ток-сичность металлов и загрязнителей за счет своей буферности. В городских поч-вах скорость самоочищения снижена, в основном, из-за ухудшения ее свойств (Скурлатов и др., 1994). Большую актуальность представляет изучение содер-жания тяжелых металлов (ТМ) в городских почвах для экологического монито-ринга. Появление большинства ТМ в почвах г. Алматы связано с увеличением количества автомобилей на дорогах города.

Цель исследования: мониторинг состояния городских почв, загрязненных тяжелыми металлами, по определенным показателям.

В задачи исследования вошло изучение некоторых физико-химических свойств почв г. Алматы и установление содержания в почвах тяжелых метал-лов.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования: почвенные образцы из т. 1 – выше просп. Райымбека (пересечение с ул. Пушкина); т. 2 – ниже просп. Райымбека (пересечение с просп. Сейфуллина); т. 3 – ниже просп. Райымбека (пересечение с ул. Розыбакиева); т. 4 – район ТЭЦ-1; т. 5 – 25 км от города (фоновая).

рН почв определяли потенциометрическим методом с настройкой рН-метра по 3 буферным растворам с рН: 4,01, 6,86 и 9,18, приготовленным из стандарт-титров: 10 г воздушно-сухой почвы отвешивали на технических весах, помещали в колбу и приливали 25 мл дистиллированной воды, рН которой рав-

но 6,6–6,8; колбу плотно закрывали каучуковой пробкой, встряхивали 5 мин., отфильтровывали и определяли рН (Орлов, 1985).

Гигроскопичность и влажность почвы определяли гравиметрическим методом при высушивании навески почвы в сушильном шкафу при температуре 105⁰С (Практикум по почвоведению, 1970).

Подготовку почвенных проб для определения Pb, Cd, Cu и Zn проводили по методике выполнения измерений массовой доли валовых и подвижных форм металлов. Для определения валовых форм тяжелых металлов к 2 г почвы приливали 5 мл 5М HNO₃ и 3 мл H₂O₂ для предварительного кислотного разложения в течение 15 мин, затем переносили в СВЧ-печь и, выбрав соответствующую количеству проб программу, подвергали их минерализации. После завершения программы пробы охлаждали и отфильтровывали в цилиндр (или мерную колбу на 50 мл) через фильтр с белой лентой, многократно ополаскивая посуду и фильтр бидистиллированной водой, и доводили объем фильтрата до 50 мл. Подвижные формы измеряли после экстрагирования навески почвы бидистиллированной водой, ацетатно-аммонийным буфером (рН 4,8) и 1 N раствором HCl, отношение навески почвы к экстрагенту составило 1:10, время воздействия – 60 мин. Определение содержания тяжелых металлов проводили на спектрометре с электротермической атомизацией AA-6650 фирмы «Shimadzu» (Методика выполнения ..., 1990).

Полученные результаты были обработаны в программе Microsoft Excel.

Результаты. Физические характеристики почв – влагоемкость и гигроскопичность – были определены для городских почв и фоновой, поскольку эти показатели тесно связаны с их экологическим состоянием. Гигроскопичная вода – это та форма воды, которая необходима для роста и развития растений, поэтому определение ее количества весьма важно для понимания некоторых взаимосвязей между почвенными характеристиками и благоприятным ростом газонных трав и древесных растений. Мы выяснили, что содержание гигроскопической воды в почвенных образцах распределилось следующим образом: максимальное обнаружено в образцах почв, отобранных за городом, остальные почвенные образцы (т. 1, 2, 3 и 4) имели меньшую гигроскопичность, примерно в 1,7 раза (табл. 1). При сравнении городских почв с фоновой, выяснилось, что больше влаги удерживалось в почвенных образцах, взятых за городом т. 5, почвы возле транспортных магистралей и ТЭЦ-1 имели меньшую влагоемкость в среднем в 1,4 раза (табл. 1).

Важным химическим показателем экологического состояния почв являются значения их кислотно-щелочного баланса. От рН зависит не только устойчивость почвенных систем, но и их биологическая активность. Определяли рН почвенных образцов сразу после отбора проб почв и приготовления первичных почвенных вытяжек. Результаты по определению рН почвенных образцов г. Алматы представлены в табл. 1. Величина кислотности городских почвенных образцов колебалась в пределах слабощелочной и щелочной реакции среды. Нейтральные значения рН отмечены в фоновых почвенных образцах. Превышение средней величины рН городских почв по сравнению с фоновой, составило 1,2 раза.

Многие исследователи (Обухов и др., 1990; Pashepsky, Rawls? 2005 и др.) отмечали повышение значений рН в сторону щелочности в городских почвах, связывая это явление с загрязнением почв через атмосферные осадки, содержащие большое количество пыли вместе с хлоридами и карбонатами кальция. Мы согласны с данным утверждением, но считаем, что нужно добавить еще один источник солей кальция: их освобождение из строительного мусора под влиянием осадков. Если сравнивать установленные щелочные значения рН на участках отбора почвенных образцов в центре г. Алматы с наблюдаемым нами слабым ростом травяной растительности, то следует предположить, что щелочные почвы не благоприятны для роста большинства газонных трав и других растений. В подтверждение данного тезиса можно привести в пример исследования других авторов, которые установили, что нейтральные значения рН благоприятствовали росту большинства культурных растений и способствовали активности микроорганизмов, а также связыванию некоторых растворимых соединений тяжелых металлов ТМ (Титова и др., 2002).

Таблица 1

Физико-химические характеристики почвы

Проба почвы	Гигроскопичность, %	Полная влагоемкость	рН
т. 1	14,4±2,7	25,5±5,0	6,97±1,39
т. 2	12,0±2,1	29,1±5,4	7,83±1,55
т. 3	10,0±2,2	31,5±6,3	7,87±1,40
т. 4	14,5±2,6	29,4±5,9	8,09±1,52
т. 5	22,1±4,3	39,3±7,8	6,44±1,25

Общеизвестно, что загрязнение почвы ТМ изменяет численность и состав микробного сообщества почв, снижает интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов. Кроме того, ТМ изменяют и более консервативные признаки почв, такие как гумусное состояние, структура, рН и др. Все это ведет к частичной, а в ряде случаев и к полной утрате некоторых важных свойств почв (Левин и др., 1989). По данным табл. 2, фоновая т. 5 имела низкое загрязнение ТМ (без превышения ПДК). Содержание Cd во всех точках отбора почвенных проб не превышало ПДК, равной 0,5 мг/кг (Совместный приказ ..., 2004), содержание остальных ТМ в городских почвах превышало ПДК.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почвах г. Алматы

Проба почвы	Концентрация валовых форм металлов, мг/кг				
	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr
т. 1	37,8±7,5	46,2±9,2	0,21±0,04	68,8±13,8	28,3±5,6
т. 2	42,8±8,6	46,7±9,3	0,29±0,06	87,1±17,4	31,5±6,3
т. 3	68,0±13,6	58,4±11,7	0,49±0,09	121,9±24,4	33,4±6,7
т. 4	52,1±10,4	55,8±11,2	0,37±0,07	85,5±17,1	27,4±5,5
т. 5	21,6±4,3	41,5±8,3	0,15±0,03	24,9±5,0	18,8±3,8

Например, содержание Cu в городских почвах превышало ПДК (33,0 мг/кг) в среднем в 1,5 раза; содержание Zn (23,0 мг/кг) – 2,3; содержание

Pb (32,0 мг/кг) – 2,8; содержание Cr (6,0 мг/кг) – 5. Следовательно, содержание валовых форм ТМ в почвах г. Алматы оказалось высоким, особенно по хромю и свинцу. Из выбранных участков территории города наиболее загрязненными оказались т. 3 (транспортная, пересечение просп. Райымбека с ул. Розыбакиева) и т. 4 (ТЭЦ-1), что достаточно закономерно.

Выводы: 1) физико-химические характеристики городских почв имели более неблагоприятные значения по гигроскопичности, влажности и рН, по сравнению с фоновой почвой;

2) фоновая почва (за городом) имела загрязнение ТМ ниже ПДК;

3) загрязнение почв г. Алматы тяжелыми металлами оказалось значительным, и по содержанию ТМ в почвах г. Алматы был получен следующий ряд: Cr > Pb > Zn > Cu > Cd;

4) наиболее загрязненными участками оказались почвы вблизи интенсивного транспортного перекрестка и возле ТЭЦ-1.

Литература

Левин С. В., Гузев В. С., Асеева К. В. и др. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту // Микроорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 5–46.

Методика выполнения измерения массовой доли подвижных форм металлов: РД 52.18.269-90. М.: Изд-во стандартов, 1990. 35 с.

Обухов А. И., Плеханова И. О., Кутукова Ю. Д. и др. Тяжелые металлы в почвах и растениях Москвы // Экологические исследования в Москве и Московской области. М., 1990. С. 148–162.

Орлов Д. С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. 275 с.

Практикум по почвоведению // Методическое руководство по полевым и лабораторным исследованиям почв. Алма-Ата: Изд-во Ғылым, 1970, Вып. 4. С.83–86.

Скурлатов Ю. И., Дука Г. Г., Мизити А. Введение в экологическую химию. М.: Высш. шк., 1994. 398 с.

Совместный приказ Министерства здравоохранения РК от 30.01.2004 г. № 99 и Министерства охраны окружающей среды РК от 27.01.2004 г. № 21-п.

Титова В. И., Дабахов М. В., Дабахова Е. В. Экотоксикология тяжелых металлов. 2002. 112 с.

Pachepsky Y. A., Rawls W. J. Development of pedotransfer functions in soil hydrology // Development in Soil Science: Elsevier. 2005. Vol. 30. 542 p.

МОНИТОРИНГ РАСТЕНИЙ-ФИТОРЕМЕДИАНТОВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ

Н. А. Киреева, А. С. Григориади, Н. И. Ерохина
Башкирский государственный университет, vodop@yandex.ru

Фиторемедиация является одним из эффективных методов восстановления загрязненных почв на стадии доочистки. За счет метаболического потенциала микроорганизмов и растений происходит деградация поллютантов, поступивших в почву (Турковская, Муратова, 2005). Для территорий с развитой нефтедобывающей промышленностью нефтяные углеводороды становятся приоритетными, однако помимо них в почву могут поступать другие загрязни-

тели, в том числе тяжелые металлы. Для оценки эффективности применяемых растений-фиторемедиантов необходимо проводить мониторинг качества сырья и степени аккумуляции загрязнителей растениями.

Целью нашего исследования явился мониторинг качества фитомассы потенциальных растений-фиторемедиантов бархатцев прямостоячих (*Tagetes erecta*) и дягиля лекарственного (*Archangelica officinalis*) в условиях нефтяного загрязнения. Растения рассадой высаживались в серую лесную почву, загрязненную нефтью в концентрациях 1, 3 и 6% масс. В качестве контроля использовали растения, произрастающие на незагрязненной почве. Остаточные углеводороды в почве определяли весовым методом (McGill, Rowell, 1980), содержание бенз(а)пирена – спектрофлуориметрическим способом (Трубникова и др., 2006), содержание тяжелых металлов в почве и растениях – на атомно-адсорбционном спектрофотометре.

Одним из главных показателей, по которым определяется степень эффективности проведения ремедиационных работ, является содержание остаточных углеводородов. Выращивание растений на почвах, загрязненных нефтью, интенсифицировало снижение содержания остаточных углеводородов (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание нефтяных углеводородов в почве под посевами растений,
г/ 100 г почвы**

Растения	Концентрация нефти, %	Время отбора проб, сут	
		30	60
<i>Tagetes erecta</i>	1	0,58±0,01	0,45±0,01
	3	2,67±0,06	1,70±0,09
	6	4,97±0,25	3,57±0,14
<i>Archangelica officinalis</i>	1	0,73±0,03	0,60±0,03
	3	2,14±0,03	1,81±0,05
	6	5,26±0,25	4,80±0,17

Как известно, в эколого-гигиенических исследованиях контроль за воздействием смесей токсических веществ следует осуществлять по наиболее опасному (ведущему) компоненту. В данной работе рассматривается не только определение остаточных углеводородов, но и особо опасных компонентов, к которым относятся ПАУ и тяжелые металлы (свинец и кадмий), которые содержатся как в самой нефти, так и в пластовых водах.

Для мониторинга качества растительного сырья в качестве индикатора используется бенз(а)пирен (БП) как наиболее токсичный представитель ПАУ. В табл. 2 представлены данные по содержанию БП в растениях-фиторемедиантах, выращенных как на незагрязненных, так и на нефтезагрязненных почвах. Фоновые значения ПДК по БП в почве составляли 20 нг/г (или 0,02 мг/кг), а фоновое содержание БП в растениях составляло 50 нг/г (или 0,05 мг/кг).

Превышение фоновых значений содержания БП в массе растений, в отличие от контрольных, наблюдалось при загрязнении почвы нефтью в концентрации 1%. С ростом концентрации нефти происходило увеличение содержания БП в растительной массе бархатцев и дягиля в 3,5–4 раза. Однако эти значения

для бархатцев не превышали региональный фоновый уровень для растений, но значительно превосходили этот показатель для почвы.

Таблица 2

Содержание бенз(а)пирена в растениях, выращенных на нефтезагрязненных почвах (нг/г)

Растение	Концентрация нефти, %			
	0	1	3	6
Бархатцы	12,3±3,0	49,1±2,5	110,0±5,0	270,0±10,0
Дягиль	28±1,3	66,2±3,3	150,2±6,8	670±33,0

Увеличение содержания поллютанта до 3% в почве способствовало дальнейшему повышению транслокации БП в растения. При загрязнении почвы нефтью в концентрации 6% количество БП, перешедшего в растения превышало допустимый уровень в 5,4 и 13,4 раза для бархатцев и дягиля соответственно. Содержание БП в фитомассе увеличивалось в 22–24 раза относительно образцов растений, выращенных на незагрязненной почве.

С увеличением концентрации нефти возрастало содержание тяжелых металлов в почве, и в свою очередь, наблюдалось увеличение их количества в растениях (табл. 3). Однако уровень загрязнения Pb почвы не превышал ПДК (100 мг/кг) ни в одной пробе, так же как и в растениях этот показатель не достигал максимально допустимого уровня (МДУ: 5,0 мг/кг сухой массы). Максимальное содержание Pb наблюдалась в образцах растений бархатцев при загрязнении нефтью в концентрации 6%, показатель составлял 2,17 мг/кг.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в системе «почва-растение» при загрязнении нефтью и нефтепродуктами, мг/кг сухой массы

№	Наименование образца	Растение / Почва	
		Свинец	Кадмий
<i>Archangelica officinalis</i>			
1	1% нефть	0,0990 / 14,3035	0,0927 / отсут.
2	3% нефть	0,5432 / 17,7551	0,3595 / отсут.
3	6% нефть	1,9443 / 21,5904	0,9233 / отсут.
<i>Tagetes erecta</i>			
4	1% нефть	0,5704 / 7,2483	0,4114 / отсут.
5	3% нефть	1,6398 / 8,7085	1,1230 / отсут.
6	6% нефть	2,170 / 11,5220	1,8164 / отсут.

При загрязнении нефтью во всех пробах наблюдалось превышение уровня МДУ по содержанию Cd, исключение составляет проба с 1%-ным содержанием нефти в почве под посевом дягиля. Превышение МДУ наблюдалось в образцах дягиля в 1,2 – при 3%-ном загрязнении и в 3,1 – при 6%; в образцах бархатцев – в 1,4, 3,7 и 6,1 раз для 1, 3 и 6% концентрации поллютанта в почве соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о том, что Cd извлекался значительно лучше, что может быть связано с его большей подвижностью в почве, что показано в исследованиях других авторов (Линдиман и др., 2008).

Таким образом, значительное содержание тяжелых металлов и бенз(а)пирена в биомассе растений свидетельствует о способности бархатцев и дягиля к гипераккумуляции ПАУ, причем дягиль обладает более высоким потенциалом за счет большей биомассы растения. Однако исключается возможность их последующего использования в качестве сельскохозяйственной продукции, корма для животных и в качестве сидерата. Мониторинг содержания остаточных углеводов в почве показал, что предлагаемые растения могут быть использованы в фиторемедиации нефтезагрязненных почв.

Литература

Линдиман А. В., Шведова Л. В., Тукумова Н. В., Невский А. В. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы // Экология и промышленность России. 2008. Сентябрь. С. 45–47.

Трубникова Л. И., Трубникова Н. И., Бакиров А. Б. Способ экстракции полиароматических углеводов из объектов с органической и органоминеральной матрицей // Пат. 2281480, РФ. Бюл. Изобр. 2006, № 22.

Турковская О. В., Муратова А. Ю. Биодegradация органических поллютантов в корневой зоне растений // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциированных микроорганизмов с растениями. М.: Наука, 2005. С. 180–208.

Mc Gill W.W., Rowell M.J. Determination of oil content of oil contaminated soil // Sci. Tot. Environ. 1980. V. 14. № 3. P. 245–253.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПЕРВИЧНЫХ ПОЧВ НА НЕФЕЛИНОВЫХ ПЕСКАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ОАО «АПАТИТ» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В. В. Редькина

*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,
Kalmukova@inep.ksc.ru*

Большие площади вблизи населенных пунктов с развитой горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленностью заняты отходами переработки полезных ископаемых. Промышленными отходами апатитонэфелиновых обогатительных фабрик являются нефелиновые пески, содержащие до 60% нефелина – ценного сырья для производства алюминия. Площади, занятые нефелиновыми песками вблизи городов Кировск и Апатиты Мурманской области, уже составляют около 3 тыс. га. В бесснежный период времени незакрепленные растительностью пески подвержены ветровой эрозии и наносят ущерб здоровью людей.

Наиболее радикальным методом закрепления пылящих поверхностей является биологическая рекультивация (фитомелиорация) путем создания растительного покрова. В результате на поверхности промышленных отвалов создается фитоценоз того или иного состава и зрелости, происходит активизация биологических, биохимических и химических процессов, и со временем образуется почва. В основе многих элементарных процессов почвообразования лежит биохимическая деятельность микроорганизмов. К таким процессам относятся: разложение растительного опада, образование гумусовых веществ, раз-

ложение гумуса, деструкция минералов почвообразующей породы и новообразование минералов (Аристовская, 1980). Поэтому исследование микробиологической активности нефелиновых песков, оказывающей решающее влияние на интенсивность и направленность процессов почвообразования, представляет фундаментальный интерес.

Исследовали законсервированное 40 лет назад хвостохранилище апатитонефелиновой фабрики АНОФ–1, занимающее площадь около 100 га, и действующее хвостохранилище фабрики АНОФ–2 площадью свыше 1,5 тыс. га.

После вывода из эксплуатации хвостохранилища фабрики АНОФ–1 (в 1964 г.) была произведена его рекультивация с засыпкой поверхности слоем торфа, выполнены посадки трав, хвойных и лиственных пород деревьев. Современный растительный покров представлен березняками лишайниково-разнотравными и лишайниково-травянисто-моховыми. На открытых местах располагаются участки луговых растений. Отмечается хорошее состояние посадок сосен. Было установлено, что здесь протекает первичный почвообразовательный процесс, который выражается, в частности, в формировании пока еще маломощного органомного горизонта, содержащего до 10% органического углерода (Переверзев и др., 2007). В нижних слоях песка количество углерода составляет 0,2–0,4%. В основном, это углерод реагентов, используемых во флотационном процессе.

Закрепление пылящих поверхностей действующего хвостохранилища фабрики АНОФ–2 проводится биолого-химическим методом – посев многолетних трав (например, волоснеца песчаного – *Leymus arenarius* (L) Hochst.) с последующим созданием полимерного покрытия (латекс, битумная эмульсия). В результате на этом хвостохранилище образуется злаково-разнотравное луговое сообщество.

Отбор образцов проводили ежемесячно с мая по октябрь в 2005–2007 гг. на отвалах разного возраста: свежих, 10-, 20-, 30- и 40-летних. Отбор проб с действующего хвостохранилища осуществляли на двух типах участков – без растений и с наличием злаковой растительности. Возраст нефелиновых песков – от свеженамытых до 30-летних. Образцы песков из хвостохранилища, закрепленного 40 лет назад, отбирали под различными растительными группировками: мхами, лишайниками, кустарничками (вороника, брусника), разнотравьем с доминированием клевера.

Более ранними исследованиями было показано, что выходящие с фабрики хвосты обогащения не являются стерильными. В 1 г субстрата обнаружено 24 млн. клеток органотрофных бактерий, 5,7 млн. клеток бактерий, утилизирующий минеральный азот, 1 млн. клеток олиготрофных бактерий (Гершенкоп и др., 2005). Численность микроскопических грибов в хвостах флотации, поступающих с фабрики, невысока – 35 КОЕ в 1 г.

В хвостохранилище со свеженамытыми песками количество сапротрофных бактерий и бактерий, утилизирующих минеральные формы азота, снижается более чем на порядок. С дальнейшим увеличением срока хранения хвостов апатитовой флотации, не подвергнутых рекультивации, наблюдается еще большее обеднение бактериального ценоза, что объясняется действием эолово-

го фактора, а также суффозионными явлениями, при которых мелкие минеральные частицы и растворимые вещества, включая необходимые микроорганизмам питательные элементы, выносятся водой из поверхностного слоя в нижележащие толщи песчаного субстрата. Дефицит питательных элементов привел к тому, что на фоне общей низкой численности микроорганизмов в 30-летних песках в бактериальном сообществе преобладают бактерии с олиготрофным типом питания, имеющие низкую специфичность к субстратам и способные функционировать в условиях с низким пищевым потоком органического углерода. Грибное сообщество при длительном сроке хранения чистых нефелиновых песков, наоборот, претерпевает изменение в сторону увеличения численности, что, вероятно, связано с переносом песчаной массы, содержащей мицелий и споры микромицетов, с соседних участков, заселенных высшей растительностью.

В песках под злаковой растительностью заселенность бактериями и микроскопическими грибами выше, по сравнению с чистыми песками. При этом бактериальная численность с увеличением «возраста» субстрата достоверно не менялась и колебалась в пределах 3,1–5,8 млн. кл/г для различных трофических групп, в то время как число грибов возросло в 30-летних песках в 2 раза по сравнению с более «молодыми» песками и достигло 3,8 тыс. КОЕ/г. В песках, закрепленных более 40 лет назад, численность всех групп изучаемых микроорганизмов была в несколько раз выше, чем в 10–30-летних песках.

Общая численность бактерий, полученная по методу флуоресцентной микроскопии, в чистом песке колебалась в пределах 0,34–0,60 млрд. кл/г. Длина грибного мицелия изменялась от 12 до 43 м/г. Статистически достоверных различий между бактериальной и грибной биомассой в чистых нефелиновых песках различного срока хранения не выявлено. Возраст нерекультивированного песка практически не оказывает влияния на общую микробную биомассу. В песках под злаковой группировкой бактериальная биомасса возросла в среднем в 4 раза, по сравнению с песками, не покрытыми растительностью, а грибная – в 2. При этом с увеличением «возраста» песка под злаковой растительностью не происходит достоверных изменений в величине биомассы бактерий и грибов. В рекультивированных нефелиновых песках фабрики АНОФ–1 под различными растительными группировками биомасса бактерий колебалась в пределах 0,11–0,29 мг/г, а грибная – 0,48–1,27 мг/г. Эти величины вполне сопоставимы с таковыми в почвах таежных лесов Кольского п-ва (Евдокимова, Мозгова, 2001). При этом грибная биомасса в 40-летних песках превышала бактериальную в 3–5,5 раза, что характерно для органогенных горизонтов зоны еловых лесов Кольского Севера.

В прокариотном сообществе нефелиновых песков среди сапротрофов доминируют грамположительные бактерии, в основном, это актинобактерии родов *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, *Micrococcus* и *Streptomyces*. В состав прокариотного комплекса песков действующего хвостохранилища входят актинобактерии родов *Arthrobacter* и *Micrococcus*. Доля бацилл в них крайне незначительна. В рекультивированном 40 лет назад хвостохранилище доля актинобактерий снижается, а доля грамотрицательных бактерий возрастает.

В песках хвостохранилища, рекультивированного более 40 лет назад, выявлено 26 видов микроскопических грибов, в свеженамытых песках – всего 12. В комплексе микромицетов доминировали по разнообразию грибы рода *Penicillium*. Вид *Trichoderma viride* численно доминировал в рекультивированных песках, но являлся случайным видом в незакрепленных. В свеженамытых песках доминирующие виды отсутствовали, к часто встречающимся видам отнесен *Penicillium thomii*. В нефелиновых песках, подверженных рекультивации 40 лет назад, в группу часто встречающихся видов входили: *Mortierella longicollis*, *Phoma eupyrena*, *Penicillium daleae*.

Относительно стабильным параметром среди показателей, характеризующих биологическую активность почв, является ферментативная активность. В чистых песках активность исследованных ферментов очень низкая. Это связано с неблагоприятными физико-химическими свойствами нефелиновых песков – ярко выраженный промывной режим, незначительное содержание илистых частиц, дефицит органики, а также с низкой численностью микроорганизмов и беспозвоночных животных и полным отсутствием растительности. Под злаковым покровом ферментативная активность нефелиновых песков заметно возросла. При этом, чем больше срок их хранения, тем выше активность ферментов. Максимальные значения активности исследуемых ферментов отмечены в песках, закрепленных в 60-х гг. с применением торфа.

Таким образом, при длительном хранении нефелиновых песков, не подвергнутых рекультивации, в них значительно уменьшается число жизнеспособных клеток бактерий. Общая бактериальная численность и активность ферментов десятилетиями сохраняются практически на одном уровне. Количество грибов и их биомасса постепенно возрастают. В целом чистый песок техногенного происхождения характеризуется очень низкой интенсивностью биологических, а, следовательно, и почвообразовательных процессов. В рекультивированном методом посева многолетних трав с применением полимерного покрытия песке значения рассматриваемых показателей биологической активности в несколько раз выше, чем в нереккультивированном субстрате. Самая высокая биологическая активность отмечена в песках, закрепленных в 60-х гг. прошлого столетия с применением торфа. В целом нефелиновые пески, рекультивированные более 40 лет назад, согласно шкалам, разработанным Д. Г. Звягинцевым (1978), соответствуют почвам с высокой обогатенностью микроорганизмами и средним уровнем инвертазной и уреазной активности. В прокариотном комплексе нефелиновых песков преобладают грамположительные бактерии. Доминирующими являются актинобактерии, приспособленные к жизни в олиготрофных средах. В комплексе микромицетов наиболее широко представлены грибы рода *Penicillium*. Вид *Trichoderma viride* может быть биоиндикатором глубины процесса рекультивации: он доминировал в рекультивированном субстрате, но являлся случайным видом в исходных песках.

Литература

Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука, 1980. 187 с.

Гершенкоп А. Ш., Евдокимова Г. А., Воронина Н. В., Креймер Л. Л. Биоэкология: влияние бактериального компонента оборотных вод на флотацию несulfидных руд (на примере работы обогатительных фабрик ОАО «Апатит») // Инженерная экология. № 3. 2005. С. 51–61.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2001. 184 с.

Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–54.

Переверзев В. Н. Ивлиев А. И. Горбунов А. В. Ляпунов С. М. Первичное почвообразование на отвалах обогащения апатит-нефелиновых руд Кольского полуострова // Почвоведение. 2007. № 8. С. 1006–1013.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВОГРУНТА ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ГУМАТАМИ

М. А. Пукальчик¹, А. А. Изосимов¹, О. С. Якименко¹, В. А. Терехова^{1,2}

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,

*²Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН,
pikalchik.maria@gmail.com*

Спектр реакций, в которые могут вступать гуминовые препараты, очень широк, особенно это касается их наиболее реакционноспособной части — гумусовых кислот. Благодаря карбоксильным, гидроксильным, карбонильным группам и ароматическим фрагментам гумусовые кислоты вступают в ионные, донорно-акцепторные и гидрофобные взаимодействия. Биологические методы оценки позволяют установить физиологическую активность вносимых в почву потенциальных токсикантов или стимуляторов почвенных функций, выявлять критические дозы. Биотестирование — один из основных методов, которым можно оценить качество гуминовых препаратов (Якименко, Терехова, 2011).

Цель работы — оценка эффекта ряда гуминовых препаратов в почвогрунте по реакции стандартизованных тест-культур.

Материалы и методы. Исследование проводили в условиях лабораторных экспериментов с использованием модельного почвогрунта (МПГ), приготовленного промышленным способом в соответствии с международным стандартом ИСО 11268-1. Состав МПГ: каолин — 20%; переходный торф — 10%, строительный песок с размером частиц 0,2–0,4 мм — 70%. Гуминовые препараты (ГП) были представлены промышленными образцами, полученными из различного природного сырья: Ре-FlexK и Ре-EcoK — из торфа; ВС-EnK — бурого угля; ВС-HumNa — леонардита; OW-LhK — лигносульфоната. МПГ, предварительно просеянный через сито с диаметром ячеек 1 мм, массой 200г увлажняли растворами ГП до влажности 60% от наименьшей влагоемкости (НВ=34,6%). Массовая доля сухого вещества ГП в МПГ составила 0,005% (при внесении раствора ГП в концентрации 250 мг/л), 0,010% (при внесении раствора ГП в концентрации 500 мг/л) и 0,020% (при внесении раствора ГП в концентрации 1000 мг/л). В качестве контроля использовали образец МПГ без ГП. После экс-

позиции образцов в течение 5 сут. при 25 °С проводили токсикологические исследования в водной вытяжке из МПГ.

Оценка биоактивности исследуемых концентраций гуминовых препаратов осуществлялась по критерию индекса токсичности (ИТ,%) в лабораторных экспериментах по реакции стандартизованных тест-культур организмов разной таксономической принадлежности: продуцентов и редуцентов.

Токсичность образцов на трофическом уровне редуцентов оценивали по измерению уровня биолюминесценции штамма *Escherichia coli* за 30 минутную экспозицию с помощью прибора «Биотокс» согласно методике, рекомендованной для целей государственного экологического контроля ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 / 16.1:2.3:3.8-04. Нетоксичными считаются почвы, в которых $ИТ < 20$, токсичными $20 \leq ИТ < 50$ и высоко токсичными при $ИТ \geq 50$.

Биотестирование с использованием зеленых протококковых водорослей *Scenedesmus quadricauda* проводили по изменению уровня флуоресценции хлорофилла (квантовый выход фотохимического превращения поглощенной световой энергии в фотосистеме 2 – yield) и численности клеток водорослей. Срок экспозиции водорослей в питательной среде Успенского-1 без вытяжки (контроль) и с вытяжкой (опыт), в соответствии с методикой, ФР.1.39.2007.03223 72 ч (Жмур, Орлова, 2007). Измерение флуоресцентных параметров проводили на импульсном флуориметре ТохуРАМ (Walz, Германия). Численность клеток определяли прямым счетом при микроскопировании суспензии ценобиев сценедесмуса в камере Горяева. Нетоксичными считаются почвы, в которых $(-30\%) \leq ИТ \leq (20\%)$.

Таблица

Отклики тест-систем на внесение ГП в почвы

Варианты опыта		Индекс токсичности (в % от контроля)		
ГП	Массовая доля, вес %	Прирост численности <i>S. quadricauda</i>	Квантовый выход Y, <i>S. quadricauda</i>	интенсивность биолюминесценции <i>E. coli</i>
контроль	0	0±2,21	0±6,31	0±5,50
Pe-FlexK	0,005	2,16±4,55	13,50±2	4,40±8,55
	0,010	71,01±27,39	37,84±14	26,04±8,26
	0,020	10,60±6,31	18,11±2	23,99±6,53
BC-HumNa	0,005	(-13,60)±8,14	(-32,11)±9	(-4,48) ±11,02
	0,010	19,48±15,46	29,04±1,13	0,47±2,91
	0,020	7,43±5,72	(-2,01)±0,59	6,31±1,49
BC-EnK	0,005	15,37±1,86	9,53±1,02	28,75±4,50
	0,010	15,65±6,15	(-8,30)±0,14	39,73±3,51
	0,020	11,46±5,67	(-14,36)±2,87	43,20±2,99
OW-LhK	0,005	8,41±3,57	0,74±0,87	(-10,71) ±5,97
	0,010	(-2,56)±15,72	1,16±3,71	(-32,80) ±10,41
	0,020	7,10±2,19	(-16,75)±1	(-9,84) ±11,94
Pe-EcoK	0,005	17,14±12,53	11,93±3,48	23,77±7,73
	0,010	8,91±11,19	(-40,62)±6,61	27,71±6,74
	0,020	6,27±5,46	(-12,49)±0,68	13,46±8,55

Результаты и обсуждение.

В наших экспериментах чувствительными показателями к внесению ГП оказались квантовый выход фотохимии ФС2 –У *S. quadricauda* и биолюминесценция *E. coli*. Все препараты, за исключением OW-LhK, токсичны при внесении в МПГ в концентрации 0,010%. ГП ВС-HumNa, Pe-FlexK и Pe-EcoK токсичны при малых концентрациях не вызывали подобного эффекта при внесении 0,020%.

Токсичность ВС-EnK увеличивалась от 28,75±4,50% (0,005% в МПГ) до 43,20±2,99 (0,020% в МПГ) по отношению к *E.coli*. В то же время препарат не проявил токсичности на рост и функционирование водоросли *S. quadricauda*.

Заключение. Препарат OW-LhK, изготовленный на основе лигносульфоната, проявил биоактивность по отношению к тест-культурам *E.coli* и *S. quadricauda* во всех концентрациях. Препараты Pe-FlexK и Pe-EcoK, ВС-HumNa нетоксичны лишь при концентрации 0,020%, что может быть объяснено стерическими и кооперативными эффектами, происходящими как между высокомолекулярными звеньями гуминовой матрицы препаратов и почвой, так и между различными макромолекулярными лигандами ГП. При увеличении концентрации лиганды могут изменять конформацию, что приводит к уменьшению количества активных функциональных центров и снижению эффекта токсичности (биоактивности). Препарат ВС-EnK токсичен во всех концентрациях, что может быть объяснено источником получения – бурый углем. ГП из бурого угля формируются в течение длительного времени при высоком давлении, поэтому их молекулярная масса, как правило, много выше чем масса более «молодых» гуминовых кислот торфа или сапропеля. Однако известно, что с ростом молекулярной массы биологическая активность гуминовой кислоты и гуматов на ее основе снижается. Кроме того, гуминовые препараты из бурого угля являются естественно обогащенными тяжелыми металлами.

Литература

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм» на приборе «Биотокс-10 (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04).

ФР.1.39.2007.03223. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей.

Якименко О. С., Терехова В. А. Гуминовые препараты и проблема оценки их биологической активности для целей сертификации. Почвоведение, 2011. № 11. С. 1334–1343.

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЯХ ПРИДОРΟЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е. С. Гонина

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Весомым фактором загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) является автотранспорт. Попадая на поверхность почв вдоль автомаги-

страли, ТМ могут либо накапливаться, либо рассеиваться в зависимости от характера геохимических барьеров, свойственных данной территории. Следующим звеном в их круговороте являются растения, поэтому загрязнение почв отражается в дальнейшем и на химическом составе растительности, которая произрастает на этих почвах. Затем элементы могут поступать в организм животных и человека. Таким образом, для того, чтобы выявить и оценить степень влияния ТМ на компоненты экосистемы, необходимо начинать с изучения их содержания и накопления в почвах.

Целью настоящего исследования является изучение накопления и распределения тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец и медь) в системе почва – растение вдоль автомагистрали. Объектом исследования являются почвы и дикорастущие растения территории, прилегающей к автомобильной дороге Киров – Советск – Яранск, в окрестностях с. Мякиши Верхошижемского района Кировской области.

Исследования были проведены в полевые сезоны 2009–2010 гг. Площадь обследованной территории составила около 1 га. Пробы почв и растений отбирались по 5 трансектам на расстоянии 2, 40, 80, 120 и 160 м от дороги. В качестве фоновых пробы отбирались в 800 м от автодороги на территориях с естественным содержанием ТМ в почве и растениях. Почвенные пробы отобраны из верхнего гумусового горизонта до глубины 10 – 15 см. При отборе растительных проб учитывалась встречаемость вида на исследуемой территории. На данной территории такими видами стали *Achillea millefolium* (тысячелистник обыкновенный) и *Taraxacum officinale* (одуванчик лекарственный).

В почвах определяли величину рН и общее содержание органического углерода ($C_{\text{общ}}$) общепринятыми методами (Аринушкина, 1970). Содержание металлов (цинка, кадмия, свинца и меди) определяли методом инверсионной вольтамперометрии (Методика выполнения..., 2005).

Известно, что накопление и распределение ТМ в почвенном покрове зависит от ряда факторов: химического и гранулометрического состава почвообразующих пород, значений рН почвенной среды, содержания органического вещества ($C_{\text{общ}}$), рельефа территории и характера почвообразования (Виноградов, 1962; Алексеев, 1987; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Ильин, 1991).

Содержание подвижных и кислоторастворимых соединений ТМ в большинстве отобранных проб почв не превышает предельно-допустимых и фоновых значений, но заметно увеличение содержания элементов при приближении к дорожному полотну. В частности, в непосредственной близости к дорожному полотну увеличивается содержание кислоторастворимых соединений металлов, а содержание Zn в некоторых пробах превышает ПДК (ПДК = 108 мг/кг для дерново-подзолистых почв) (Эколого-геохимическая карта..., 1996) (рис. 1.).

В ходе исследований в некоторых точках отбора установлена обратная корреляция между величиной рН и содержанием ТМ в верхних горизонтах почв, т.е. при снижении величины рН верхних горизонтов почв происходит повышение подвижности элементов. Однако четких закономерностей влияния величины рН на подвижность элементов установить не удалось.

Также важным фактором, влияющим на миграцию и накопление элементов, является содержание и качество органического вещества в почвах. В результате взаимодействия тяжелых металлов с органическим веществом изменяется степень подвижности элементов (Алексеев, 1987; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Ильин, 1991). По некоторым трансектам наблюдается обратная корреляция между содержанием органического вещества и содержанием ТМ в верхних горизонтах почв, но прослеживается она не везде.

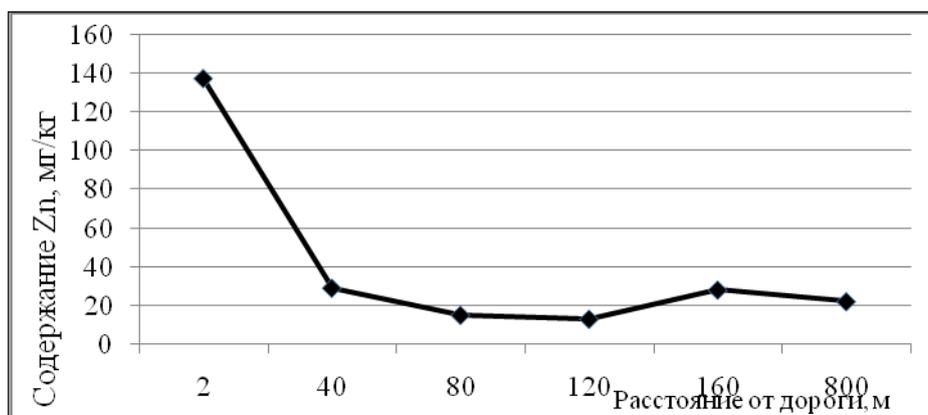


Рис. 1. Содержание кислоторастворимых соединений цинка в верхних горизонтах почв

Таким образом, величина рН и содержание $S_{\text{общ}}$ влияют на содержание в почве различных соединений тяжелых металлов. Однако это влияние сложно отследить в естественных условиях, так как оно осложняется многими факторами (влажность, рельеф местности, деятельность почвенных и наземных организмов и др.). Исходя из вышесказанного, для изучения содержания и накопления в почве различных соединений ТМ необходимо проводить многолетние исследования и учитывать при этом другие факторы окружающей среды.

Содержание цинка, меди и свинца в фитомассе растений не превышает предельно-допустимой концентрации и находится в пределах, характерных для данного региона (Шихова, Егошина, 2004). Выявлено значительное содержание кадмия в растениях.

В отобранных пробах растений наблюдаются видовые различия в накоплении элементов. Наибольшие концентрации ТМ обнаружены в фитомассе *Taraxacum officinale* (рис. 2).

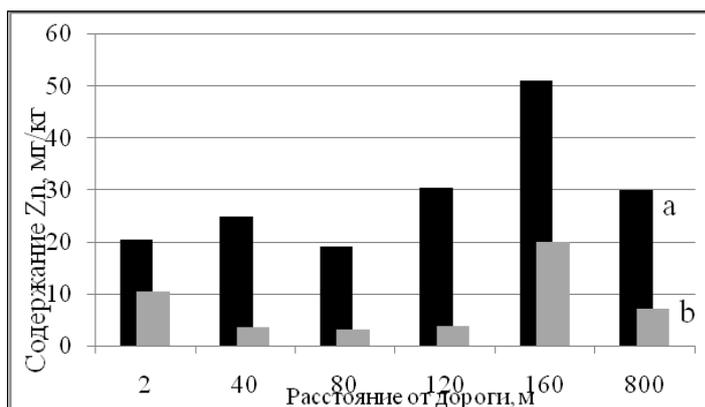


Рис. 2. Содержание цинка в фитомассе растений *Taraxacum officinale* (а) и *Achillea millefolium* (б)

Таким образом, загрязнение почв и растений на обследованной территории незначительно, вероятно, потому что автодорога введена в эксплуатацию не так давно (всего 20 лет). Однако в почвах и некоторых дикорастущих растениях на территории, прилегающей к автомобильной дороге, прослеживается постепенное накопление тяжелых металлов.

Литература

- Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.
- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
- Ильин В. Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991. 150 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
- Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути. Метод инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА. ООО НПП «Томьаналит» МУ 31-11/05. 2005.
- Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди. Метод инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА. Томский политехнический университет МУ 31-04/04. 2005.
- Шихова Л. Н, Егошина Т. Л. Тяжелые металлы в почвах и растениях таежной зоны Северо-Востока Европейской России. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2004. 264 с.
- Эколого-геохимическая карта почв Кировской области. СПб.: ВСЕГЕИ, 1996.

ВИТАЛИТЕТНАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *CALAMAGROSTIS EPIGEIOS* (L.) ROTH. С ФОНОВЫХ И ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В. А. Сильных, Т. В. Жуйкова, Е. С. Мочалова
*ФГБОУ ВПО Нижнетагильская государственная
социально-педагогическая академия, hbfnt@rambler.ru*

Жизненное состояние популяций и онтогенетических групп растений является одной из главнейших диагностических характеристик популяционного уровня в оценке общего состояния популяций и их критического или близкого к критическому состояния (Жукова, Ведерникова, 2004). В настоящее время природные популяции, произрастающие в окрестностях крупных мегаполисов или техногенных зон, испытывают все нарастающий стресс. Изучение виталитетной структуры таких популяций является одной из задач экологической токсикологии. В связи с этим целью данного исследования было изучение вегетативной сферы вейника наземного (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), произрастающего в градиенте химического загрязнения почвы тяжелыми металлами и оценка виталитетной структуры ценопопуляций.

Исследование было проведено на фоновых и техногенно нарушенных территориях Притагильской зоны (Свердловская область, г. Нижний Тагил) в

период 2010–2011 гг. Материал для исследования собран в четырех луговых сообществах вторичного происхождения, возникших на залежах и техногенных субстратах. Общий уровень химического загрязнения исследуемых биотопов, оцененный по содержанию в почве Zn, Cu, Pb, Cd, Co, Ni, Cr, Fe, Mn, изменялся от 1 до 30 относительных единиц (отн. ед.) (Жуйкова, 2009). В соответствии с интегральным показателем загрязнения участки были отнесены к фоновой ($S_i=1,0$ отн. ед.), буферной ($S_i=2,55-3,3$ отн. ед.) и импактной ($S_i=22,78$ отн. ед.) зонам. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве многократно превышало фоновые уровни: в буферной зоне – в 7 (Zn, Cu, Pb) – 195 (Fe) раз, в импактной – в 24 (Pb), 31 (Zn), 66 (Cu), 944 (Fe) раз.

C. epigeios – представитель сем. злаков (*Poa*), многолетнее длиннокорневичное травянистое растение высотой 40–150 см (Определитель..., 1994), широко распространенный в антропогенно нарушенных условиях. Вид полиморфный. Цветёт в июне–июле. Распространен на песках, травянистых склонах, сухих лугах, в степях, среди кустарников, преимущественно на супесчаных почвах, в лесах. Факультативный эндемик, устойчивый к химическим элементам, в том числе к тяжелым металлам.

Для характеристики вегетативной сферы *C. epigeios* в каждой ценопопуляции у 30 растений был проанализирован комплекс метрических признаков, включающий 15 параметров: высота побега; число листьев; длина листа верхней, средней, нижней формации; ширина листа верхней, средней, нижней формации; длина ушек листа верхней, средней, нижней формации; количество метамер, длина метамеров (1, 2, 3 порядков).

Для оценки жизнеспособности ценопопуляций *C. epigeios* был использован индекс виталитета ценопопуляций (IVC), рассчитываемый по размерным спектрам составляющих популяцию особей генеративного онтогенетического состояния (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004). Индекс рассчитывается с использованием выравнивания методом взвешивания средних:

$$IVC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{X_i}{\bar{X}_i},$$

где X_i – среднее значение i -го признака в ценопопуляции, \bar{X}_i – среднее значение i -го признака для всех ценопопуляций (при мониторинге одной ценопопуляции – среднее значение для всех лет наблюдений), N – число признаков. Индекс (IVC) вычисляется для каждой ценопопуляции, а в случае наблюдения за ценопопуляцией в течение нескольких лет – для каждого года наблюдения. Наибольшее значение индекса соответствует наилучшим условиям реализации ростовых потенциалов, а наименьшее – худшим условиям. Отношение максимального значения индекса к минимальному его значению будет отражать в пределах исследованных популяций (лет) размерную пластичность вида: ISP (индекс размерной пластичности) = IVC_{max}/IVC_{min} .

Проведен анализ жизнеспособности ценопопуляции *C. epigeios* в 2010–2011 гг., в которые были получены наиболее полные биоморфологические характеристики особей (рис.).

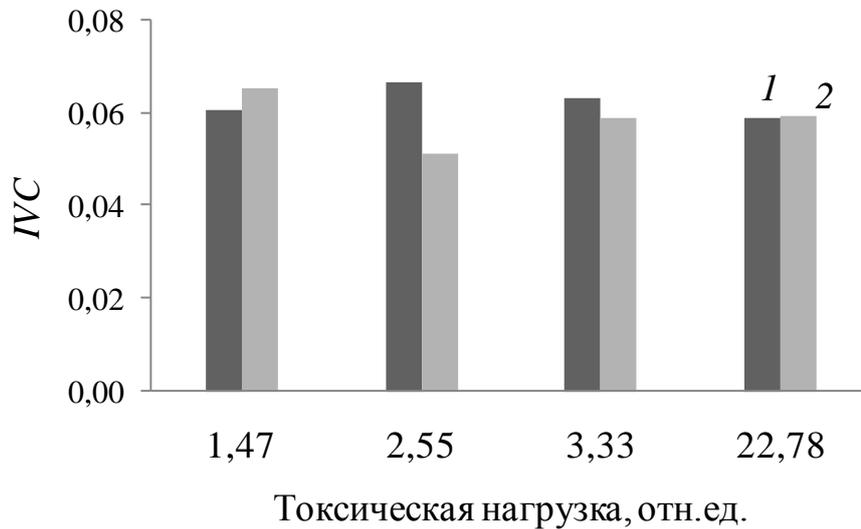


Рис. Жизненность ценопопуляции *C. epigeios*
1 – 2010 г., 2 – 2011 г.

В соответствии с виталитетом, исследуемые ценопопуляции выстраиваются в следующий ряд: 2010 г. – $2,55 > 3,33 > 1,47 > 22,78$; 2011 г. – $1,47 > 22,78 > 3,33 > 2,55$. Индекс размерной пластичности *C. epigeios* составил 1,17–1,28 и характеризуется как низкий (Ишбирдин, Ишмуратова, 2004).

Необходимо отметить, что, несмотря на высокую техногенную нагрузку, ценопопуляции с загрязненных участков характеризуются либо лучшими показателями IVC по сравнению с фоновыми, либо равными последним. Различия в жизненности ценопопуляций в разные годы на загрязненных участках выражены в меньшей степени, чем на фоновом. В качестве интегрального показателя реакции морфологической сферы вейника на условия вегетационного сезона были использованы квадраты расстояний Махаланобиса (MSD). Анализ был проведен по совокупности признаков вегетативной сферы у растений, произрастающих в пределах одного участка. Группирующая переменная – год. Установлено, что наибольшие значения расстояний Махаланобиса характерны для ценопопуляций с фонового участка ($MSD = 346,73$). На загрязненных территориях значения MSD дистанции варьировали в пределах от 87,64 до 127,97. Это свидетельствует о том, что чувствительность растений фоновой зоны к изменению погодно-климатических условий вегетационного сезона выше, чем у особей с загрязненных участков. Аналогичные результаты были получены нами при характеристике морфологической сфере *Taraxacum officinale* f. *pectinatiforme* (Жуйкова, 2009) и *Betula pendula* Roht. (Жуйкова, 2010), произрастающих в этом же градиенте загрязнения. Можно предположить, что у растений из ЦП загрязненных территорий формируются определенные механизмы устойчивости к пессимальным факторам, имеющие неспецифическую природу. Последнее позволяет им выдерживать не только высокие уровни токсической нагрузки, но и быть менее чувствительными к другим, в частности, погодно-климатическим факторам.

Кроме того, на загрязненных территориях высокая жизненность вейника может быть обусловлена ослаблением давления со стороны ценоотического окружения. Ранее нами было показано, что на загрязненных территориях формируется видовой состав сообществ, отличный от фоновых (Жуйкова, 2009; Безель, Жуйкова, 2010). В результате химического загрязнения снижается суммарное покрытие видов от 98–108 (фон) до 66–76% (импакт) и изменяется структура доминирования видов в покрытии. В качестве доминантов на фоновом участке выступают чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.) или мятлик луговой (*Poa pratensis* L.). В сообществах импактной зоны доминирует вейник наземный. Ослабление ценоотического давления со стороны окружения, возможная устойчивость к токсикантам и колебаниям погодно-климатических факторов позволяет *C. epigeios* наращивать мощную вегетативную массу, что в целом приводит к высокой жизненности популяций на данных территориях, не уступающих по данному показателю фоновым.

Работа выполнена по тематическому плану научно-исследовательских работ НТГСПА (задание Минобрнауки РФ в 2009–2011 гг., № гос. регистрации 1.1.08).

Литература

Жукова Л. А., Ведерникова Л. П. Введение // Онтогенетический атлас лекарственных растений: научное издание. Т. IV. Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. С. 14–18.

Жуйкова Т. В. Реакция ценопопуляций и травянистых сообществ на химическое загрязнение среды : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16, 03.00.05. Екатеринбург, 2009. 40 с.

Жуйкова Т. В. Флуктуирующая асимметрия: реакция на химическое загрязнение при изменяющихся погодно-климатических факторах // Антропогенная трансформация природной среды: междунац. конф. 18–21 октября 2010 г. / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. В 3-х томах. Т. 1. Ч. 1. С. 293–299.

Безель В. С., Жуйкова Т. В. Роль травянистых растительных сообществ в формировании биогенных циклов химических элементов // Поволжский экологический журнал. 2010. № 3. С. 219–229.

Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценоотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сборник материалов VII Всеросс. Популяционного семинара (Сыктывкар, 16–21 февраля 2004 г.). Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113–120.

Определитель сосудистых растений Среднего Урала / П. Л. Горчаковский и др. М.: Наука, 1994. 525 с.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЕЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. В. Торлопова, Е. А. Робакидзе

*Институт биологии Коми научного центра УрО РАН,
torloпова@ib.komisc.ru*

Цель работы состоит в оценке структуры и состояния еловых фитоценозов в условиях аэротехногенного загрязнения целлюлозно-бумажного произ-

водства ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (СЛПК). Основными компонентами его атмосферных выбросов являются оксиды азота и серы, метилмеркаптан, неорганическая пыль и др. Район исследований расположен в подзоне средней тайги Республики Коми. Мониторинг проводится с 1999 г. на серии постоянных пробных площадей, заложенных в ельниках черничных по градиенту загрязнения в направлении доминирующей составляющей региональной розы ветров (северный сектор). Согласно К.С.Бобковой с соавт. (1997) 3,5 км – входит в зону наибольшего влияния, 4,3 и 5,3 км – зону значительного влияния, 10 км – относится к зоне умеренного влияния СЛПК, 50 км – условно-фоновый район. Повторные исследования проводились в 2006 и 2011 гг. Количество учтенных деревьев на пробных площадях варьирует от 106 до 234, в том числе деревья ели составляют 50–90%, также присутствуют сосна, береза, осина, пихта. Ель представлена несколькими возрастными генерациями от 90 до 240 лет. За период наблюдений в древостоях возросло количество сухостоя и отпада. Соответственно уменьшилось число живых деревьев, но запас стволовой древесины возрос за счет прироста. В работе использовали классические лесотаксационные методы (Захаров, 1967). Экологическая структура древостоев определялась согласно «Руководству по методам и критериям согласованного отбора образцов, оценки, мониторинга и анализа воздействий загрязнения воздуха на леса» (Manual..., 1994), используемому в международной программе ICP-Forests. Методика основана на визуальной оценке состояния дерева.

Каждому дереву присвоен класс повреждения с учетом степени дефолиации, дехромации, наличия сухих сучьев в кроне и состояния верхушки дерева (рис.).

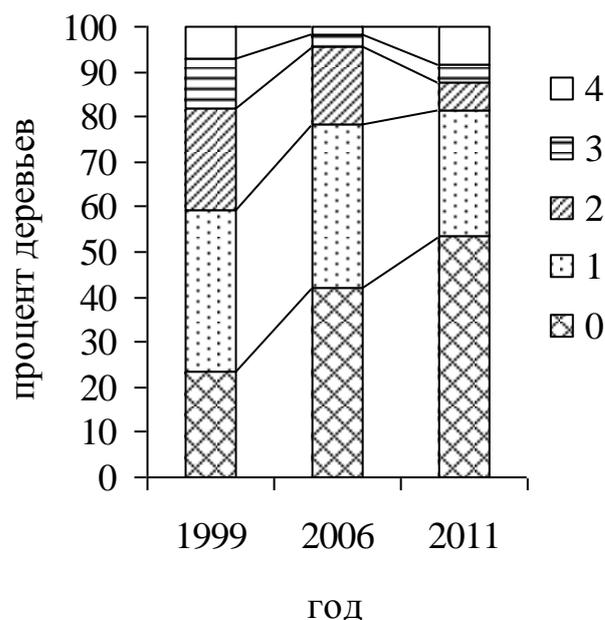


Рис. Среднее распределение деревьев ели в зоне влияния СЛПК по классам повреждений (0–4) в ельниках черничных (0–0%, 1 – 10–25%, 2 – 25–50%, 3 – 50–99%, 4 – 100% (сухие) повреждений)

В древостоях ельников черничных на загрязненной территории в 2011 г. доля здоровых деревьев ели в древостоях составляет от 43 до 67%, увеличиваясь по мере удаления ценоза от источника загрязнения. Это, в среднем, в 2,3 раза больше, чем в 1999 г. Доля слабо поврежденных деревьев 21–40%, что (в среднем) 1,3 раза меньше, чем в 1999 и 2006 гг. Участие средне- и сильно поврежденных деревьев уменьшилось в 4 раза и составило соответственно около 6% и 4%. Появился свежий сухостой (4 класс повреждений), количество которого увеличилось с 2006 г. в 4,5 раза. По сравнению с 1999, в 2011 г. разница по количеству деревьев разной степени поврежденности между фоновой и загрязненной территориями сокращается, но все же в фоновом районе здоровых деревьев (76%) больше, чем в загрязненном. В фоновом древостое доля здоровых елей увеличилась в 1,2 раза, вместе с тем, появился свежий сухостой. В древостоях зоны воздушного загрязнения в 1999 г. преобладали слабоповрежденные деревья (36%), в 2006 и 2011 гг. – здоровые (42 и 54%). Анализируя распределение деревьев в древостоях по классам повреждения, можно заключить, что состояние ельников черничных в зоне влияния целлюлозно-бумажного производства за период 1999–2006 гг. улучшилось значительно, а за период 2006–2011 – мало изменилось. Следует отметить, что состояние сосны и березы в исследуемых древостоях, в целом, лучше, чем ели.

Для сравнения древостоев между собой и во времени рассчитывали интегральный показатель – индекс поврежденности древостоя по формуле средневзвешенного класса повреждения составляющих его деревьев (Алексеев, 1997). В течение периода исследований в ельнике фонового района индекс поврежденности колеблется в пределах до 0,5, что означает «здоровый древостой». В древостоях зоны загрязнения изменение поврежденности зависит от расстояния от СЛПК. Самый близкий древостой (3,5 км), находящийся в зоне наибольшего влияния, из среднеповрежденного в 1999 г. стал слабоповрежденным в 2006 г., и в 2011, хотя индекс повысился в 1,3 раза, остался слабоповрежденным (табл.). Ельник на 4,3 км отличается стабильностью состояния. Состояние древостоев на удалении 5,3 и 10 км стабильно улучшается. По интегральному индексу поврежденности исследуемые еловые сообщества загрязненных участков характеризуются как слабоповрежденные – $i_{cp}=0.86$. За период 1999–2006 гг. состояние древостоев ельников черничных в районе действия СЛПК улучшилось значительно (в 1.8 раза), а за период 2006–2011 гг. – в среднем, не изменилось.

Таблица

Индексы поврежденности ельников черничных

Год наблюдений	Расстояние от СЛПК, км				
	3,5	4,3	5,3	10,0	50,0 (фон)
1999	2,18	0,95	0,82	1,57	0,25
2006	0,72	0,97	0,70	1,10	0,49
2011	0,90	0,96	0,57	1,00	0,39

Мониторинговые исследования показали улучшение жизненного состояния древостоев ельников черничных, растущих в зоне воздействия выбросов целлюлозно-бумажного производства как по визуальным оценкам, так и по

увеличению запаса древесины. Древостои ельников черничных зоны действия СЛПК в 1999 г. характеризовались как среднеповрежденные, в 2006 и 2011 гг. – слабоповрежденные. Улучшение состояния древостоев обусловлено снижением объемов выбросов и способностью таких сложных сообществ как лесные к самовосстановлению.

Литература

- Алексеев А. С. Мониторинг лесных экосистем. СПб.: ЛТА, 1997. 116 с.
Бобкова К. С., Паутов Ю. А., Терещук Н. А. Состояние лесов в зоне влияния Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // Лесной журн. 1997. № 5. С. 84–88.
Захаров В. К. Лесная таксация. Изд. 2-е. М.: Лесн. пром-ть, 1967. 406 с.
Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Hamburg, Prague, 1994. 177 p.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОН ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н. Я. Трефилова, А. И. Ачкасов

*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов,
imgre@imgre.ru*

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов является разработчиком научно-методических основ эколого-геохимических работ, проводимых с 1976 г. Научным руководителем соответствующих работ являлся Юлий Ефимович Саэт – один из основоположников экогеохимии XX века (Саэт и др., 1990). Эти исследования были направлены на разработку эффективных методов выявления зон техногенного загрязнения. Эти работы проводились практически во всех регионах бывшего СССР, при этом большее внимание уделялось Москве и Московской области.

На основе большого фактического материала авторами были сделаны следующие обобщающие выводы по геохимической специализации территорий, находящихся под воздействием различных техногенных источников (Трефилова, 2000).

Источниками загрязнения техногенных ландшафтов являются промышленные, горнодобывающие предприятия и транспорт. Загрязнение урбанизированных территорий при этом происходит твердыми отходами, жидкими стоками, пылевыми выбросами промышленных предприятий.

Производства, связанные с первичной или вторичной переработкой неорганических материалов (металлообработка, производство стройматериалов, энергетика), характеризуются концентрированием во всех типах отходов химических элементов. При этом состав ассоциаций элементов-загрязнителей достаточно близок. Для производств, использующих органическое сырье (пищевая, легкая отрасли), накопление загрязняющих соединений в большей степени отмечено в стоках. Наряду с химическими элементами эти стоки обогащены также и органическими соединениями.

Состав отходов формирует геохимическую специфику (специализацию) загрязнения компонентов природной среды в пределах того или иного типа использования земель.

Наиболее широким спектром элементов-загрязнителей характеризуются территории в зоне влияния промышленных предприятий (территории промышленного типа) (табл. 1).

Таблица 1

Элементы-индикаторы различных техногенных ландшафтов

Тип использования земель		Элементы – индикаторы загрязнения
Связанные с отходами		
Промышленный	Черной металлургии	Mn, Cr, V, Fe
	Цветной металлургии	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (Sb, Ag, Mg, Cd, In, Bi, Sn, As, Ti, W, Mo, B)
	Машиностроения и металлообработки	Zn, Pb, Cr, Ni, Cu (W, Sn, Co, Mo, V, Sb, Mn, Bi, Se)
	Химической	S, N, органические соединения, (W, Hg, Cd, Sb, Sn, Hf, Ag, Zn, Sn, Cu, Bi, Pb, Nb, Mo, Ni)
	Энергетической	S, V, Ge, TR (редкоземельные элементы)
	Стройматериалов	TR (редкоземельные элементы)
	Лесной и лесоперерабатывающей	Органические соединения
	Полиграфической	Zn
	Легкой	Cr, Zn, Hg
Пищевой	Органические соединения	
Горнодобывающий		Элементы рудного сырья
Транспортный		Pb, Ni, Cr, V, Cu, Zn
Селитебный		Ag, Zn, Pb, а также элементы промышленных предприятий

Практически неограниченный набор химических элементов может быть выявлен в зонах воздействия горнодобывающих производств (территориях горнодобывающего типа). Геохимические особенности этих территорий определяются геохимией рудных объектов (табл. 2). По степени токсичности территории горной добычи не уступают промышленным, но при этом занимают значительно большие площади.

Таблица 2

**Типоморфные элементы некоторых типов рудных месторождений
(по С. В. Григоряну, 1992; Ю. Е. Саецу, 1990)**

Типы месторождений	Элементы-индикаторы и характерные элементы примеси
Ртутные и сурьмянортутные	Hg Sb As Ta Ag Bi Zn Mo....
Полиметаллические	Pb Zn Cu Ag Cd Hg As Mo....
Медно-никелевые	Cu Ni Co Ba Pb Zn Ag....
Медноколчеданные	Cu Mo Pb Co As Zn Ag Se....
Золоторудные	Au As Sb Pb Cu Zn Bi Hg....
Оловорудные	Sn W Be As Hg Pb Zn....
Урановые	U Ag Pb Zn Cu Mo V....

Типы месторождений	Элементы-индикаторы и характерные элементы примеси
Редкометалльные пегматиты	Li Rb Cs Nb Sn Ta W As....
Апатитовые	P Sr Ce La Y Yb Zr Nb....
Железорудные	Fe As Zn Pb Mn Ni V Ti....

Спецификой влияния нефтегазодобывающих работ является загрязнение почв, вод и атмосферы органическими соединениями. Особенно негативное влияние это оказывает на ландшафты Севера в силу крайне медленно протекающих процессов разложения нефтепродуктов.

Главенствующую роль для территорий транспортного типа имеет Pb. Кроме него в состав ассоциаций загрязнителей входят V, Zn, Cu, Ni, Cr – элементы выбросов дизельных двигателей.

Геохимические особенности селитебных территорий зависят от промышленной специализации городов. В городах с металлургической промышленностью доминируют Cr, Mn, Pb; в городах с многоотраслевой промышленностью спектр загрязнителей шире – Pb, Cu, Mn, Cr, Mo, Se, V. При этом загрязнение сельских поселений, в основном, зависит от вида используемого в отопительных системах топлива.

Изложенные материалы позволяют определить следующий ранжированный ряд для земель различного функционального использования по степени испытываемого ими техногенного геохимического воздействия: промышленный – горнодобывающий с геологоразведкой – селитебный – транспортный.

Литература

- Григорян С. В. Рудная геохимия. М.: Недра, 1992. 294 с.
 Сагет Ю. Е. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.
 Трефилова Н. Я. Геохимическая специализация территорий различного хозяйственного использования // Прикладная геохимия. М., 2000 С. 135–143.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. Титова

*РЦГЭКуМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП»,
 rckirov@gmail.com*

Атмосферный воздух – это компонент окружающей среды, который непосредственно соприкасается с организмом человека. От качества атмосферного воздуха зависит наше здоровье и состояние природной среды. Загрязнение атмосферного воздуха носит техногенный характер. Преимущественно это выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от промышленных предприятий и транспорта. Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу в Кировской области в 2010 г. составил 257,115 тыс. т, в

том числе: от стационарных источников – 104,325 тыс. т (40,6% валового объема выбросов), от передвижных источников – 152,79 тыс. т (59,4% валового объема выбросов). Причём, около 99% выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников приходится на автотранспорт. Основными стационарными источниками загрязнения атмосферы на территории области попрежнему являются предприятия по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, химической промышленности, сухопутного транспорта, по обработке древесины и производству изделий из дерева, производству мебели, а также объекты сельского хозяйства. На территории Кировской области расположено около 20 потенциально опасных химических объектов: полигоны промышленных отходов (шламоотвалы ОАО «Кировский завод ОЦМ», ООО «БиоХимЗавод», ООО «Шинный комплекс «Амтел-Поволжье», ОАО «Завод минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината», ООО «Завод полимеров Кирово-Чепецкого химического комбината», Филиалы ОАО «ТГК-5 «Кировский». Обособленные структурные подразделения ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, Кильмезский ядомогильник, объект хранения и уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области, промышленные предприятия, использующие в производстве опасные химические вещества) (Региональный доклад ..., 2010).

С 8 сентября 2006 г. начал функционировать объект уничтожения химического оружия в пос. Мирный Кировской области (объект УХО), фактический объём выбросов загрязняющих веществ которого составил за 2010 г. 1064,855 тонн (по проекту – 5661,2 тонны), в том числе: промышленная зона – 1033,44 тонн (по проекту – 5170,3 тонны), административно-хозяйственная часть – 31,415 (по проекту – 490,9 тонн) или 1% от валового объёма выбросов всех стационарных источников загрязнения атмосферы в Кировской области (Региональный доклад ..., 2010). Аналитическое обеспечение государственного экологического контроля и мониторинга за деятельностью объекта УХО было возложено на Филиал «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области» Федерального государственного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» (РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП»). В 2006–2007 гг. проводились работы по детоксикации вещества типа Vх. В 2008 г. введены в эксплуатацию печи сжигания реакционных масс. В 2008–2009 гг. проводилось сжигание реакционных масс после детоксикации вещества типа Vх. Со второго полугодия 2009 г. началась детоксикация зарина, которая закончилась в ноябре 2009 г., после чего началось уничтожение ипритно-люизитных смесей. В 2010 г. закончено уничтожение ипритно-люизитных смесей и с июля этого же года начались пуско-наладочные работы по детоксикации зомана и его уничтожение с последующим сжиганием реакционных масс.

В 2011 г. РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП» осуществлялись работы по контролю выбросов от источников детоксикации зомана в соответствии с перечнем приоритетных контролируемых показателей. С января по сентябрь 2011 года было отобрано 101 проба промышленных выбросов, проведено 101 компонентоопределение по 17 показателям. Отравляющие

вещества и продукты деструкции не обнаружены. Содержание других загрязняющих веществ без превышений установленных нормативов (Отчет ..., 2011).

Одновременно с проведением государственного экологического контроля за источниками выбросов загрязняющих веществ на соответствие установленным нормативам специалистами РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП» отбирался атмосферный воздух на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), в зоне защитных мероприятий объекта УХО и местах хранения отходов. Ежемесячно проводились наблюдения за состоянием окружающей среды в комплексных точках, где одновременно отбирались пробы атмосферного воздуха, воды природной, донных отложений, почвы и снежного покрова. Охвачено пробоотбором в 2011 г. 139 точек, из них в 38 проведён отбор проб атмосферного воздуха. За 9 месяцев 2011 года отобрано и проанализировано 399 проб атмосферного воздуха (57,6% от общего количества отобранных проб), проведено 435 компонентоопределений (13,7% от общего числа исследований) по 20 показателям, в том числе, в местах размещения отходов – 93 пробы. Количество исследований в пробах атмосферного воздуха по содержанию специфических загрязняющих веществ в 2011 году составило 211 компонентоопределений (Отчет ..., 2011).

За период функционирования объекта УХО проанализировано 1930 проб атмосферного воздуха, проведено 2782 компонентоопределения, в том числе на содержание специфических загрязняющих веществ – 1036. Статистические данные по результатам государственного экологического контроля и мониторинга атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО приведены на рис. 1.

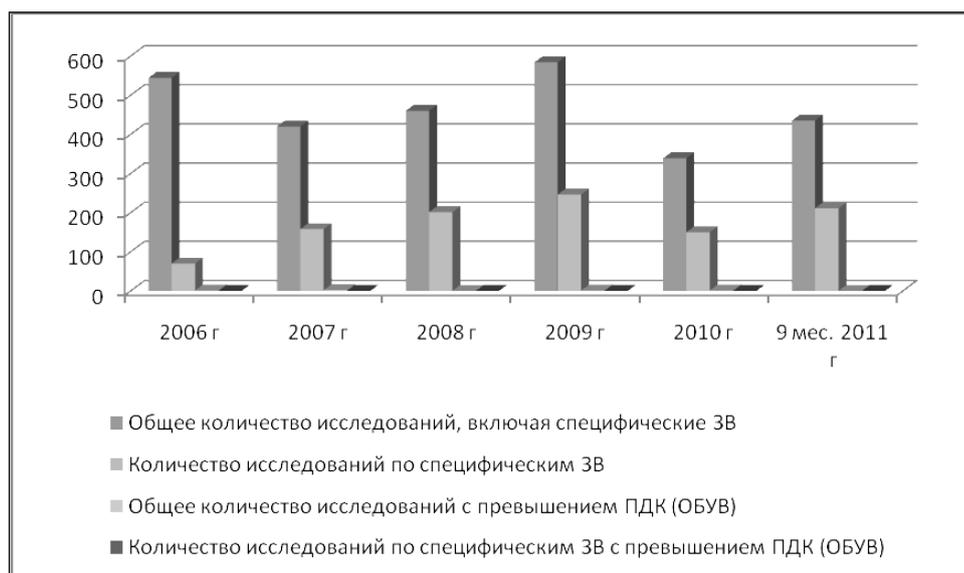


Рис. 1. Статистические данные по результатам государственного экологического контроля и мониторинга атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО пос. Мирный с 2006 по 2011 гг.

Отравляющие вещества и продукты деструкции в пробах атмосферного воздуха не обнаружены. Содержание других общепромышленных загрязняющих веществ без превышений нормативных концентраций.

В 2011 г. проводилось обследование природного комплекса и отбор проб на фоновых площадках экологического мониторинга ЗЗМ объекта УХО.

Результаты анализа фонового состояния окружающей среды (концентраций химических веществ в компонентах природной среды) в районе расположения объекта УХО необходимы для обеспечения системы государственного экологического контроля и мониторинга, а также производственного экологического мониторинга; установления критериев контроля уровней загрязнения окружающей среды (содержания загрязняющих веществ в компонентах природной среды) и оценки влияния объекта УХО на состояние окружающей среды при проведении экологического мониторинга.

До начала функционирования объекта УХО на территории ЗЗМ проводилось комплексное обследование природных сред и объектов. Определены и составлены экологические паспорта фоновых участков.

Количество и расположение участков фонового обследования определялось с учетом розы ветров, характерных типов почв, биоценозов и степени опасности объекта УХО для окружающей среды.

Выбрано 5 площадок фонового мониторинга, расположенных вне зоны возможного влияния объекта УХО и входящих в перечень участков государственного экологического мониторинга ЗЗМ.

В фоновое обследование компонентов природной среды включено проведение исследований атмосферного воздуха, природных поверхностных вод, донных отложений, почв и биоты на границе зоны защитных мероприятий объекта УХО. Кроме того, по границе СЗЗ по румбам заложена сеть 10-ти наблюдательных скважин. В 2011 г. на площадках фонового мониторинга отобрано 18 проб атмосферного воздуха, проведено 28 компоненто-определений. Полученные концентрации загрязняющих веществ без превышений установленных нормативов.

Показатели, определяемые в атмосферном воздухе в 2011 г.: зоман, зарин, вещество типа Vx, иприт, люизит, О-пинаколилметилфосфонат, мышьяка соединения неорганические, мышьяк, спирт изобутиловый, N-метил-2-пирролидон, азота диоксид, азота оксид, водорода фторид, фосфор общий, серы диоксид, сероводород, сера общая, частицы взвешенные (пыль), углерода оксид, острая токсичность.

Осуществляя деятельность по обеспечению безопасного уничтожения химического оружия специалисты лабораторий РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП» используют в своей работе высокочувствительные современные физико-химические методы анализа: газохроматографические, рентгенофлуоресцентные, хемилюминесцентные, инверсионновольт-амперометрические, ИК-спектрофотометрические и др. Экотоксикологический анализ проб атмосферного воздуха проводится по тест-системе «Эколюм».

Количество определяемых показателей в атмосферном воздухе в соответствии с действующей областью аккредитации лабораторий в 2010–2011 гг. – 50, в т. ч. специфических загрязняющих веществ – 16 (рис. 2).



Рис. 2. Общее количество определяемых показателей, в т. ч. специфических загрязняющих веществ, в атмосферном воздухе в соответствии с областью аккредитации лаборатории в период с 2006 по 2011 гг.

Всего же аккредитованными лабораториями РЦГЭКиМ по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП» в объектах окружающей среды (промышленные выбросы, атмосферный воздух; воды поверхностные, подземные, питьевые, сточные, снежный покров; почва, донные отложения, иловые осадки, отходы) определяется 515 показателей, из них на содержание специфических загрязняющих веществ – 149. В июле 2011 г. Центральная экоаналитическая лаборатория (ЦЭАЛ) успешно прошла очередной инспекционный контроль с расширением области аккредитации на 83 показателя (рис. 3).

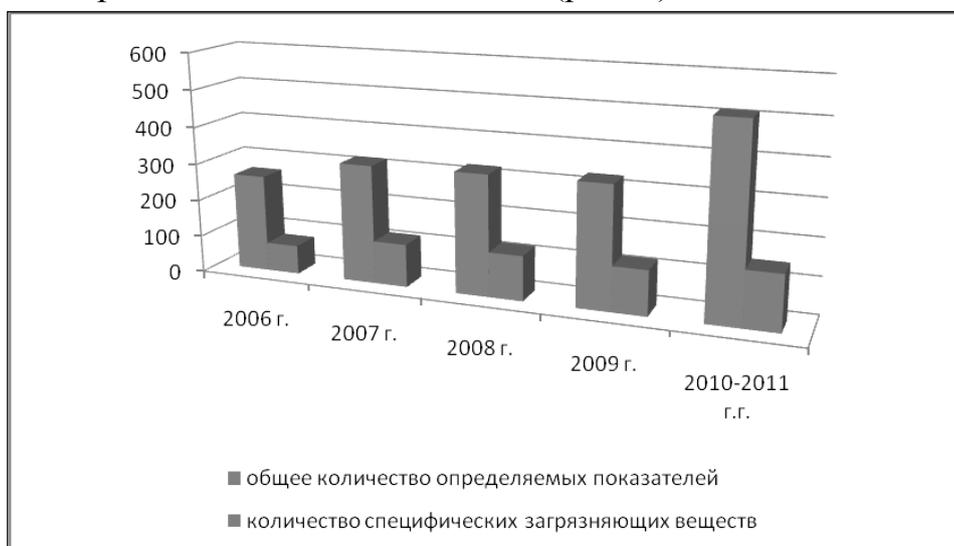


Рис. 3. Количество определяемых показателей, в т. ч. специфических загрязняющих веществ, в контролируемых объектах окружающей среды в соответствии с областью аккредитации лабораторий в период с 2006 по 2011 гг.

Литература

Отчёт Филиала «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области Федерального государственного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии» за 9 месяцев 2011 года.

Региональный доклад Правительства Кировской области «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2010 году».

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ ПЕЧЕНИ ПРИ ВЛИЯНИИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ТОКСИКАНТОВ УНИЧТОЖЕНИЯ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

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

Региональный Центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объекта уничтожения химического оружия по Курганской области, kurgan-rc@yandex.ru

При уничтожении фосфорорганических отравляющих веществ – зарина, зомана, ви-икс для гидролитического разложения в избытке используется моноэтаноламин (МЭА). В результате образуются эфиры и соли метилфосфоновой кислоты (МФК). Результаты уничтожения химического оружия в США подтверждают возможность загрязнения метилфосфонатами природных сред (Munro, 1999).

Целью настоящей работы было изучение влияния различных доз специфических загрязнителей МЭА и МФК на активность некоторых важнейших ферментов в плазме крови лабораторных мышей – холинэстеразы (ХЭ), аспартат- (АСТ) и аланин- (АЛТ) аминотрансфераз.

Исследования проводили на самцах лабораторных мышей линии СВА в возрасте 3-х месяцев массой 26 ± 2 г, которые содержались в стандартных условиях аттестованного вивария. Все работы проводили согласно принципам гуманного отношения к животным в соответствии с международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных и правилами лабораторной практики в Российской Федерации (Правила, 2003).

Самцам опытных групп внутримышечно вводили нейтрализованные водные растворы МФК или МЭА различных концентраций в объеме 0,1 мл; животным контрольных групп – физиологический раствор того же объема. После декапитации у животных брали цельную кровь, из которой после центрифугирования получали плазму. Влияние МФК изучали через 3-е суток после введения, а МЭА – через 4 суток, что по результатам ранее проведенных исследований соответствует максимальному влиянию этих токсикантов на биохимические показатели крови лабораторных мышей.

Совокупности полученных экспериментальных данных в каждой выборке обрабатывались все чаще используемыми в биологии и медицине методами непараметрической статистики (Гланц, 1998). Результаты исследования представляли в виде медианы, на основании которой считали различия значений в про-

центах (%) в опытных группах относительно контрольных. Достоверность различий между двумя выборками оценивали с использованием W-критерия Вилкоксона-Манна-Уитни для независимых выборок. Критический уровень значимости принимали менее 0,05.

Активность ферментов определяли кинетическим фотометрическим методом на биохимическом анализаторе StatFax 3300 (наборные методы «Вектор-Бест», г. Новосибирск). Метод измерения активности ХЭ основан на свойстве фермента гидролизовать бутирилтиохолин с образованием масляной кислоты и тиохолина, который восстанавливает окрашенный гексацианоферрат (III) – скорость снижения оптической плотности раствора ($\lambda=405$ нм) пропорциональна активности ХЭ. При определении активности АСТ и АЛТ использованы свойства L-аспартата и L-аланина взаимодействовать с α -кетоглутаратом с образованием L-глутамата и оксалоацетата или пирувата, которые восстанавливаются, соответственно, до яблочной (в присутствии малатдегидрогеназы) или молочной (в присутствии лактатдегидрогеназы) кислот в реакции с НАДН. Скорость изменения оптической плотности растворов при 320 нм прямо пропорциональна активности АСТ или АЛТ.

Полученные результаты изменения активности изученных ферментов в процентах относительно контрольных групп приведены на рис.

Из представленных данных видно, что активность ферментов плазмы крови самцов после внутримышечного введения различных доз МФК изменялась волнообразно. При этом активность АЛТ оставалась во всех вариантах эксперимента ниже значений в контрольной группе. Особенностью является, то что после введения мышам как высоких, так и низких доз МФК уменьшались, примерно, одинаково активности ХЭ (на 18–42%), АЛТ (на 27–45%), а после введения средних доз МФК отмечены наименьшие изменения активностей всех изучаемых ферментов. Снижение активности АЛТ привело к увеличению интегрального показателя коэффициента де Ритиса, отражающего состояние печени, который был повышен у самцов всех опытных групп, максимально в 1,4 раза после введения МФК в дозах 2 и 10^{-18} мг/кг массы животного.

После введения самцам лабораторных мышей различных доз МЭА активность всех изученных ферментов уменьшалась. Наибольшее уменьшение активности отмечено для ХЭ (на 25–47%) при введении МЭА в любой дозе.

Снижение активности ХЭ в сыворотке крови характерно при отравлениях фосфорорганическими отравляющими веществами и инсектицидами, которые необратимо ингибируют активный центр этого фермента (Общая токсикология, 2002). Можно предположить, что МФК в активном центре ХЭ взаимодействует с ОН-группой серина, приводя к обратимому ингибированию. Понижение активности АЛТ может быть вызвано дефицитом его кофермента – пиридоксальфосфата за счет переэтерификации с МФК, а также при состояниях, связанных с повреждением гепатоцитов, способных синтезировать АЛТ.

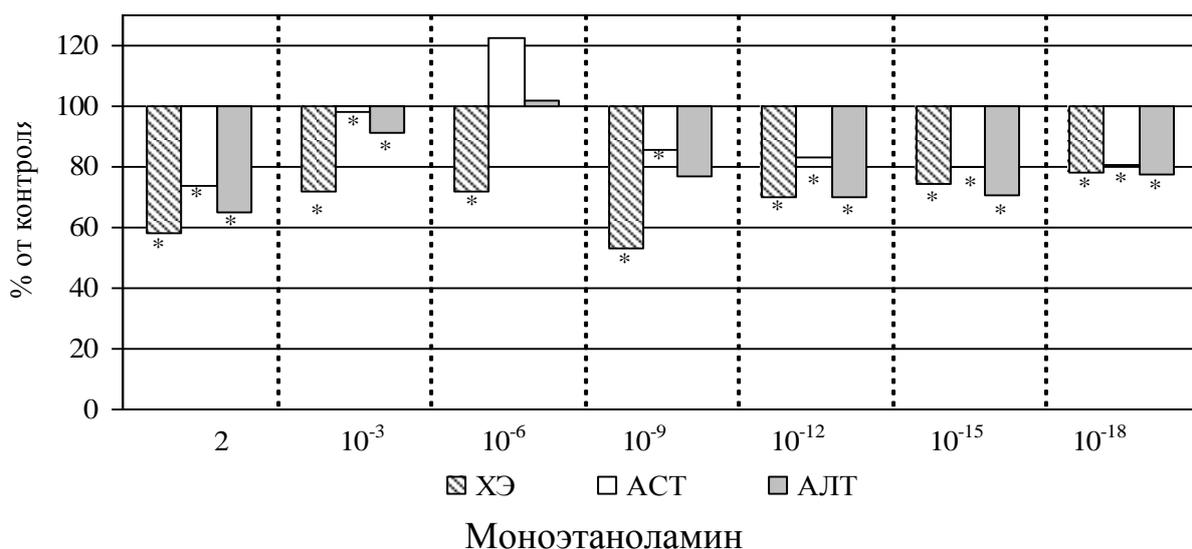
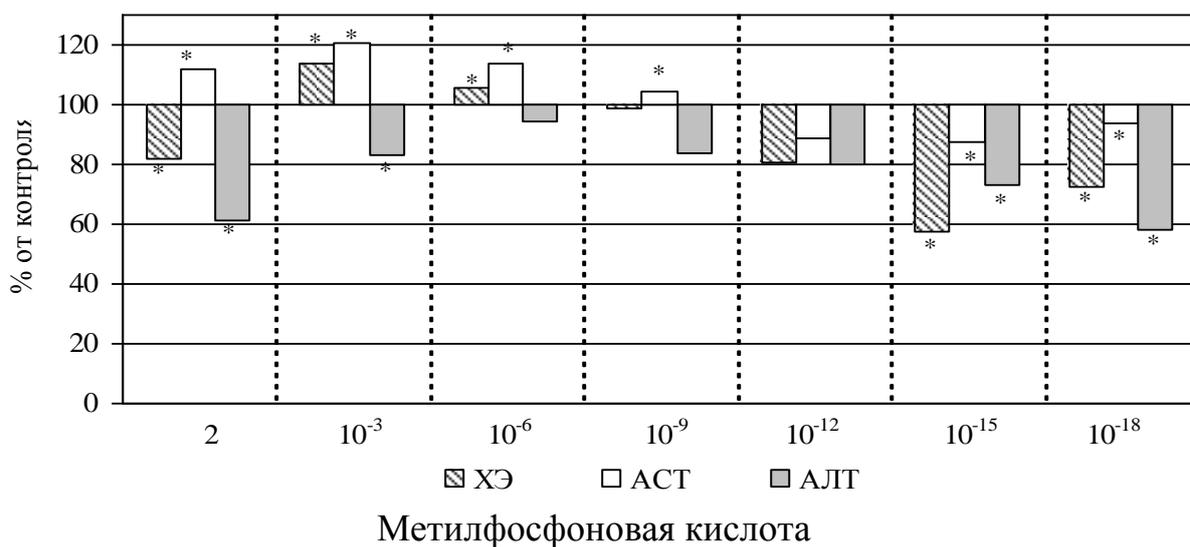


Рис. Изменение активности ХЭ, АСТ, АЛТ в плазме крови самцов лабораторных мышей после введения различных доз МФК или МЭА (мг/кг массы); * – при $p < 0,05$

Таким образом, можно отметить следующее:

МФК и МЭА в низких дозах (10^{-12} и 10^{-15} мг/кг массы животного) достоверно уменьшали активность холинэстеразы и аминотрансфераз;

активность холинэстеразы и аминотрансфераз изменялась минимально после введения токсикантов в дозе 10^{-6} мг/кг массы животного;

активность холинэстеразы и АЛТ после введения лабораторным мышам различных доз МФК изменялись волнообразно и уменьшались максимально (на 20-40%) при высокой (2 мкг) и низких (10^{-12} и 10^{-15} мг/кг) дозах МФК;

внутримышечное введение МЭА вызывает у самцов лабораторных мышей снижение активности холинэстеразы и аминотрансфераз плазмы независимо от вводимой дозы токсиканта.

Литература

- Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.
- Правила лабораторной практики в Российской Федерации. Приказ МЗ № 267. М., 2003.
- Общая токсикология / Под ред. Б. А. Курляндского. М.: Медицина, 2002. 608 с.
- Munro N. B., Talmage S. S., Griffin G. D., et al. The sources, fate and toxicity of chemical warfare agent degradation products // *Environmental Health Perspectives*. 1999. V. 107. № 12. P. 933–974.

АКТИНОМИЦЕТЫ ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В пос. МИРНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. Товстик¹, И. Г. Широких^{1,2}, Т. Я. Ашихмина²

¹ ГНУ НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАНу ВятГТУ, *irgenal@mail.ru*

Актиномицеты являются неотъемлемой частью микробного комплекса почвы, составляя численно четвертую часть от общего числа бактерий, вырастающих на традиционно используемых питательных средах при посеве из разведений почвенных суспензий (Звягинцев, Зенова, 2001). Структура комплекса почвенных актиномицетов определяется составом и численностью типичных родов и видов и величиной видового спектра, специфична для каждого биогеоценоза. Любое экологическое изменение вызывает изменение комплекса почвенных актиномицетов (Зенова, Звягинцев, 1998). Накопленные данные о характеристиках актиномицетных комплексов в зональных типах почв позволяют перейти к выявлению влияния различных форм антропогенного воздействия на почвенные микробные сообщества (Сорокина и др., 1999; Свешникова и др., 2001).

Целью данной работы было исследование структуры комплексов актиномицетов в лесных и луговых почвах в зоне воздействия объекта хранения и уничтожения химического оружия (ОУХО) в пос. Мирный Кировской области для определения степени воздействия на микробную систему почвы.

В исследованиях были использованы образцы лесных почв, отобранные из горизонта 0–20 см в зоне защитных мероприятий на реперных площадках, расположенных в южном направлении на расстоянии 2 (№ 16), 3 (№ 42) и 6 км (№ 88) от объекта, а также образцы луговых почв, отобранные в 9 (№ 103) и 17 км (№ 135) от объекта. Площадки заложены на дерново-подзолистых почвах разной степени оподзоливания и различного механического состава (от песчаного до среднесуглинистого). Отбор образцов произведён в летний период 2007 г.

Численность актиномицетов определяли методом посева на агаризованные среды. Родовую структуру комплексов характеризовали на среде с пропионатом натрия, видовую структуру рода *Streptomyces* – на казеин-глицериновом агаре. Каждый образец характеризовался пятью навесками. Перед посевом образцы почв прогревали при 70⁰С в течение 4 часов для ограничения роста

немицелиальных бактерий. Чашки с посевами инкубировали при 27 °С в течение 10–12 суток. Проводили дифференцированный учет колоний по морфологическим типам. Для оценки видового разнообразия стрептомицетов использовали индекс Шеннона.

Исследования показали, что при учёте на казеин-глицериновом агаре (КГА) общая численность актиномицетов в лесных почвах в различных, по удалённости от объекта, точках изменялась в пределах десятков тысяч, а луговых – сотен тысяч колониобразующих единиц (КОЕ)/г (табл. 1).

Таблица 1

Количественные показатели комплексов почвенных актиномицетов в почвах лесов и луговых угодий в зоне влияния ОУХО

Показатель	Расстояние от ОУХО в направлении, км				
	юг	юго-восток	юго-запад	юго-восток	юго-восток
	лес			луг	
	2	3	6	9	17
Численность на КГА, тыс. КОЕ/г	17,9±24,2	34,9±8,7	57,3±5,7	396,6±127,0	818,6±266,6
Доля в прокариотном комплексе, %	17,4	25,0	27,5	26,5	48,4
Индекс Шеннона, бит/г	0,8	2,3	1,4	1,8	1,9

Доля актиномицетов в прокариотном комплексе также была выше в луговых почвах. Наиболее высокое (48,4%) долевое участие в бактериальном комплексе мицелиальных прокариот отмечено в дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой луговой почве, удалённой на 17 км к юго-востоку от объекта. Видовое разнообразие комплекса стрептомицетов, выделяемого на среде КГА, варьировало в исследуемых луговых почвах незначительно, тогда как в лесных изменялось в значительных пределах, достигая $H=2,330\pm 0,183$ в почве леса, удалённой от объекта на 3 км в юго-восточном направлении. Наряду со стрептомицетами в комплексе актиномицетов, выделяемом на КГА, постоянно присутствовали виды рода *Micromonospora*, за исключением почвы леса, расположенного от объекта на расстоянии 2 км. Наибольшее долевое участие микромоноспор (32%) обнаружено в почве лёгкого механического состава, удалённой от объекта на 3 км в юго-восточном направлении.

В выделяемых на среде с пропионатом натрия актиномицетных комплексах доминировали во всех исследуемых почвах, как по частоте встречаемости, так и в долевом отношении стрептомицеты (табл. 2). Представители рода *Streptosporangium*, несмотря на незначительное относительное обилие (0,5–0,8%), в комплексе луговых почв отнесены к типичным частым и редким, а в лесных почвах их положение, в зависимости от частоты встречаемости, изменялось от случайных (20%) до доминантных (100%). Олигоспоровые актиномицеты в почвах луговых биогеоценозов по частоте встречаемости можно отнести также к числу доминантов при очень незначительном обилии (0,7–1,0%), а в лесных почвах, при более значительной количественной представленности (от 3,5 до 13,3%), положение олигоспор в комплексе изменяется от типичных редких до доминантных.

Таблица 2

Характеристики комплекса актиномицетов, выделяемого на среде с пропионатом натрия

Биогеценоз	Почва	Расстояние от объекта, км	Общая численность, тыс. КОЕ/г	Частота встречаемости/долевое участие родов, %			
				1	2	3	4
Лес	Среднеподзолистая песчаная на водноледниковых отложениях	2	13,3±5,9	100/35,1	100/54,9	60/1,76	40/8,2
	Дерново-подзолистая легкосуглинистая под лесом	3	47,3±16,2	100/54,96	100/31,8	100/9,8	80/3,5
	Слабоподзолистая песчаная на водноледниковых песках	6	97,1±10,6	100/68,9	100/17,7	20/0,1	100/13,3
Луг	Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая	9	1323,8±258,3	100/71,8	100/26,7	40/0,5	100/1,0
	Дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая	17	1625,3±312,9	100/80,7	100/17,8	60/0,8	80/0,7

1 – *Streptomyces*, 2 – *Micromonospora*, 3 – *Streptosporangium*, 4 – Олигоспоровые формы.

Таким образом, в период проведения исследований в зоне влияния ОУХО в пос. Мирный Кировской области актиномицетные комплексы лесных и луговых почв имели существенные различия в структуре, касающиеся как численности, так и качественного состава представителей, структуры доминирования, долевого участия отдельных представителей в комплексе. Полученные результаты могут быть использованы для сопоставительной оценки данных при проведении биомониторинга зоны воздействия ОУХО в пос. Мирный Кировской области.

Литература

- Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. М.: ГЕОС, 2001. 257 с.
- Зенова Г. М., Звягинцев Д. Г. Антропогенные изменения структуры комплекса почвенных актиномицетов // Почвоведение, 1998. № 6. С. 680–688.
- Свешникова А. А., Полянская Л. М., Лукин С. М. Влияние окультуривания и мезорельефа на структуру микробной биомассы почв // Почвоведение, 2001. № 4. С. 558–566.
- Сорокина Л. Е., Зенова Г. М., Кожевин П. А. Сукцессионные изменения таксономического состава актиномицетов дерново-подзолистой почвы // Микробиология, 1999. Т 68. № 1. С. 127–133.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА 2010 г. НА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ЗЗМ 1207 ОБЪЕКТА УХО г. ЩУЧЬЕ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Ю. Максимовских

РЦГЭКиМ по Курганской области, kurgan-rc@yandex.ru

В процессе проведения экотоксикологического мониторинга на результаты большое влияние оказывают климатические условия, а именно осадки и температура, которые имеют значительные отклонения от среднемноголетних в аномальные года. Поэтому оценка степени воздействия жары и засухи на элементы экосистемы и их отдаленных последствий является важной задачей биологического исследования.

В ходе проведенных анализов и сравнения результатов с прошлыми годами было выявлено следующие отклонения. Длительная повышенная температура и продолжительный период без выпадения осадков 2010 г. отразились на общем состоянии биологических объектов. О чем свидетельствуют метеорологические данные по средней температуре воздуха, средней температуре почвы и количеству осадков 2009–2010 гг. На рис. 1 представлена средняя месячная температура воздуха.

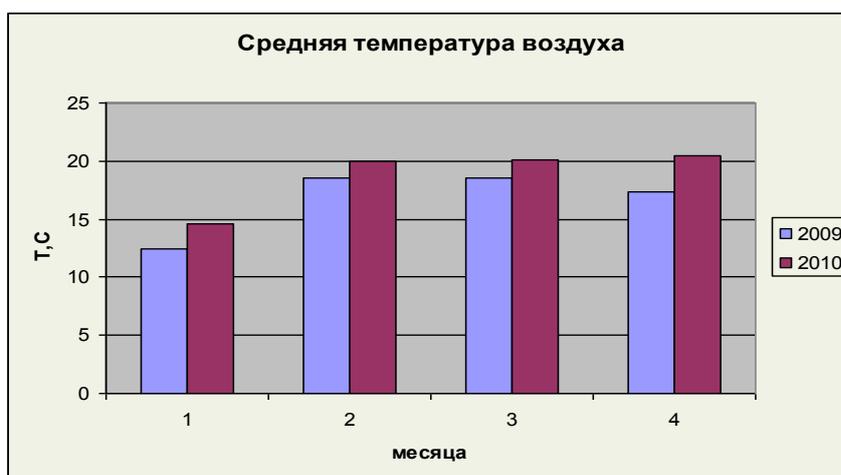


Рис. 1. Средняя температура воздуха по месяцам 2009–2010 гг. (Данные Курганского центра гидрометеорологии)
* 1 – май, 2 – июнь, 3 – июль, 4 – август

На рис. 2 показаны изменения средней температуры почвы с мая по август.

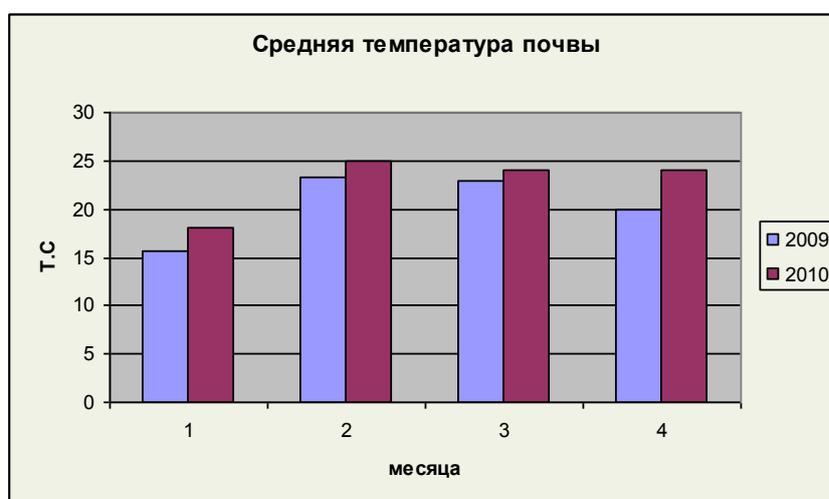


Рис. 2. Средняя температура почвы по месяцам 2009–2010 гг. (Данные Курганского центра гидрометеорологии)
* 1 – май, 2 – июнь, 3 – июль, 4 – август

В 2010 г. среднемесячная температура почвы была выше показателей 2009 г. При этом количество выпавших осадков было значительно меньше, в 2010 г. оно составило 84 мм за 4 месяца, а в 2009 г. за этот же период 131 мм (рис. 3). Неравномерное периодическое выпадение осадков создает и неблагоприятный водный режим, характеризующийся сменой периодов иссушения периодами избыточного увлажнения.

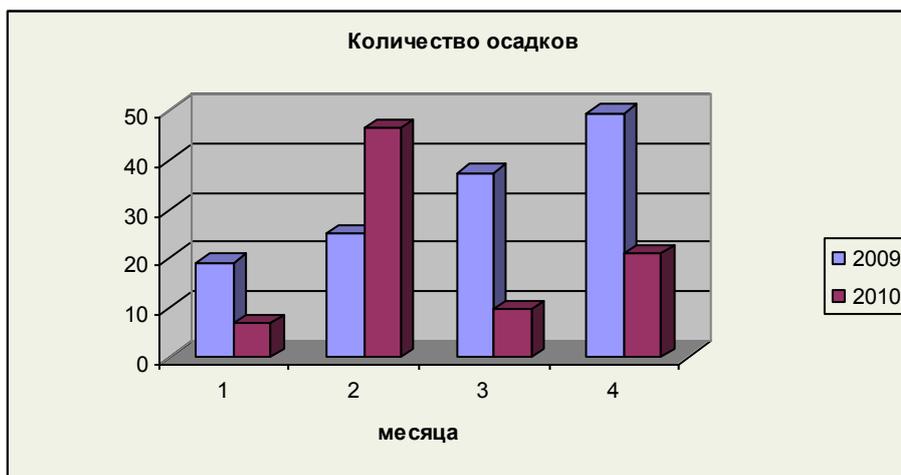


Рис. 3. Количество выпавших осадков по месяцам 2009–2010 гг.
(Данные Курганского центра гидрометеорологии)
* 1 – май, 2 – июнь, 3 – июль, 4 – август

В результате длительных высоких положительных температур воздуха и малого количества осадков ухудшились гидротермический режим, что сказалось понижением уровня грунтовых и поверхностных вод, повышением содержания солей в воде и почвенном растворе. Отмечено пересыхание мелких озер и небольших рек, так на р. Чумлячка в нескольких местах пересохло русло.

В ходе анализа на биотоксичность в 14 стационарных площадках поверхностных вод 1207 объекта УХО получены следующие результаты: в 2010 г. значительно повысилось количество высокотоксичных проб для хемотаксической реакции инфузорий.

Таблица 1

**Показатели биотоксичности поверхностных вод в ЗЗМ 1207
объекта УХО (2009–2011 гг.)**

Показатели	Индекс токсичности по реакции инфузорий, %			Индекс токсичности по реакции препарата «Эколюм» %		
	I	II	III	I	II	III
2009	54	30	16	84	8	8
2010	44	16	40	73	21	6
2011	62	6	32	56	22	22

Для тест-культуры инфузорий: I – допустимая токсичность, II – умеренная, III – высокотоксичная; для бактерий «Эколюм»: I – не токсично, II – токсично, III – сильнотоксично.

Абсолютно идентичные результаты получены для проб почв в ЗЗМ 1207 ОУХО.

Если в 2008 г. 100% проб по тест-объекту инфузории имели индекс допустимая токсичность, то в первом полугодие 2009 их количество снизилось до 51%, во втором полугодие до 41%, а в 2010 уже составило всего 25% от всех проб. Общее количество проб со II и III индексами токсичности в 2010 г. составило 75%. По бактериальному препарату «Эколюм» количество проб с индек-

сом «не токсично» снизилось с 95% в 2008 г. до 66% в 2010. А число проб с индексами «токсично» и «сильнотоксично» выросло с 5% (2008 г.) до 33% (2010).

Таблица 2

Показатели биотоксичности почв в ЗЗМ 1207 объекта УХО (2008–2010 гг.)

Показатели	Индекс токсичности по реакции инфузорий, %			Индекс токсичности по реакции препарата «Эколюм» %		
	I	II	III	I	II	III
2008	100	0	0	95	5	0
2009 1полугодие	51	28	21	64	23	13
2009 2полугодие	41	29	25	34	39	27
2010	25	42	33	66	21	12

Для тест-культуры инфузорий: I – допустимая токсичность, II – умеренная, III – высокотоксичная; для бактерий «Эколюм»: I – не токсично, II – токсично, III – сильнотоксично.

Косвенным показателем общего повышения токсичности природной среды является проведенный анализ по глубине залегания водорастворимых фторид-анионов в почве. Были заложены и обследованы в 3 стационарных площадках почвенные разрезы глубиной до двух метров, взяты образцы для анализа. Отмечено, что достоверное наличие фторидов – на глубине слоя 40–50 см во всех трех точках.

Засуха сократила запасы пищи для животных, что отразилось на их численности. Так при отлове мелких млекопитающих на 10 стационарных площадках в 2009 г. было поймано 52 особи, то в 2010 году поймали всего 25 мышевидных грызунов. Особенно это было заметно по количеству отловленных особей по месяцам (табл. 3).

Таблица 3

Количество отловленных грызунов в ЗЗМ 1207 ОУХО (2009–2010 гг., лаборатория токсикологии)

Показатели	июнь	июль	август	Итого
2009 год	11	13	28	52
2010 год	4	13	8	25

Климатические условия накладывают отпечаток на процессы, происходящие в природной среде, затрагивают все элементы экосистемы данной местности. Температурные условия местности влияют на продолжительность вегетационного периода, определяют длительность интенсивной сезонной жизнедеятельности биологических объектов. Отклонение от оптимальных параметров термического и водного режимов вызывает ухудшение состояния всей экологической системы, одинаково действуя на животный и растительный мир. Поэтому данные изменения носят системный характер и не связаны с работой 1207 объекта УХО.

Литература

Ашихмина Т. Я., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Дабах Е. В., Кантор Г. Я., Калинин А. А., Вараксина А. И., Огородникова С. Ю. Эколого-аналитический мониторинг антропо-

погенно-нарушенных почв // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета, 2006. № 14. С. 153–169.

Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий / Под общ. ред. Т. Я. Ашихминой и Н. М. Алалыкиной. Киров: О-Кратное, 2008. 336 с.

Пурьгин П. П., Белоусова З. П. Основы водной токсикологии. Самара: Издательство: Самарский университет, 2003. 51 с.

Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ р. ВЯТКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ ПО ЗООБЕНТОСУ

*Т. И. Кочурова, И. В. Панфилова, С. А. Менялин
РЦ ГЭКиМ по Кировской области, kochurovati@mail.ru*

В мировой практике мониторинга поверхностных вод все большее внимание уделяется биологическим методам, которые, в отличие от чисто химических, отражают совокупное воздействие факторов среды на состояние водных экосистем. Одним из основных объектов гидробиологического мониторинга является зообентос, позволяющий оценить качество воды и донных отложений.

Зообентос р. Вятки в зоне защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия (ЗЗМ ОУХО) пос. Мирный Оричевского р-на изучали в период строительства (2005 г.) и функционирования объекта (2006–2009 гг.). Наблюдения проводили на шести станциях: ст. 128 – самая верхняя (фоновая), ст. 55 – ниже устья р. Б. Холуницы, ст. 66 – выше устья р. Погиблицы (водоприемник хозяйственно-бытовых стоков ОУХО, пгт. Мирный и воинской части), ст. 79 – ниже устья р. Погиблицы, ст. 122 – ниже слияния старого и основного русел р. Вятки, ст. 146 – самая нижняя (контрольная). Нумерация станций дана в соответствии с единой схемой мониторинга в зоне защитных мероприятий объекта. Отбор и обработку проб проводили стандартными гидробиологическими методами (Руководство..., 1983).

Динамика количественных характеристик (количество таксонов, общая численность, общая биомасса), а также широко применяемых в России биоиндикационных показателей (индексы Вудивисса, Балушкиной, Гуднайта и Уитлея) была рассмотрена ранее (Кочурова и др., 2010).

В данной работе представлены сведения о таксономическом составе зообентоса, встречаемости основных систематических групп, видовом богатстве трех отрядов водных насекомых: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, представители которых являются высоко чувствительными видами к различного рода загрязнениям. Выполнена биоиндикационная оценка экологического состояния р. Вятка с использованием индекса ЕРТ (Семенченко, 2001), рассчитанного на основе числа видов этих насекомых.

В ходе статистической обработки проанализированы парные корреляции количественных показателей зообентоса (количество таксонов, численность, биомасса) с 13 химическими характеристиками сточных вод, сбрасываемых в р. Погиблица, а также с концентрациями общего фосфора в подземной воде, снежном покрове и донных отложениях р. Вятка. Достоверность корреляцион-

ной связи оценивали при $p = 0.05$ (Гланц, 1998). Данные химико-аналитических исследований предоставлены центральной экоаналитической лабораторией РЦ ГЭЖиМ по Кировской области.

В составе зообентоса обнаружены представители 115 таксонов из 21 группы: гидры (Hydrida), нематоды (Nematoda), малощетинковые черви (Oligochaeta), пиявки (Hirudinea), брюхоногие (Gastropoda) и двустворчатые (Bivalvia) моллюски, ветвистоусые (Cladocera), веслоногие (Copepoda), ракушковые (Ostracoda), равноногие (Isopoda) ракообразные, водяные клещи (Hydrachnidia), поденки (Ephemeroptera), стрекозы (Odonata), веснянки (Plecoptera), водяные клопы (Heteroptera), жесткокрылые (Coleoptera), ручейники (Trichoptera), мошки (Simuliidae), мокрецы (Ceratorogonidae), хирономиды (Chironomidae) и прочие двукрылые (Diptera n.det.).

Наибольшее распространение имели представители Chironomidae и Oligochaeta, встречаемость которых составила 96–98%. К широко распространенным относились личинки Ephemeroptera. Они присутствовали более чем в 75% проб. В число константных групп, т.е. постоянно или почти постоянно присутствующих в бентосных сообществах региона, не вошли моллюски. Их встречаемость на этапе фоновое обследования (2005 г.) составляла более 90%, но значительно снизилась в последующие годы (рис. 1).

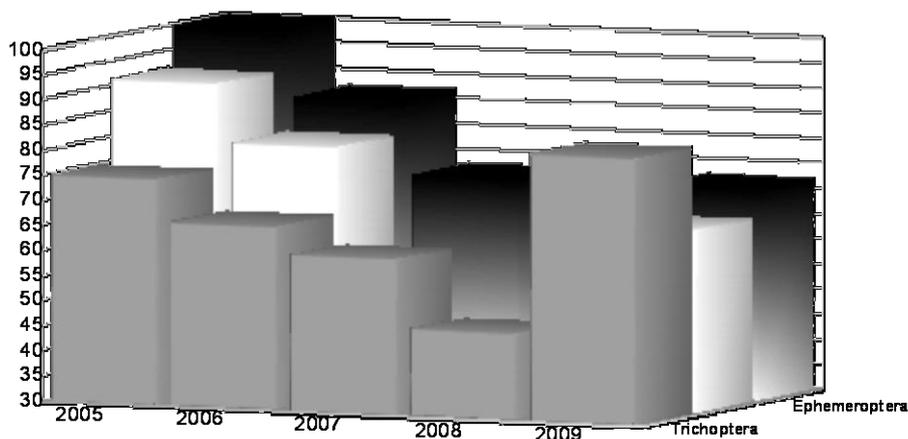


Рис. 1. Встречаемость (%) представителей Mollusca, Ephemeroptera и Trichoptera в ЗЗМ ОУХО (2005–2009 гг.)

Подобная динамика отмечена еще для ряда групп: Nematoda, Hirudinea, низшие ракообразные (Cladocera и Copepoda), Ephemeroptera, Trichoptera, Ceratorogonidae, прочие Diptera. Таксономическое обеднение бентоценозов наиболее ярко проявилось в 2006–2008 гг. на станциях, располагавшихся вблизи ОУХО (ст. 55, 66 и 79). В этот период в количественных пробах, отбирившихся с собственно грунта, почти полностью отсутствовали личинки поденок и ручейников. Их видовое богатство обеспечивалось за счет качественных сборов, которые в отсутствие высшей водной растительности осуществлялись с корней

деревьев и кустарников. В 2007 г. на ст. 66 зафиксировано полное выпадение рачкового комплекса. Восстановление таксономического богатства и встречаемости представителей названных выше групп отмечено в 2009 г.

В фитофильных сообществах р. Вятка зафиксировано появление единичных особей веснянок *Isoperla grammatica* Poda и *I. obscura* Zetterstedt, находящихся на ранних стадиях личиночного развития. Встречаемость представителей этой высокочувствительной к загрязнению группы возросла с 0% (2005 г.) до 21,1% (2008 г.). Известно, что личинки веснянок относятся к оксифильным и реофильным организмам. Их расселение могло быть обусловлено благоприятным кислородным режимом и высокой проточностью воды в р. Вятка, в особенности в полноводный сезон 2008 г.

Таксономическое богатство поденок составило 22 вида и 2 рода: *Ephemera* sp., *Potamanthus luteus* L., *Oligoneuriella pallida* Hagen, *Isonychia ignota* Walker, *Baetis tricolor* Tshernova, *B. fuscatus* L., *B. atrebatinus* Eaton, *B. vernus* Curtis, *Nigrobaetis* sp., *Acentrella inexpectatus* Tshernova, *Cloeon bifidum* Bengtsson, *C. simile* Eaton, *C. luteolum* Müller, *C. dipterum* L., *Heptagenia flava* Rostock, *H. sulphurea* Müller, *H. fuscogrisea* Retzius, *Brachycercus europaeus* Kluge, *B. minutus* Tshernova, *Caenis horaria* L., *C. macrura* Stephens, *C. pseudorivulorum*, *Paraleptophlebia cincta* Retzius, *P. submarginata* Stephens. Фауна ручейников насчитывала 14 видов и 3 рода: *Hydropsyche ornatula* MacLachlan, *H. modesta* Navas, *H. contubernalis* MacLachlan, *H. bulgaromanorum* Malicky, *Cheumatopsyche lepida* F. J. Pictet, *Ithitrichia lamellaris* Eaton, *Orthotrichia* sp., *Hydroptila* sp., *Psychomyia pusilla* F., *Neureclipsis bimaculata* L., *Phryganea grandis* L., *Ceraclea annulicornis* Stephens, *C. excisa* Morton, *Triaenodes bicolor* Curtis, *Oecetis notata* Rambur, *Setodes* sp., *Brachycentrus subnubilis* Curtis. Впервые для фауны Кировской области отмечены поденка *B. atrebatinus* и ручейник *Cheumatopsyche lepida*. Наибольшим распространением и обилием среди личинок поденок характеризовались *Heptagenia fuscogrisea* (встречаемость в отдельные годы составляла от 20 до 75%), среди ручейников – *Neureclipsis bimaculata* (встречаемость от 20 до 60%) и *Brachycentrus subnubilis* (встречаемость от 20 до 40%).

На основе сведений о видовом составе определен индекс ЕРТ (Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera), широко применяемый в странах Европы для оценки экологического качества поверхностных вод. Среднегодовые значения индекса ЕРТ колебались от 8 (2008 г.) до 12 (2007 г.). Максимальные значения (16–17) отмечены на контрольной и фоновой станциях в 2007 г., минимальные (4–7) – в средней части контролируемого участка р. Вятка. Худшая ситуация по данному показателю складывалась в 2007 г. на ст. 66 и 79, в 2008 г. – на ст. 66, 79 и 122, в 2009 г. – на ст. 55. Для сравнения следует отметить, что на эталонных (незагрязненных) створах равнинных рек Восточной Европы величина индекса ЕРТ находится в пределах от 13 до 15 (Семенченко, 2001).

Анализ парных корреляций между количественными характеристиками зообентоса и химическими показателями сточных вод выявил обратную связь количества таксонов и общей численности донных организмов на участке ниже сброса очистных сооружений (ст. 79) с концентрацией нитрит-иона. Значимая

положительная корреляция установлена для общей биомассы зообентоса с концентрацией общего фосфора в донных отложениях р. Вятки в 2009 г. (рис. 2). Обозначилась также тенденция нарастания биомассы при увеличении концентрации общего фосфора в снежном покрове.

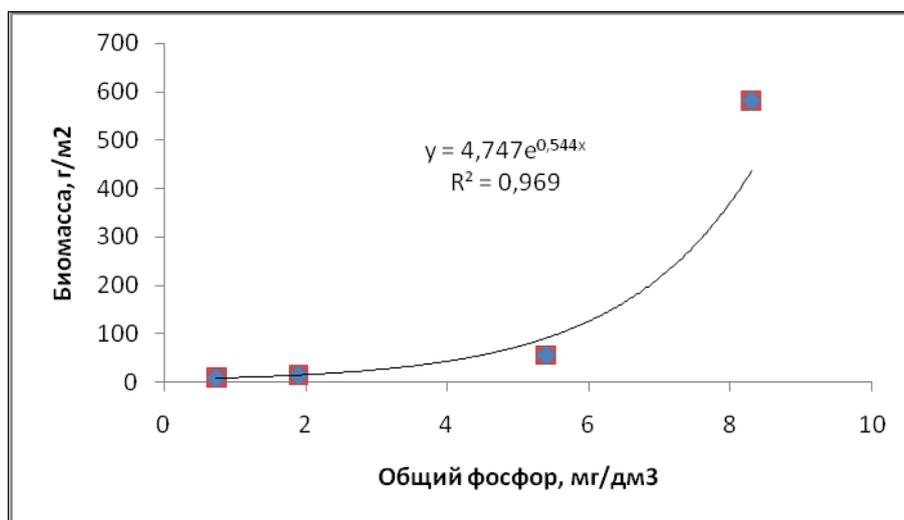


Рис. 2. Связь общей биомассы зообентоса с концентрацией общего фосфора в донных отложениях р. Вятка в 3ЗМ ОУХО (2009 г.)

В целом, результаты пятилетних наблюдений свидетельствовали о сохранении таксономического богатства зообентоса р. Вятка с одновременным снижением как количественных, так и качественных характеристик на станциях, располагавшихся вблизи ОУХО. Негативные изменения наиболее ярко проявились в 2006–2008 гг. В 2009 г. отмечены процессы восстановления бентосных сообществ. Установлена значимая отрицательная корреляция количества таксонов и общей численности донных организмов с концентрацией нитрит-иона в сточной воде, а также положительная связь общей биомассы зообентоса с концентрацией общего фосфора в донных отложениях.

Литература

Гланц С. Медико-биологическая статистика. М., 1998. 439 с.

Кочурова Т. И., Цепелева М. Л. Зообентос в мониторинге р. Вятка на территории зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Сб. материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2 частях. Ч. 1. Киров, 2010. С. 24–27.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., 1983. 239 с.

Семенченко В. П. Экологическое качество поверхностных вод. Минск, 2011. 329 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА УХО В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Танайлова, Н. В. Емельянова, Н. В. Полухина, В. В. Козулин
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт
промышленной экологии», *info@sar-ecoinst.org*

В условиях существующей техногенной нагрузки, особенно со стороны промышленных опасных объектов, в частности, объектов УХО, оценка состояния природной среды является важнейшей задачей. Большой интерес в качестве индикаторов состояния биоты представляют растительные организмы. При воздействии внешних экстремальных факторов именно ассимиляционные органы растений подвергаются наибольшему повреждению со стороны эмиссий, при этом изменяется состояние фотосинтетического аппарата (Рубин, 2005), что ведет к деструкции хлоропластов и распаду пигментов. Ввиду того, что содержание и соотношение фотосинтетических пигментов довольно стабильно, одним из маркеров уровня антропогенной загрязненности территории может служить пигментный состав листьев растений.

Целью данной работы являлось определение содержания хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов в растениях, находящихся в районе расположения объекта по уничтожению химического оружия (УХО) в п. Горный.

Анализ содержания пигментов в листьях высших растений, произрастающих на площадках санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) в районе расположения объекта УХО, проводился в 2011 г. Объектом исследования служили листья древесных растений (клен ясенелистный (*Acer negundo*) и ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*)), произрастающих на изучаемой территории. В качестве контроля использовались листья, собранные с деревьев, находящихся на площадке за границей ЗЗМ. Экстракцию пигментов из листьев осуществляли ацетоном. Определение содержания пигментов зеленого листа проводили спектрофотометрическим методом на приборе *Unico*. Расчет концентрации пигментов, их соотношения и процентного содержания осуществляли по общепринятой методике (Третьяков, 1990). Количество пигментов выражали в миллиграммах в расчете на грамм сырой массы листа.

Определение количественного содержания пигментов клена ясенелистного на контрольной площадке показало, что количество хлорофилла *a* составляет 0,82 мг/г, хлорофилла *b* – 0,28 мг/г, каротиноидов – 0,34 мг/г. В результате анализа проб с площадок СЗЗ и ЗЗМ с применением в качестве объекта исследования клена ясенелистного отмечено, что содержание хлорофилла *a* на всех исследуемых площадках меньше, по сравнению с контролем, в среднем в 1,5 раза и составляет 0,66–0,52 мг/г. Содержание хлорофилла *b* также отличалось от контроля, но в этом случае выражалось в увеличении его количества в каждом случае в 1,9–2,2 раза. Исключение составила проба с площадки 7 (площадка расположена возле дороги, которая не эксплуатируется), где величина данного

показателя оказалось меньше примерно в 2 раза. Содержание каротиноидов превышало данный показатель в 1,6–2 раза на каждой исследованной площадке.

Принимая во внимание то, что в норме соотношение хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов стабильно, было проведено исследование по определению процентного содержания фотосинтетических пигментов (табл.). В листьях клена ясенелистного, произрастающего на контрольной площадке, содержание хлорофилла *a* составляет 56,8%, хлорофилла *b* 19,4%, каротиноидов 23,8% от количества исследуемых пигментов. Полученные данные позволяют предположить то, что антропогенное воздействие за границей ЗЗМ не оказывает чрезмерного давления, которое может привести к разрушению пигментного комплекса растений, а превышение содержания каротиноидов на фоне невысокого содержания хлорофилла *b* может свидетельствовать об их биосинтезе, вызванном достаточно высокой инсоляцией.

Таблица

Содержание пигментов в листьях древесных растений

Площадка	Хлорофиллы				Каротиноиды		Хлорофилл/ каротиноиды
	<i>a</i>		<i>b</i>		(мг/г)	%	
	(мг/г)	%	(мг/г)	%			
контроль (<i>Acer negundo</i>)	0,81	56,8	0,28	19,4	0,34	23,8	3,2
контроль (<i>Fraxinus excelsior</i>)	0,68	58,6	0,19	19,2	0,22	22,2	3,5
Санитарно-защитная зона							
1	0,57	32,4	0,54	30,6	0,65	37	1,2
2	0,66	33,5	0,61	30,6	0,71	35,9	3,2
3	0,54	54,1	0,17	17,1	0,18	28,8	2,6
4	0,57	54,6	0,19	18,2	0,27	27,2	2,8
Зона защитных мероприятий							
5	0,53	33,1	0,53	32,9	0,54	33,9	3,4
6	0,6	55,6	0,29	28	0,17	16,4	5
7	0,52	54,2	0,15	16,2	0,28	29,6	2,4

Подобная тенденция отмечается и для листьев растений, взятых из ЗЗМ с 7 площадки. Однако, данные количественного анализа фотосинтетических пигментов клена с площадок № 1, 2, 5 показывают существенное снижение хлорофилла *a* и значительное увеличение вспомогательных пигментов: хлорофилла *b*, и каротиноидов. Таким образом, полученные данные являются отражением существующего стрессорного воздействия на растительные организмы, произрастающие на площадках СЗЗ и ЗЗМ, находящихся вблизи автодорог. Отсутствие сдвигов в количественном содержании пигментов в растениях с 7 площадки может быть объяснено тем, что данная площадка располагается в отдалении от активной техногенной деятельности человека, рядом с дорогой, которая в настоящий момент не используется.

Для оценки степени техногенного воздействия на растительные сообщества на модельных площадках СЗЗ (№ 3 и № 4) и ЗЗМ (№ 6) в качестве объекта исследования был выбран ясень обыкновенный. Определение количества пигментов фотосинтеза показало содержание хлорофилла *a* в пределах 0,6–0,54 мг/г со всех исследуемых площадок (табл. 1).

Однако оценка содержания вспомогательных пигментов выявила превышение количества каротиноидов над содержанием хлорофилла *в* СЗЗ на площадках № 3 и 4. Такой эффект может быть вызван как антропогенным воздействием, так и климатическими особенностями, т.к. эти площадки находятся в условиях высокой инсоляции.

При определении количественного содержания пигментов на площадке № 6 показано следующее соотношение пигментного состава от общей массы исследуемых пигментов: хлорофилл *а* – 55,6%, хлорофилл *в* – 28%, а каротиноиды – 16,4%. Это может быть объяснено тем, что растения на данной площадке находятся в максимально комфортных для себя условиях: в отдалении от транспортных путей и в условиях достаточного водоснабжения.

При исследовании древесных растений на большинстве исследуемых площадок показано отклонения от нормального содержания фотосинтетических пигментов. Наиболее существенные отклонения, главным из которых является уменьшение хлорофилла *а*, характерны для растений с площадок, находящихся вдоль активно используемых дорог как в СЗЗ так и в ЗЗМ. Количественная оценка пигментов, находящихся в местах с меньшей степенью техногенного воздействия (№ 3, 4, контрольная площадка) показала повышение содержания каротиноидов – пигментов, защищающих от фотоокисления и свободных радикалов. Наиболее благоприятными условиями обладает площадка № 6, находящаяся как в отдалении от технических объектов, так и в условиях достаточного водоснабжения. Повышенное содержание каротиноидов на всех исследуемых площадках (за исключением № 6) возможно объяснить воздействием климатических факторов, в частности аномально жаркого лета 2010 г. Как известно, на развитие и рост зачаточных листьев семян и почек оказывают существенное влияние факторы среды, при которых происходит их закладка и формирование на материнском растении. Закладка зачаточных листьев произошла в предыдущем году жизни растения при таких условиях (высокая температура, инсоляция, недостаточное водоснабжение), которые могли являться катализаторами повышенного синтеза веществ-протекторов, к которым относят и каротиноиды.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что повышенное содержание вспомогательных пигментов индуцировано как факторами природной среды предыдущего и нынешнего года, так и антропогенным влиянием, в основном, за счет автотранспорта.

Литература

Рубин А. Б. Биофизика фотосинтеза и методы экологического мониторинга // Технологии живых систем, 2005. Т. 2. № 1–2. С. 47–67.

Практикум по физиологии растений. / Под ред Н. Н. Третьякова. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА УХО В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Танайлова, В. В. Козулин, Н. В. Емельянова, Н. В. Полухина

*Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт
промышленной экологии», info@sar-ecoinst.org*

Атмосферный воздух является ключевым компонентом природной среды, от состояния которого зависит нормальное существование всех живых организмов, его активное воздействие на наземные экосистемы и гидросферу проявляется через атмосферные осадки в виде дождя и снега. Известно, что снежный покров накапливает в себе практически все вещества, поступающие в атмосферу, что делает его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды (Курбатова и др., 2004; Рогулева, Прохорова, 2007).

В настоящее время актуальной остается проблема оценки степени техногенного воздействия на компоненты природной среды крупными промышленными предприятиями, причем большой интерес сохраняется к предприятиям по уничтожению химического оружия. Важной задачей является контроль и оценка влияния продуктов переработки и деструкции химического оружия на живые организмы, для чего используют представителей различных систематических групп, включая микроорганизмы, растения и млекопитающих. Для проведения экспериментов по оценке токсичности исследуемых проб используют лабораторных животных, однако сейчас все шире распространяются альтернативные методы, в основе которых лежит применение клеточных культур млекопитающих. Преимущества выбора данных методов очевидны. Однако в литературных источниках имеются лишь фрагментарные данные об использовании альтернативных методов в экотоксикологических анализах.

В связи с выше изложенным целью данной работы являлась оценка степени техногенного воздействия на снежный покров в районе объекта УХО в п. Горный Саратовской области. Исследования проводились в 2011 г. на стационарных площадках, 5 из которых находятся в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и 9 – в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта УХО. Оценка токсичности проб снежного покрова осуществлялась с помощью люминесцентных бактерий (тест-системы «Эколюм») (Методика...) фитотоксического (Обоснование класса опасности...) и цитотоксического (Экспресс-оценка...) методов.

При анализе проб снега со стационарных площадок СЗЗ и ЗЗМ с применением широко используемой тест-системы «Эколюм» значения индекса токсичности принимали отрицательные значения, что согласно методике принимаются за 0 (табл.). Пробу считают токсичной, если индекс токсичности (Т) превышает 20. Таким образом, среди исследуемых образцов снега выявить токсичные пробы предложенным методом не удалось.

**Результаты биотестирования проб снежного покрова
на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО**

Зона	Площадка	Тест-система «Эколюм» (индекс токсичности, Т)	Фитотоксичность, (эффект торможения, Et)	Цитотоксичность (индекс токсичности, It)
СЗЗ	1	0	34,31	72,8
	2	0	22,99	82,0
	3	0	13,14	76,0
	4	0	27,74	72,7
	5	0	-1,095	80,6
ЗЗМ	6	0	37,59	87,3
	7	0	-7,29	84,2
	8	0	10,95	78,5
	9	0	-80,66	74,5
	10	0	-1,095	83,2
	11	0	44,89	43,1
	12	0	-20,8	82,8
	13	0	19,71	67,8
	14	0	31,02	77,1

Для оценки фитотоксического воздействия проб снежного покрова в качестве тест-объекта применяли овес посевной (*Avena sativa*). Критерием фитотоксического воздействия проб на растительный организм является эффект торможения – уменьшение длины корней проростков, выращенных на исследуемом растворе на 20% и более по сравнению с контролем (Обоснование класса опасности...). В качестве контроля выступали корни проростков, выращенных на дистиллированной воде. При анализе полученных данных по фитотоксичности проб снега, доставленных с санитарно-защитной зоны объекта УХО, показано, что существенного эффекта торможения развития корневой системы выявлено не было (табл.). Небольшое превышение порогового значения отмечено для проб с четвертой стационарной площадки и расположенных на самой границе СЗЗ первой и второй площадок. Величина эффекта торможения составила 27,74%, 34,31% и 22,99% соответственно. Однако следует отметить, что данные площадки располагаются в непосредственной близости от автотранспортных дорог. Подобная тенденция характерна и для проб снежного покрова, доставленных со стационарных площадок ЗЗМ. Наибольший эффект торможения отмечен для проб с площадок №6 и №14, которые также расположены вблизи автодорог, и площадки №11, находящейся рядом с железной дорогой.

На следующем этапе исследований определялась цитотоксичность проб снежного покрова. Тест-объектом в данном эксперименте выступала кратковременная суспензионная культура клеток сперматозоидов быка (*Bos taurus taurus*) (КСБ). В основе метода лежит уменьшение двигательной активности сперматозоидов под влиянием токсических веществ, находящихся в исследуемой пробе. Использование бычьей спермы в токсикологических экспериментах обусловлено тем, что именно подвижность сперматозоидов является интегральным показателем их физиологического, биохимического и морфологиче-

ского статуса. При этом они теряют двигательную функцию раньше, чем произойдут повреждения акросом (Соколовская и др., 1981). Двигательная активность сперматозоидов определялась с помощью анализатора изображений АТ-05. Исследуемый образец считается безвредным, если его индекс токсичности (It) находится в пределах 70–120%, если же прибором фиксируется отклонение в ту или иную сторону это свидетельствует о токсичности исследуемой пробы.

Несмотря на то, что данный метод имеет широкое применение в различных областях экотоксикологии (Экспресс-оценка..., Экспресс-метод..., 2003; Методика выполнения измерений...), данных по оценке токсического эффекта атмосферных осадков на КСБ обнаружено не было.

При определении степени токсичности образцов снежного покрова из СЗЗ объекта УХО на клеточную культуру показано, что значение It колеблется в пределах 72–82%, т.е. соответствует установленной норме. При этом можно отметить, что результаты проб снега с площадок №1 и №4 находятся на нижней границе установленного предела, и эти же пробы показали небольшой фитотоксический эффект.

Исследование образцов снежного покрова из ЗЗМ показало, что It большинства исследуемых проб находится в пределах 74–88%, исключением являются пробы с 11 и 13 площадок, расположенных вблизи железной дороги. Эти данные близки к результатам определения фитотоксичности, где для снега с площадки №11 отмечается эффект торможения 44,89%, а для 13 площадки эффект торможения находится на пограничном уровне и составляет 19,7%.

Таким образом, в процессе проведенных исследований по оценке токсичности снежного покрова в СЗЗ и ЗЗМ с применением люминесцентных бактерий, фитотеста и культуры клеток млекопитающих, существенных отклонений от нормы выявлено не было, что может свидетельствовать об отсутствии загрязнения снежного покрова, вызванного деятельностью объекта УХО. Лишь некоторые из исследованных образцов, отобранных с площадок вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей, оказали ингибирующий эффект на рост корневой системы и подвижность сперматозоидов. Отмеченную фито- и цитотоксичность этих образцов возможно объяснить влиянием выбросов автомобильного и железнодорожного транспорта.

Ввиду того, что оценка степени воздействия токсических веществ на биологические объекты является важной задачей в условиях контроля уровня загрязнения окружающей среды, для осуществления этих целей необходимо использовать те биологические объекты, которые чутко реагируют на присутствие загрязнителей. Исходя из проведенных исследований можно отметить, что люминесцентные бактерии при оценке токсического эффекта снежного покрова не позволили выявить токсичность проб, при этом фитотест и КСБ оказались достаточно чувствительными и показали схожие результаты. Таким образом, выявленная эффективность применения данных тест-объектов позволяет предложить дальнейшее использование фитотеста и КСБ для оценки токсичности снежного покрова в условиях техногенного воздействия.

Литература

Курбатова А. С., Башкин В. Н., Касимов Н. С. Экология города. М.: Научный мир, 2004. 624 с.

МР 2.1.7.2297-07 Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности.

МР 2.1.7.2279-07 Экспресс-оценка токсичности отходов производства и потребления на культуре клеток млекопитающих.

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «ЭКОЛЮМ».

Роголева Н. О., Прохорова Н. В. Эколого-геохимические особенности снежного покрова парков города Самары // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия, 2007. № 8 (58) С. 206–212.

Соколовская И. И., Ойвадис Р., Абилов А. В., Усман Белко Туре О значении акросомы в оценке семени самцов // Животноводство, 1981. № 9. С. 46–47.

ФР.1.31.2009.09301 Методика выполнения измерений индекса токсичности почв, почвогрунтов, вод и отходов по изменению подвижности половых клеток млекопитающих *in vitro*.

Экспресс-метод оценки токсичности проб воздуха по водорастворимым компонентам с использованием в качестве тест-объекта спермы крупного рогатого скота. Методические рекомендации. Минздрав России. М., 2003.

ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ БАЛАКОВСКОЙ АЭС КАК ОБЪЕКТ БИОМОНИТОРИНГА

К. Г. Грищенко, А. Г. Демин, Н. В. Емельянова

Федеральное бюджетное учреждение

«Государственный научно-исследовательский институт

промышленной экологии», jabberwock0@mail.ru

Высшая водная растительность является важнейшим компонентом экосистем водоемов-охладителей АЭС. Прибрежно-водные и водные растения принимают участие в самоочищении водоема. Заросли гелофитов и гидрофитов задерживают взвешенные и слаборастворимые органические вещества, эффективно накапливают соли и многие загрязнители, в том числе тяжелые металлы, повышают количество растворенного кислорода в воде, что в условиях сильной антропогенной нагрузки приобретает особую важность (Дьяченко и др., 2005). Полезным свойством водных макрофитов является их способность аккумулировать биогенные элементы (главным образом, азот и фосфор), делая их недоступными для низших водных растений, тем самым предотвращая бурное размножение зеленых и сине-зеленых водорослей («цветение» воды) (Садчиков, Кудряшов, 2004; Кацман, 2004; Вишнякова, Мельник, 2009), вызывающих эвтрофикацию водоема и снижающих пригодность воды для технических целей. Таким образом, наблюдение за состоянием высшей водной растительности является важной частью программы биомониторинга АЭС.

В июле 2011 г. нами проведено исследование флоры и растительности водоема-охладителя Балаковской АЭС (рис. 1) методом детально-маршрутного исследования с подробным описанием водных и прибрежно-водных фитоценозов, руководствуясь общепринятой методикой геоботанических исследований водной растительности (Катанская, 1981; Матвеев, Соловьева, Саксонов, 2005; Папченков, 2001). Учитывались сосудистые растения, находящиеся непосредственно в воде и зоне периодического затопления.

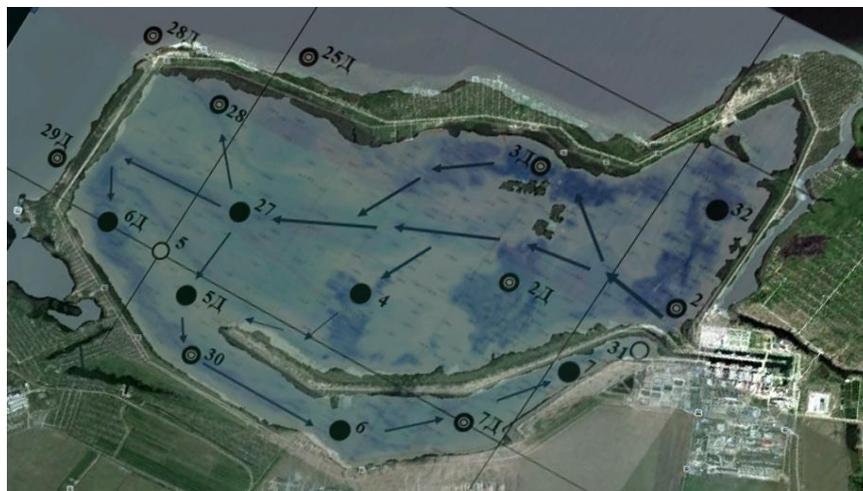


Рис. 1. Схема расположения точек мониторинга водной растительности водоема-охладителя БАЭС

В составе высшей водной растительности водоема-охладителя БАЭС зарегистрирован 21 вид водных и прибрежно-водных растений, относящихся к 13 семействам двум классам (двудольные и однодольные) и двум отделам (Покрытосеменные и Хвощевидные) (табл. 1). Класс двудольные включает 10 видов, класс однодольные – 11. Отдел Хвощевидные представлен тремя видами – хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.) и хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.).

По количеству видов среди цветковых растений выделяются семейства злаковые (Poaceae), представленные тремя видами, сложноцветные (Asteraceae), осоковые (Cyperaceae), рдестовые (Potamogetonaceae) и губоцветные (Lamiaceae) – по два вида. Остальные семейства включают по одному виду. Список обнаруженных видов растений представлен в табл.

Таблица

Видовой состав флоры водоема-охладителя БАЭС

Семейство		Название вида	
Equisetaceae	Хвощовые	<i>Equisetum palustre</i> L.	Хвощ болотный
Equisetaceae	Хвощовые	<i>Equisetum hyemale</i> L.	Хвощ зимующий
Equisetaceae	Хвощовые	<i>Equisetum arvense</i> L.	Хвощ полевой
Typhaceae	Рогозовые	<i>Typha angustifolia</i> L.	Рогоз узколистный
Potamogetonaceae	Рдестовые	<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Рдест гребенчатый
Potamogetonaceae	Рдестовые	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Рдест пронзеннолистный
Poaceae	Злаковые	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Вейник наземный

Семейство		Название вида	
Poaceae	Злаковые	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Пырей ползучий
Poaceae	Злаковые	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Тростник обыкновенный
Cyperaceae	Осоковые	<i>Carex acuta</i> L.	Осока острая
Cyperaceae	Осоковые	<i>Scirpus lacustris</i> L.	Камыш озерный
Polygonaceae	Гречишные	<i>Persicaria. hydropiper</i> (L.) Spach	Горец перечный
Ceratophyllaceae	Роголистниковые	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Роголистник темнозеленый
Lythraceae	Дербенниковые	<i>Lythrum virgatum</i> L.	Дербенник прутьевидный
Onagraceae	Кипрейные	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Кипрей шершавоволосистый
Haloragaceae	Сланоягодниковые	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Уруть колосистая
Convolvulaceae	Вьюнковые	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	Калистегия заборная
Lamiaceae	Губоцветные	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	Шлемник обыкновенный
Lamiaceae	Губоцветные	<i>Stachys palustris</i> L.	Чистец болотный
Asteraceae	Сложноцветные	<i>Bidens frondosa</i> L.	Черда олиственная
Asteraceae	Сложноцветные	<i>B. tripartita</i> L.	Черда трехраздельная

Виды изученной флоры относятся к пяти экологическим группам водной и околоводной растительности: гидрофитам – настоящие водные растения, гелофитам – воздушно-водные растения, гигрофитам и гигрогелофитам – растения влажных и избыточно увлажненных местообитаний, мезофитам – растения средних по увлажнению мест обитаний (рис. 2).

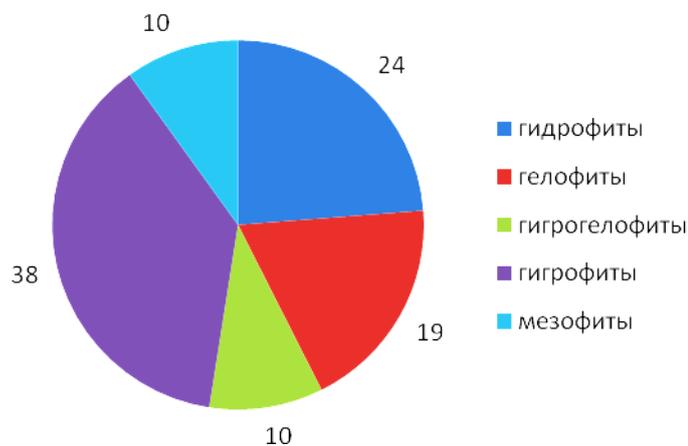


Рис. 2. Распределение видов водной и околоводной флоры пруда-охладителя БАЭС по экоморфам (%)

Высшая водная растительность водоема-охладителя БАЭС по ценоотическому составу представлена шестью ассоциациями, относящимися к четырем формациям.

Тип растительности

Водная растительность – *Aquiphytosa*

А. Группа классов настоящая водная растительность – *Aquiphytosa genuina*

I. Класс формаций настоящая водная (гидрофитная) растительность – *Aquiphytosa genuina*

1 Группа формаций гидрофитов свободно плавающих в толще воды – *Aquiphytosa genuina demersa natans*

1.1 Формация рдеста пронзеннолистного – *Potamogeton perfoliatus*.

Асс.: 1) *Potamogeton perfoliatus*; 2) *Potamogeton perfoliatus* + *Potamogeton pectinatus*.

Б. Группа классов прибрежно-водная растительность – *Aquiherbosa vadosa*

II. Класс формаций. Воздушно-водная (гелофитная) растительность – *Aquiherbosa helophyta*

1 Группа формаций высокотравных гелофитов – *Aquiherbosa helophyta procera*

1.1 Формация тростника обыкновенного – *Phragmiteta australis*

Асс.: 1) *Phragmites australis*; 2) *Phragmites australis* + *Typha angustifolia*.

1.2 Формация камыша озерного – *Scirpeta lacustris*.

Асс.: 1) *Scirpus lacustris* + *Typha angustifolia*.

III. Класс формаций гигрогелофитная растительность – *Aquiherbosa hygrogelohpyta*

1 Формация осоки острой – *Carex acuta*. Асс.: 1) *Carex acuta*

Из воздушно-водной растительности доминируют и являются фоновыми для всего водоема сообщества тростника обыкновенного, присутствующего по всему периметру водоема и формирующего прерывистый пояс растительности шириной от 1–5 (отводящий канал) до 50–170 м (приводящий канал и акватория водоема). Высота растений составляет 2,0–3,5 м, в отдельных куртинах достигает 4,5 м. Сообщества приурочены к глубинам от уреза воды или выше уреза и до 0,5–1 м (иногда 2,5 м). Флористический состав ассоциаций и формации крайне беден по причине того, что тростник, разрастаясь, затеняет прочую водную растительность. Также среди гелофитов присутствуют рогоз узколистный (точки 6Д, 7 и 21), осока острая (точка 7), камыш озерный (точки 30, 7 и 31) (табл. 2).

Погруженная растительность в водоеме-охладителе БАЭС сильно угнетена. Только на точках 2 и 32 обнаружены небольшие по площади разреженные фитоценозы рдеста гребенчатого и урути мутовчатой. Также среди гидрофитов присутствует роголистник темно-зеленый, но фитоценозов не образует.

Для преобладающей части исследованного водоема характерен массивно-зарослевый тип зарастания; изредка формируется два пояса: пояс тростниковых сообществ (гелофитов) и пояс гидрофитов, представленных разреженными фитоценозами урути мутовчатой и рдеста гребенчатого.

Обнаруженные фитоценозы гидрофитов и гелофитов чаще всего представляют собой одноярусные монодоминантные сообщества, крайне бедные по составу и простые по структуре. Отсутствие выраженного пояса гидрофитной

растительности, а также крайне низкое видовое разнообразие изученных фитоценозов свидетельствует о сильной антропогенной нагрузке, и, по-видимому, является следствием применения средств уничтожения растительности. Дальнейшее снижение обилия и разнообразия высших водных растений может привести к взрывообразному размножению одноклеточных зеленых и сине-зеленых водорослей, вызывающих эвтрофикацию водоема.

По литературным данным (Гунин и др., 2010), оптимальная степень зарастания для водоема-охладителя составляет 15–20%. Площадь, занятая высшей водной растительностью водоема-охладителя БАЭС (включая заросли тростника на разделительной дамбе), равна 2,43 км², что составляет 8,5% от площади водного зеркала, то есть изученный водоем характеризуется небольшой степенью зарастания. Считаем целесообразным снизить интенсивность мер по борьбе с высшей водной растительностью в водоеме-охладителе БАЭС. При регулировании обилия макрофитов следует отдавать предпочтение биологическим мерам борьбы (разведение растительноядных рыб) (Белоконова, Зубарева, 2007), а не применению гербицидов.

Литература

Белоконова Н. А., Зубарева Э. Л. Улучшение качества воды водохранилищ-охладителей биологическим способом // Проблемы энергетики. 2007. № 2. С. 65–69.

Вишнякова М. Ю., Мельников И. В. Роль макрофитов в формировании гидрохимического режима водотоков водно-болотных угодий Нижней Волги // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 7–10.

Гунин П. А., Серпокрьлов Н. С., Лейкин Ю. А. Влияние Волгодонской АЭС на водоем-охладитель // Вестник ТГУ. 2010. Т. 15. Вып. 5. С. 1602–1609.

Дьяченко Т. Н. и др. Макрофиты водоема-охладителя Чернобыльской АЭС и накопление ими радионуклеидов // Мат. VI Всеросс. школы - конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (Борок, 11–16 октября 2005г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский дом печати», 2006. С. 243–245.

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Кацман Е. А. Развитие высшей водной растительности в водоёмах-охладителях АЭС. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 25 с.

Матвеев В. И., Соловьева В. В., Саксонов С. В. Экология водных растений: Учебное пособие. Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2005. 282 с.

Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБ и НТ, 2001. 213 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ БАЛАКОВСКОЙ АЭС ПО НЕКОТОРЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОЗООБЕНТОСА

М. Ю. Воронин, А. Г. Демин, Н. В. Емельянова
Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт
промышленной экологии», voronintj@yandex.ru

В рамках экологического мониторинга необходимо решение задачи диагностики состояния экосистем и поиска способов минимизации вреда, наносимого хозяйственной деятельностью человека. При сложности изучения экосистем в целом гораздо эффективнее использовать в качестве индикатора конкретное сообщество, которое позволит в определенной мере судить о состоянии и тенденциях развития более крупной экосистемы. Макрозообентос – важнейший объект биологического мониторинга пресноводных водоемов, вполне подходит на эту роль. На сегодняшний день разработано значительное количество методов биомониторинга, использующих показатели зообентоса для оценки состояния водоемов различных типов (Баканов, 1999). Слабое негативное воздействие обычно приводит к некоторому усложнению структуры, однако при дальнейшем увеличении нагрузки сообщество деградирует. Общие закономерности антропогенной трансформации донных сообществ распространяются и на макрозообентос водоемов-охладителей (Гидробиология водоемов-охладителей ..., 1991).

Материал и методы исследования. Изучение макрозообентоса водоема-охладителя БАЭС (Балаковской АЭС) проводилось 12–13 июля 2011 г. Станции отбора проб располагались: №№ 2, 2Д, 3Д, 4, 27, 28, 32 – в тепловодной зоне водоема-охладителя (отводящий канал); № 5, 5Д, 6, 6Д, 7, 7Д, 30, 31 – в холодноводном (приводящем) канале; № 25Д, 28Д, 29Д, К. – на водоемах с естественным температурным режимом (Саратовское водохранилище, устье р. Малый Иргиз). Температурный режим водоема-охладителя БАЭС значительно отличается от водоемов, не подверженных сбросу подогретых вод. Внутри водоема-охладителя существует выраженный градиент температур. Сетка отбора проб охватывала все температурные зоны водоема-охладителя и имела в качестве контроля станции отбора проб на водоемах с естественным температурным режимом. Помимо температуры при отборе проб учитывался характер грунта. Станции отбора проб зообентоса располагались на наиболее распространенных типах грунта (песок, заиленный песок, черный ил).

Пробы бентоса отбирали дночерпателем ДАК-250. Обработку проб осуществляли по общепринятым гидробиологическим методикам. Биомассу (сырой вес) определяли по методу Уломского (Методика изучения..., 1975). Видовое определение проводили по Определителю пресноводных беспозвоночных... (1994–2004).

По индексам Шеннона, Симпсона, выравненности по Пиелу, видовому богатству оценивали α -разнообразие сообществ (География и мониторинг...,

2002). Сапробность определяли по индексу Пантле–Бука в модификации Сладечека (Унифицированные методы..., 1977).

Результаты и обсуждение. Водоем-охладитель БАЭС был образован из участка Саратовского водохранилища, поэтому формирование видового состава его происходило на основе видов, заселявших данную акваторию до строительства дамбы. В водоеме-охладителе существует выраженный градиент температур: есть проточные зоны с максимально высоким подогревом и относительно застойные зоны, сохранившие температурный режим, близкий к естественному. Такое разнообразие экологических условий в пределах одного водоема не могло не сказаться на его фауне.

В составе зообентоса водоема-охладителя БАЭС обнаружено 23 вида гидробионтов: олигохет – 5: *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862; *L. udekemianus* Claparede, 1862; *Potamotrix hammoniensis* (Michaelson, 1901); *Tubifex newaensis* (Michaelson, 1902); *T. tubifex* (O.F. Muller, 1773); гаммарид – 5: *Chaetogammarus ischnus* (Stebbing, 1898); *Dikerogammarus hemobaphes* (Eichwald, 1841); *D. villosus* (Sowinsky, 1894); *Stenogammarus dzjubani* Mordukhay–Boltovskoy et Ljakov, 1972; *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894); хирономид – 11: *Chironomus* sp. Meigen, 1803; *Cladopelma* gr. *laccophila*, Kieffer, 1921; *Cladotanitarsus* gr. *mancus*, Kieffer, 1921; *Cryptochironomus* gr. *defectus* Kieffer, 1921; *Dictrotendipes fuskonotatus* (Kieffer, 1922); *Polypedilum bicrenatum* Kieffer, 1921; *P. nubeculosum* (Meigen, 1818); *P. scalaenum* (Schrank, 1803); *Procladius* sp. Roback, 1982; *Psectrocladius sordidellus* (Zetterstedt, 1838); *Stictochironomus crasiforceps* (Kieffer, 1922); мокрецов – 1; *Nilobezzia formosa* (Loew, 1869); двустворчатых моллюсков – 1: *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771).

Олигохеты обильно развитая группа бентоса водоема-охладителя БАЭС. Это очень выносливая к подогреву группа животных; их видовой состав в зоне подогрева и за ее пределами мало отличается. Аборигенные виды смогли довольно успешно освоить новые экологические условия.

Гаммариды встречаются в холодноводной части водоема-охладителя БАЭС, где *Ch. ischnus*, *D. hemobaphes*, *D. villosus*, *P. robustoides* – доминанты или субдоминанты сообществ. Такую особенность распространения гаммарид по водоему можно объяснить оксифильностью большинства встреченных нами видов.

Хирономиды – самая большая по числу видов группа зообентоса водоема-охладителя БАЭС. В ходе анализа видового состава бентоса следует отметить вполне предсказуемый динамизм таксоценозов личинок хирономид. Число видов этой группы колеблется в течение последних лет в районе двух десятков, не претерпевая существенных изменений. В водоеме по-прежнему преобладают представители подсемейства Chironominae (Воронин, Ермохин, 2005). Они достаточно устойчивы к высокому уровню теплового загрязнения.

Многолетние наблюдения показывают сохранение устойчивой тенденции низкого разнообразия моллюсков в бентосных сообществах водоема-охладителя. Единственное исключение, составляет дрейссена (Воронин, Ермохин, 2005). Дрейссена доминирует на станциях холодноводного канала. Обилие ее в водоеме-охладителе, несомненно, сказывается на качестве воды.

В составе зообентоса участка Саратовского водохранилища, прилегающего к водоему-охладителю БАЭС, обнаружено 12 видов гидробионтов: олигохет – 4: *Lumbriculus variegatus* (O.F. Müller, 1773); *L. hoffmeisteri*, *L. udekemianus*, *T. newaensis*; кумовых раков – 1: *Pterocuma rostrata* (G. O. Sars, 1984); гаммарид – 2: *P. robustoides*; *St. dzjubani*; хирономид – 5: *Cl. gr. mancus*; *D. fuskonotatus*; *L. arenicola*; *P. nubeculosum*; *St. crassiforceps*. Олигохеты и хирономиды занимают доминирующее положение.

В составе зообентоса устья р. Малый Иргиз обнаружено 13 видов гидробионтов: олигохет – 5: *L. hoffmeisteri*; *L. udekemianus*; *L. variegatus*; *P. hammoniensis*; *T. newaensis*; кумовых раков – 1: *Pterocuma sowinskyi* (Sars, 1894); корофид – 1: *Corophium sowinskyi* Martynov, 1924; хирономид – 5: *Cr. gr. defectus*; *D. fuskonotatus*; *P. nubeculosum*; *Procladius* sp.; *St. crassiforceps*; брюхоногих моллюсков – 1: *Valvata planorbulina* Paladilhe, 1867. Максимального обилия по численности здесь достигают олигохеты, а по биомассе – брюхоногие моллюски.

Медианы численности и биомассы макрозообентоса тепловодной части водоема-охладителя снижены по сравнению с холодноводной. Такие, в целом, невысокие значения обилия бентоса определяются негативным воздействием подогрева воды. Отбор проб макрозообентоса проводился в июле, и значения температур воды превышали критические значения для большинства видов гидробионтов. В пробах из тепловодной части водоема-охладителя полностью отсутствовали такие чувствительные к недостатку кислорода и перегреву воды группы животных как моллюски и ракообразные. Обилие бентоса в естественных водоемах, не подверженных непосредственному влиянию Балаковской АЭС, сопоставимо с холодноводной частью водоема-охладителя. Видовое разнообразие и видовое богатство макрозообентоса тепловодной части водоема-охладителя БАЭС также заметно ниже, чем холодноводной (табл.).

Таблица

Медианы численности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) макрозообентоса, индексы видового разнообразия (D – Симпсона, H – Шеннона, E – Пиелу, M – общее количество видов) и индекс сапробности (S)

Зона исследования	N	B	D	H	E	M	S
Тепловодная часть водоема-охладителя БАЭС	80	0,164	0,584	1,489	0,448	10	1,761
Холодноводная часть водоема охладителя	3100	7,18	0,433	2,222	0,523	19	2,049
Прилегающая к водоему-охладителю часть Саратовского водохранилища	2600	8,356	0,193	2,736	0,763	12	2,644
Контроль (устье р. Малый Иргиз)	7320	33,768	0,276	2,631	0,711	13	2,642

Расчет индексов сапробности показал, что воды водоема-охладителя Балаковской АЭС можно охарактеризовать как β-мезосапробные (умеренно загрязненные, 3-й класс качества), в целом менее загрязненные, чем естественные водоемы, выбранные нами в качестве контрольных (табл. 1). Наименьшее значение индекса сапробности отмечено для тепловодной части водоема-охладителя, а максимальное – для участка Саратовского водохранилища, прилегающего к водоему-охладителю БАЭС и устья р. Малый Иргиз. Водоемы с

естественным температурным режимом как α -мезосапробные (загрязненные, 4-й класс качества). Данные значения индексов сапробности свидетельствуют о том, что обилие и видовое разнообразие макрозообентоса водоема-охладителя снижено не за счет органического или химического загрязнения, а вследствие искусственного повышения температуры воды.

Литература

Баканов А. И. Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоемов по зообентосу // Водные ресурсы, 1999. Т. 26. № 1. С. 108–111.

Воронин М. Ю., Ермохин М. В. Сообщества макрозообентоса в градиенте температуры водоема-охладителя Балаковской АЭС // Поволжский экол. журн., 2005. Спец. вып. С. 24–33.

География и мониторинг биоразнообразия. М.: НУМЦ, 2002. 432 с.

Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины / Протасов А. А., Сергеева О. А., Кошелева С. И. и др. / Киев.: Наук. думка, 1991. 192 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, Т. 1. Низшие беспозвоночные, 1994. 396 с.; Т. 2. Ракообразные. 1995. 628 с.; Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые. 1997. 444 с.; Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. 1999. 1000 с.; Т. 5. Высшие насекомые. Ручейники. Чешуекрылые. Жесткокрылые. Сетчатокрылые. Большешкрылые. Перепончатокрылые. 2001. 840 с.; Т. 6. Моллюски. Полихеты. Немертины. 2004. 528 с.

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. Индикаторы сапробности. М., 1977. 91 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В РАЙОНЕ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (ОАО «КЧХК»)

Е. В. Бабкина^{1,2}, О. В. Хорошавина²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Кировское областное государственное бюджетное учреждение
«Вятский научно-технический информационный центр
мониторинга и природопользования», trvkirov@mail.ru*

Основные экологические проблемы Кировской области – это загрязнение атмосферного воздуха, подземных вод, сброс сточных вод промышленных предприятий в крупные поверхностные водотоки (р. Вятка, р. Быстрица и др.), большое количество бытовых и промышленных отходов.

Проблемными остаются населенные пункты, в которых сконцентрированы основные промышленные объекты, транспортные потоки, а также проживает более половины населения области. Это, в первую очередь, г. Киров, Кирово-Чепецк, Слободской, Вятские Поляны.

Преобладающее количество отходов производства размещено на землях Кирово-Чепецкого района (43%) и г. Кирова (34%).

Наиболее остро экологическая проблема наблюдается в Кирово-Чепецком районе, где огромный вред окружающей среде наносят захоронения высокотоксичных отходов Кирово-Чепецкого химического комбината.

ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» действует с 1938 г., и расположен на северо-западной окраине г. Кирово-Чепецк. С 1949 по 1978 гг. на комбинате перерабатывалось урановое сырье, содержавшее примеси плутония-239 и продуктов деления урана (стронций-90, цирконий-95, рутений-103, рутений-106, цезий-137, церий-144).

Складирование отходов производства осуществляется на полигоне хранения и захоронения, включающем в себя трехсекционный шламонакопитель, двухсекционное хвостохранилище, хранилище радиоактивных отходов (РАО) и золоотвалы, а также на полигоне глубинной закачки (ПГЗ) сточных вод. Промплощадки химкомбината приурочены к пойме, I и II надпойменным террасам реки, располагаются на расстоянии 3–4 км от основного жилого массива, в 1,5–2 км от р. Вятка

Все объекты хранения и захоронения отходов попадают в водоохранную зону р. Вятка, на которой ниже по потоку расположен водозабор, обеспечивающий хозяйственно-питьевое водоснабжение областного центра г. Кирова.

С целью оценки состояния геологической среды (подземных вод) на объектах хранения и захоронения промышленных отходов и прилегающей территории проводятся регулярные наблюдения: производственной лабораторией (ЗАО «ЗМУ КЧХК»), лабораторией охраны окружающей среды (ЛООС ООО «Завод Полимеров»), службой эксплуатации полигона подземного захоронения промышленных сточных вод (цех 71 ЗАО «ЗМУ КЧХК»), АУ «ВятНТИЦМП», Федеральным государственным унитарным предприятием «РосРАО».

Объектом наблюдения является средне-верхнечетвертичный современный аллювиальный водоносный горизонт (aQ_{II-IV}), который залегает первым от поверхности и является незащищенным от загрязнения. Водоносный горизонт имеет гидравлическую связь с поверхностными водами, и в период межени разгружается в реку Вятка.

Наблюдения осуществляются по сети наблюдательных скважин, расположенных в районе размещения хранилищ, которая насчитывает более 200 скважин, часть из которых ликвидирована, часть вновь пробурена.

С целью оценки состояния геологической среды в районе объекта хранения и захоронения промышленных отходов, в том числе радиоактивных и высокотоксичных ОАО «Кирово-Чепецкого химического комбината» (КЧХК) АУ «ВятНТИЦМП», проводил наблюдения по 15 скважинам.

Перечень наблюдаемых показателей. Был проведён отбор подземных вод из скважин на качественный химический анализ (КХА) При проведении (КХА) определялись следующие показатели: водородный показатель, сухой остаток, азот аммонийный, нитраты, хлориды, сульфаты, кальций, ТХАН, ДХАН, нитриты, натрий, стронций. И дополнительно 3 пробы воды – на радиологические исследования с определением следующих радиоактивных элементов:

Cs-137, Am-241, Th-234, Sr-90, Pu-239+240, U-238, U-234.

Химические исследования качества подземных вод проводились в Специализированной инспекции аналитического контроля (СИАК) КОГУ «Областной природоохранный центр» (аттестат аккредитации № РОСС RU 0001.511267).

Радиологические обследования выполнялись в лаборатории радиационного контроля отраслевого отдела защиты окружающей среды ОАО ВНИИХТ (аттестат аккредитации № САРК RU. 0001.442060).

Результаты исследований химического состава вод показывают, что на данном участке наблюдается загрязнение грунтовых вод водоносного средне-верхнечетвертичного современного аллювиального горизонта (aQ_{II-IV}), имеющего сложный качественный состав. Основными загрязняющими веществами являются азот аммонийный, нитраты, стронций, хлориды, сульфаты.

Проанализировав результаты опробования скважин за многолетний период, можно сделать вывод о том, что ореол загрязнения в целом расширяется.

Ореол загрязнения грунтовых вод по величине минерализации занимает обширную площадь и продвигается на запад в сторону р. Вятка. Эпицентр загрязнения смещен к северу и северо-западу от источника загрязнения, что обусловлено направлением потока грунтовых вод. В краевых частях ореола наблюдается снижение минерализации, что происходит за счет его расширения, увеличения площади и разбавления незагрязненными грунтовыми водами.

В 2005 г. граница ореола повышенной минерализации грунтовых вод находилась на расстоянии 600 м от реки Вятки при ширине фронта загрязнения 560 м, в 2009 г. граница находилась в 450 м от р. Вятка при ширине фронта 820 м. Значения концентраций загрязняющих веществ в эпицентре повышенной минерализации, по сравнению с 2005 г, практически не изменились. Скорость перемещения фронта загрязнения составляет: в западном направлении – 40 м/год; в северо-западном – 30 м/год; в юго-западном – 20 м/год.

Ореолы загрязнения хлоридами, сульфатами и нитратами продвигаются в западном направлении к р. Вятка и в северном направлении – к оз. Березовое.

Ореол распространения ионов аммония продвигается на запад к р. Вятка. Так, в наблюдательной скважине, ближайшей к р. Вятке, с 2003 г. по настоящее время наблюдается стабильный рост концентрации сульфат - и хлорид-ионов, ионов аммония и, соответственно, общей минерализации воды, достигающей 2,63 г/л, что является превышением ПДК в 2,63 раза. Опробование 2009 г. показало присутствие в воде скважины радионуклидов – Sr 90 – 1,7 Бк/л.

Основными источниками радиоактивного загрязнения подземных и поверхностных вод являются хранилище РАО № 205, 3-я секция шламонакопителя, а также хранилища РАО, расположенные на территории ООО «Завод Полимеров КЧХК».

Снижение техногенного воздействия на геологическую среду (подземные воды) является сложной и многогранной задачей, решение которой помимо денежных затрат, требует четкой координированной работы всех ведомств и служб, задействованных в сфере природопользования и природоохранной деятельности.

В целях снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности на геологическую среду необходимо проведение комплекса мероприятий в отношении основных потенциальных загрязнителей: в промышленности – организация и расширение наблюдательной сети скважин на техногенных объектах,

оказывающих негативное воздействие на геологическую среду; на действующих водозаборах выполнить оценку эксплуатационных запасов подземных вод; ведение регулярных наблюдений на водозаборах подземных вод в соответствии с утвержденными программами мониторинга, включающими учет фактического забора воды, контроль качества воды, наблюдения за динамическим уровнем.

Одной из первоочередных мер по снижению техногенной нагрузки на геологическую среду является сокращение поступления всех видов отходов в окружающую среду. С этой целью необходимо создание и внедрение новых высокоэффективных очистных технологий; внедрение прогрессивных технологических процессов, обеспечивающих рациональное использование ресурсов. Увеличение предприятиями капиталовложений на природоохранные мероприятия и затрат на охрану окружающей среды.

Кроме того, одним из основных направлений по рациональному использованию и охране подземных вод от загрязнения является систематическое слежение за их состоянием, установление процессов, протекающих в гидрогеологических системах под воздействием природных и техногенных факторов.

НЕОБХОДИМОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Е. С. Сунцова¹, Т. Я. Ашихмина^{1,2}, Г. Я. Кантор^{1,2}, А. П. Лемешко¹
¹ Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab@vshu.kirov.ru
² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Предупреждение негативных последствий радиационного воздействия на окружающую среду возможно при условии долгосрочного прогнозирования миграции и перераспределения радиоактивных элементов в компонентах экосистем. Особую значимость эти исследования приобретают в случае необходимости разработки мероприятий по реабилитации территорий, загрязненных в результате прошлой деятельности предприятий оборонной, химической и атомной промышленности. Долгое время их функционирование происходило при отсутствии необходимой информации для организации экологически безопасной работы, а захоронение отходов проводилось без должного обустройства могильников. В Кировской области основным источником радиационной опасности уже более 60 лет является Кирово-Чепецкий химкомбинат (КЧХК).

Радиоэкологический мониторинг экосистем в зоне воздействия промышленного объекта является частью общего мониторинга всех сред, проводимого на этой территории. Основные цели радиоэкологического мониторинга состоят в получении объективной информации о радиационном воздействии на экосистемы техногенно-опасных объектов; оперативном обеспечении органов государственного управления и населения информацией о динамике изменения радиационной обстановки на данной территории.

Можно выделить ряд основных задач: выявление основных путей радиоактивного загрязнения экосистем, установление перечня контролируемых ра-

дионуклидов; регистрация текущего уровня радиоактивного загрязнения территории, наблюдение и выявление тенденций в его изменении; оценка радиационно-экологического состояния экосистем и прогноз возможных негативных последствий радиоактивного загрязнения; изучение закономерностей поведения радиоактивных элементов в экосистеме, определение количественных параметров миграции радионуклидов, обобщение полученной информации в рамках математических моделей; разработка рекомендаций по предупреждению и устранению негативных тенденций, связанных с радиоактивным загрязнением территории, а также решений, направленных на снижение дозовых нагрузок.

При реализации системы мониторинга должны соблюдаться следующие требования: обеспечение правильности выбора места и времени отбора проб; отбор репрезентативных проб; соблюдение режима подготовки проб; обеспечение достоверности результатов измерения.

Главным требованием при отборе проб почв является обеспечение представительности. Пробы должны отражать средний уровень загрязнения территории с определенной почвенной разностью. Рекомендуется составлять одну среднюю пробу не менее чем из десяти точечных проб для каждого контрольного участка. Растительные пробы отбираются один раз в год, причем их отбор проводится сопряженно с отбором проб почв. Для получения достоверных результатов проводится усреднение растительных проб из пяти точечных проб, отобранных по методу «конверта». Подготовка проб к измерениям зависит от предполагаемого метода исследований, чувствительности средств измерения, радионуклидного состава и уровня загрязнения. Пробы растений и почвы высушивают в сушильных шкафах при температуре 105 °С до воздушно-сухого состояния. Пробы растений размалывают на электромельнице. При необходимости увеличения чувствительности применяемых методов измерения применяются методы концентрирования. Анализ проб, загрязненных сложным радионуклидным составом, может быть выполнен с использованием высокоразрешающей полупроводниковой гамма-бета-спектрометрии в соответствии с действующими методиками.

Для оценки поступления радионуклидов из почвы в растения используют различные показатели. В настоящее время наибольший практический интерес представляет анализ поглощения радионуклидов при изучении их миграционной способности в системе «среда-растение». Чтобы количественно выразить аккумулирующую способность растений для определенных радионуклидов, было введено понятие коэффициента накопления – это отношение содержания радионуклида в единице массы растений и почвы соответственно.

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории области осуществляется Управлением Роспотребнадзора по Кировской области и Кировским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В целом, радиационный фон в области в пределах нормативных показателей. Но наблюдается локальный характер радиационного загрязнения территории в районе КЧХК. На данный момент проводится обследование химического и радиационного загрязнения данной территории.

В ходе экспедиционных работ 2010–2011 гг. сотрудниками лаборатории биомониторинга института биологии Коми НЦ УрО РАН было проведено обследование территории в районе Кирово-Чепецкого химического комбината. На закрепленных точках были проведены замеры уровней мощности дозы портативным дозиметром и отобраны для измерения активности радионуклидов 23 пробы почвы и 34 растительные пробы (растения разных систематических групп) в соответствии с методическими рекомендациями по отбору проб и их подготовке к анализу. Измерение удельной активности естественных и техногенных радионуклидов позволило уточнить и сравнить данные по содержанию их в почве, донных отложениях и в отдельных частях растений; оценить миграционную подвижность и биологическую доступность радионуклидов.

В результате проведения длительных наблюдений за миграцией радионуклидов в экосистемах создается база данных по накоплению их в объектах окружающей среды. Полученные количественные параметры могут быть использованы для прогнозирования радиационной обстановки в зоне воздействия промышленного объекта, оценки миграционной способности радионуклидов и их перераспределении в почвах с различным генезисом загрязнения.

Литература

Методические указания МУ 13.5.13-00. Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно-опасных объектов.

Экологический мониторинг: методы биологического и физико-химического мониторинга. Часть 4. / Под ред. проф. Д. Б. Гелашвили. Уч. пособие. 2000.

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ОТ КОМПЛЕКСА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Н. Н. Павлова

*Обнинский институт атомной энергетики –
филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,
nadpavl@yandex.ru*

В последнее время возросло количество источников ионизирующих излучений, воздействующих на объекты биосферы. При облучении природных экосистем последствия радиационного воздействия проявляются одновременно на различных уровнях биологических процессов – от молекулярного и клеточного до популяционного и экосистемного (Денисова, 2006).

Микробиота почвы чутко реагирует на различные изменения почвенных условий, поэтому можно обоснованно утверждать, что микробиологические показатели в наибольшей степени подходят для ранней диагностики техногенного загрязнения педосферы. Чувствительность и высокая индикаторная способность микроорганизмов позволяют использовать показатели их функционирования в качестве информативных параметров мониторинга антропогенных изменений в биосфере (Денисова, 2005).

Почвенные ферменты играют ведущую роль в биохимических процессах, идущих в почве и имеют большое значение среди показателей биологической активности почвы (Казеев и др, 2003).

Ферментативная активность (ФА) – элементарная почвенная характеристика. ФА складывается в результате совокупности процессов поступления, иммобилизации и действия ферментов в почве. Общий ферментный пул, включающий 10 категорий ферментов, состоит из сложного комплекса источников по локализации, составу и состоянию ферментов (Денисова, 2007).

В почвенной биодинамике наибольшее значение имеют оксидоредуктазы и гидролазы. Из оксидоредуктаз в почве наиболее распространены каталазы, дегидрогеназы, фенолоксидазы, пероксидазы. Они участвуют в окислительно-восстановительных процессах синтеза гумусовых компонентов. В частности, каталаза катализирует реакцию разложения перекиси водорода, образующуюся в процессе дыхания живых организмов и в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ, и, таким образом, разрушает ядовитую для организмов перекись водорода. Дегидрогеназы катализируют окислительно-восстановительные реакции путем дегидрирования органических веществ. В почве субстратом дегидрирования могут быть неспецифические органические соединения (углеводы, аминокислоты, спирты, жиры, фенолы и т.д.) и специфические (гумусовые вещества) (Хазиев, 2005).

Из гидролаз наиболее широко распространены инвертаза, уреаза, протеаза, фосфатаза. Эти ферменты участвуют в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений и тем самым играют важную роль в обогащении почвы подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами. Инвертаза широко распространена в природе и встречается почти во всех типах почв. Активность инвертазы четко коррелирует с содержанием гумуса и почвенным плодородием.

Некоторыми авторами показано, что целесообразно изучать активность каталазы, как фермента, характеризующего способность экосистемы трансформировать образующиеся в процессе метаболизма живых организмов перекисные соединения. В качестве показателя, косвенно характеризующего круговорот углерода, можно использовать активность почвенной инвертазы (Денисова, 2006).

В настоящее время изучение влияния ионизирующих излучений на ферментативную активность является актуальной областью исследований.

Анализируя влияние облучения на ферменты, прежде всего, отмечают изменение их каталитической активности, субстратной специфичности, чувствительности к соответствующим активаторам и ингибиторам. Определенные типы структурных повреждений, например, разрушение некоторых аминокислотных остатков в белковой молекуле, влекут за собой изменения функциональных свойств ферментов. Облученный фермент может утрачивать одни функциональные свойства при сохранении других, то есть наблюдается неодинаковая радиочувствительность различных биологических свойств фермента (Денисова, 2005).

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

Для реализации указанной цели были поставлены следующие задачи: определение ферментативной активности почв в исследуемых образцах по четырем показателям: каталазной, инвертазной, уреазной и дегидрогеназной активностям; определение актуальной и потенциальной кислотности почв исследуемых территорий; определение механического состава анализируемых почвенных образцов; определение удельной активности ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs в исследуемых почвах; выявление зависимости изменений показателей ферментативной активности почв от кислотности, механического состава и активности радионуклидов с помощью корреляционного и регрессионного анализов.

В ходе исследований было выявлено, что почвы в районе старого хранилища радиоактивных отходов г. Обнинска можно считать близкими к нейтральным (среднее значение актуальной кислотности $6,80 \pm 0,15$, потенциальной – $5,60 \pm 0,12$) по результатам определения кислотности потенциметрическим методом. Результаты определения биологической активности почв показали, что по степени обогащенности такими ферментами как каталаза, уреазы и инвертазы почвы зоны наблюдения являются бедными. По степени обогащенности дегидрогеназой исследуемые почвы можно отнести к средним.

Оценка всего массива полученных данных с помощью регрессионного анализа показала, что каталазная и уреазная активности почв чувствительны к действию ^{137}Cs , и эти показатели можно использовать при проведении биологического мониторинга территорий, загрязненных данным радионуклидом. На изменения дегидрогеназной, уреазной и каталазной активностей негативное влияние оказывает кислотность почв.

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Литература

Денисова Т. В. Восстановление ферментативной активности чернозема после воздействия γ -излучения // Радиационная биология. Радиоэкология, 2006. № 1. С. 89–93.

Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований Ростов н/Д: Изд-во Рост. Ун-та, 2003. 204 с.

Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Влияние гамма-излучения на биологические свойства почвы (на примере чернозема обыкновенного) // Почвоведение, 2005. № 7. С. 877–881.

Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного после воздействия гамма-излучения // Почвоведение. Биология почв, 2007. № 9. С. 1095–1103.

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

ИОННЫЙ СОСТАВ ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

А. Н. Прошина¹, Е. С. Журавлева¹, С. Г. Скугорева², Т. А. Адамович¹

¹Вятский государственный гуманитарный университет,

*²Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) является одним из техногенно опасных объектов Кировской области. В результате производственной деятельности комбината происходит загрязнение компонентов природной среды. Начиная с 2008 г., сотрудниками лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН осуществляется комплексный мониторинг территории в зоне действия комбината. Большое внимание уделяется состоянию поверхностных водных объектов природного и техногенного происхождения, которые первыми принимают воздействие комбината в виде сбросов сточных вод.

Целью работы было дать характеристику ионного состава водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината, выявить основные загрязнители.

Отбор проб воды проводился сотрудниками лаборатории биомониторинга в 2009–2011 гг. из водных объектов, расположенных в непосредственной близости от комбината (рис. 1). Определяли ионный состав в воде из р. Елховка на всем ее протяжении (т. 1025, 919, 910, 904, 906, 907, 908), выхода грунтовых вод у Завода полимеров (т. 930), дренажной канавы хранилища РАО № 205 (т. 927), дренажной канавы бывшего выпуска стоков у 3 секции шламонакопителя (т. 1005), 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 р. Просница (т. 1002). Содержание неорганических ионов (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , F^- , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) в воде определяли методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер» («Аквилон», Москва) (Сборник методик ..., 2006). 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 течение последних трех лет высокие концентрации ионов стронция аммония, нитрат-ионов определены в оз. Березовое и Бобровых озерах (т. 901, 905), в отводной канаве, впадающей в старицу р. Вятка (т. 932) (рис. 1).

В поверхностном слое воды (на глубине 0,3 м) из оз. Бобровое в 2010 г. и 2011 г. содержание Sr^{2+} было в 6 и в 3,5 раза выше ПДК (7 мг/л) соответственно (ГН 2.1.5.1315-03). Высокий уровень загрязнения стронцием отмечается в отводной канаве, впадающей в старицу р. Вятка (т. 932). В 2011 г. концентрация Sr^{2+} в данной точке составила 87 мг/л, что выше ПДК в 12,4 раза.

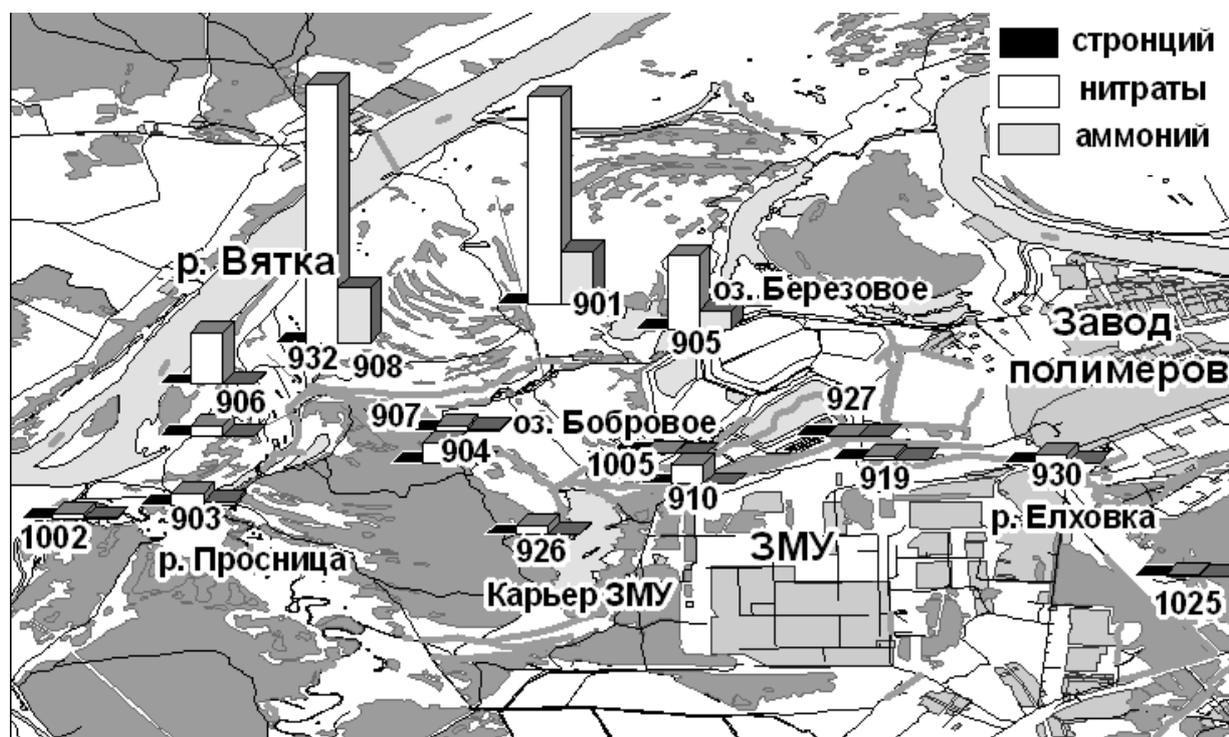


Рис. 1. Содержание ионов в пробах воды (на глубине 0,3 м) из поверхностных водных объектов вблизи КЧХК

В большей степени исследуемые водные объекты подвержены азотному загрязнению. Наибольшее содержание нитрат-ионов и ионов аммония характерно для воды из оз. Березовое и Бобровых озер. Превышение фонового значения для ионов аммония в поверхностном слое воды оз. Бобровое составило – 3500 раз, для нитрат-ионов – 390. В воде оз. Березовое (т. 905) концентрация NH_4^+ варьировала от 100 до 450 мг/л, что в 70–300 раз выше ПДК. Содержание NO_3^- составляло 400–1300 мг/л, что превышает ПДК в 10–30 раз (45 мг/л).

В период наблюдений 2009–2011 гг. выявлена закономерность увеличения концентрации исследуемых ионов с увеличением глубины водоема. В июне–июле 2009 г. в оз. Бобровое на глубине 5 м установлено максимальное содержание ионов аммония – 14,6 г/л, нитрат-ионов – 7,5 г/л, ионов стронция – 1,2 г/л.

Как было установлено ранее (Дружинин и др., 2006; Экологическая экспертиза ..., 1993), высокое содержание нитрата аммония и стронция в оз. Бобровое и Березовое связано с тем, что данные водные объекты расположены вблизи 6 секции шламонакопителя. Стенки данной секции являются частично проницаемой, поэтому жидкая фракция, содержащая загрязняющие вещества, проникает через полупроницаемую стенку в грунтовые воды. Из грунтовых вод нитрат аммония поступает в подземные и поверхностные воды.

С 2009 по 2011 гг. наблюдается уменьшение содержания ионов в поверхностных водных объектах. Так, в воде оз. Бобровое концентрация NH_4^+ в эти годы понизилась в 1,8 раза, с 2010 по 2011 г. – в 1,2 раза (рис. 2). Максимальное содержание NO_3^- было зафиксировано в 2010 г., минимальное – в 2011.

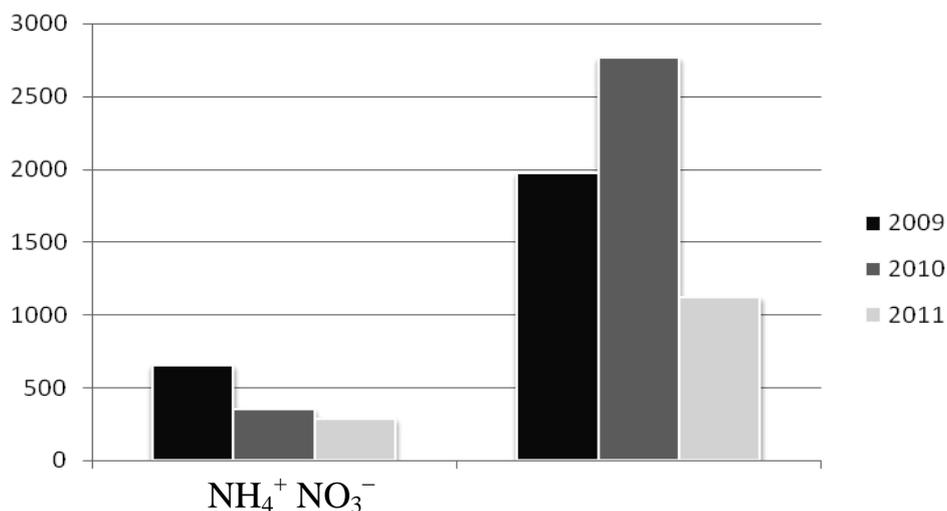


Рис. 2. Содержание ионов NH_4^+ , NO_3^- в поверхностном слое воды оз. Бобровое, в мг/л

Возможно, это связано с природными факторами. Так, 2010 г. был засушливым, что могло привести к концентрированию загрязняющих веществ в воде. Снижение азотного загрязнения водных объектов может быть связано и с мероприятиями, осуществляемыми руководством КЧХК по снижению содержания загрязнителей в водных объектах (засыпание 6 секции хвостохранилища мела, выкачивание воды из глубинных слоев оз. Бобровое).

Загрязнение стоков комбината может приводить к ухудшению качества воды в р. Вятка. Из оз. Просного сточные воды через искусственную протоку попадают в измерительный лоток (т. 903), который установлен комбинатом для расчета содержания загрязняющих веществ в воде. В 2009 г. концентрация NH_4^+ в воде составила 3 мг/л, NO_3^- – 113 мг/л, что выше ПДК в 2–2,5 раза соответственно. В 2010 г. содержание нитрата аммония не превышало ПДК. В 2011 г. также отмечено превышение ПДК для NH_4^+ и NO_3^- составило 1,5–2 раза.

Через измерительный лоток сточные воды стекают в р. Просница (т. 1002) и попадают в р. Вятка, которая является источником питьевого водоснабжения г. Кирова. По данным 2009–2011 гг. содержание всех анализируемых ионов в р. Просница не превышало ПДК. Таким образом, вода из р. Просница не является загрязненной. Однако требуется проведение мониторинга качества воды, так как сверхнормативное загрязнение стоков комбината может приводить к ухудшению качества воды на хозяйственно-питьевом водозаборе г. Кирова, особенно в период паводка, когда происходит промывка пойменных озер и загрязнение р. Вятка.

В период паводка 2011 г. (май) и в июле определяли концентрацию ионов стронция, аммония и нитрат-ионов в 5 водных объектах (табл.). Установлено, что в мае содержание данных ионов в т. 932 было в 3–4,7 раза ниже, чем в июле. В других водных объектах концентрации ионов в период паводка были значительно выше, чем после него. Так, в т. 906 содержание ионов в мае превышает содержание ионов в июле: NH_4^+ – в 22 раза, Sr^{2+} и NO_3^- – в 3 раза. Это связано с тем, что в период паводка загрязняющие вещества вымываются из

водных объектов, содержащих в больших количествах нитрат аммония, стронций (т. 932, оз. Березовое, Бобровое) и попадают в водоемы, расположенные ниже по течению р. Елховка (906, 907, 908, 903).

Таблица

Динамика содержания ионов NH_4^+ , Sr^{2+} , NO_3^- в водных объектах в 2011 г., в мг/л

№ точек	Ионы			
		NH_4^+	Sr^{2+}	NO_3^-
932	1	208	18,6	1010
	2	730	87	3100
903	1	26,7	2,1	144
	2	17	1,7	65
907	1	<0,1	1,6	112
	2	<0,1	<1	42
906	1	56	8,7	830
	2	2,6	2,9	280
908	1	5,8	0,64	57
	2	<0,1	<1	44

Примечание: 1 – пробы отобраны в мае, 2 – пробы отобраны в июле; погрешность измерения по методике составляет 10–15%.

Особый интерес представила проба из места выхода грунтовых вод у Завода полимеров (т. 930). В ней отмечается повышенное содержание ионов натрия и хлорид-ионов. Так, в 2009–2011 гг. концентрация Na^+ была выше ПДК в 60–170 раз. Наибольшее содержание Cl^- было выявлено в 2011 г. и составило 24 г/л, что больше фонового значения (11 мг/л) в 2200 раз. Это может быть обусловлено загрязнением грунтовых вод хлоридом натрия, который используется на Заводе полимеров для получения каустической соды методом электролиза.

Таким образом, согласно данным 2009–2011 гг., можно выделить несколько водных объектов, содержащих высокие концентрации нитрата аммония и ионов стронция: оз. Березовое, Бобровые озера, отводная канава в старицу р. Вятка. В 2011 г. наблюдается уменьшение концентрации загрязняющих веществ по сравнению с 2009–2010 гг. Содержание анализируемых ионов в р. Просница не превышает ПДК, поэтому при впадении в р. Вятка вода остается достаточно чистой. Однако в период паводка может происходить промывка пойменных озер и загрязнение р. Вятка.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-7588.2010.5.

Литература

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

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.

Сборник методик выполнения измерений М.: НПКФ Аквилон, 2006. С. 20–36.

Экологическая экспертиза влияния отходов производства химкомбината и золоотвалов ТЭЦ-3 г. Кирово-Чепецка на геологическую среду / Союз общественных экологических фондов России, фирма «Геотехнология»; исполн. А. В. Албегова [и др.]. М., 1993. 80 с.

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА г. КИРОВО-ЧЕПЕЦКА

Е. А. Ожиганова^{1,2}, С. Г. Скугорева³

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Кировское областное государственное учреждение «Кировский областной центр охраны окружающей среды и природопользования»,*

³ *Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Снеговой покров обладает рядом свойств, благодаря которым он является хорошим индикатором загрязнения не только атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв (Антоненков, 2003). Преимущества мониторинга снегового покрова заключаются в том, что он как естественный планшет-накопитель даёт достаточно объективную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон (Безуглая, 1975).

Целью работы было дать оценку состояния снегового покрова на улицах г. Кирово-Чепецка Кировской области, на наиболее оживленных участках в зоне влияния транспортных автомагистралей. Наблюдения за состоянием снегового покрова проводились с 2003 по 2010 гг. в конце марта каждого года, когда снег начинает таять, снеговой покров уплотняется, а содержащиеся в нём загрязнители концентрируются. В г. Кирово-Чепецке сеть наблюдений включает 5 участков, один из фоновый (рис. 1).

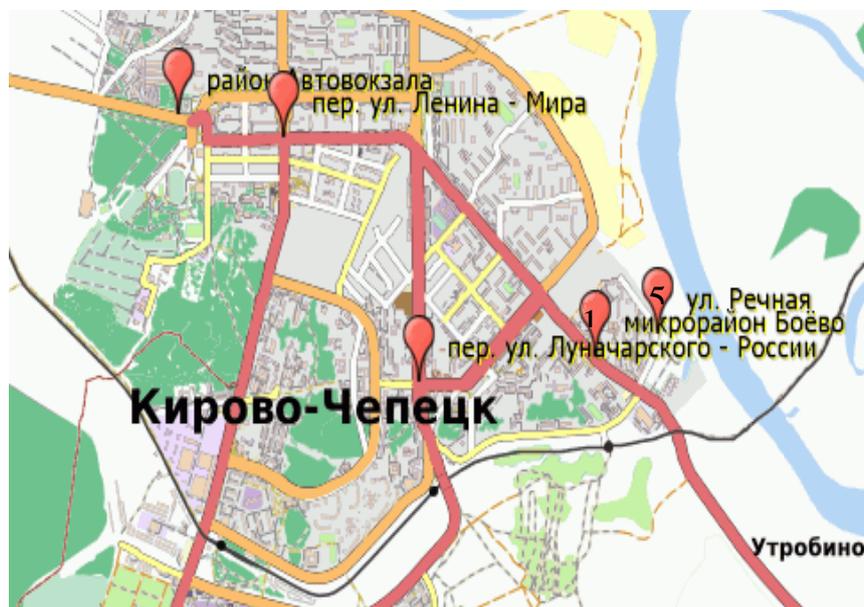


Рис. 1. Карта-схема расположения участков отбора проб снега

В качестве постоянных мест наблюдения на территории города выбраны следующие участки: микрорайон Боево (участок № 1), район автовокзала (участок № 2), перекрёсток улиц Ленина – Мира (участок № 3), перекрёсток улиц Луначарского – России (участок № 4).

Фоновая точка была выбрана там, где антропогенная нагрузка минимальна – ул. Речная (участок № 5) на выезде из города.

Снеговую воду исследовали на различные показатели (содержание сульфатов, хлоридов, нитратов, взвешенных веществ, нефтепродуктов, свинца, железа общего, кадмия, ХПК, БПК, водородный показатель) с применением следующих методов количественного химического анализа (Руководство ..., 1991): высокоэффективная жидкостная хроматография – сульфаты, хлориды, нитраты; гравиметрия, титрование – ХПК и взвешенные вещества; атомно-абсорбционная спектрометрия – свинец, железо общее, кадмий; ИК-спектрометрия – нефтепродукты и эфириоизвлекаемые вещества; потенциометрический метод – водородный показатель, БПК.

Установлено, что в среднем водородный показатель снегового покрова в центральных районах города составляет 7,6. А максимальные и минимальные значения рН, равные 9,79 и 5,17, были отмечены в микрорайоне Боево и в районе автовокзала (рис. 2) в 2006 г. и 2007 г. соответственно.

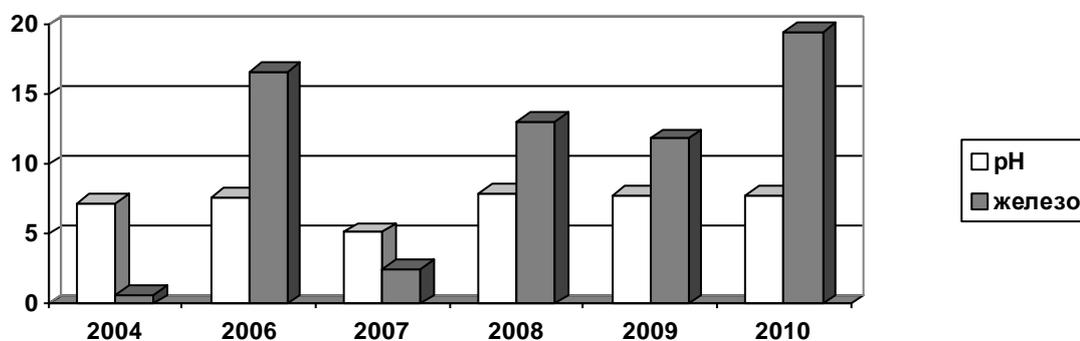


Рис. 2. Водородный показатель и содержание железа общего (мг/дм³) в снеговой воде, район автовокзала

Концентрация нефтепродуктов во все годы исследования максимального значения достигала в районе автовокзала (61,6 мг/дм³ 2010 г.). Кроме того, в период с 2007 по 2009 гг. прослеживается увеличение концентрации нефтепродуктов на других участках (рис. 3).

Содержание железа превышает фоновое значение (0,12–1,21 мг/дм³), превышение составляет в некоторых точках стократную величину (рис. 2). Концентрации кадмия за последние десять лет были ниже предела обнаружения (<0,001). Ионы свинца в 2004–2009 гг. не были обнаружены ни в одной из проб. В 2010 г. (район автовокзала) концентрация свинца в снеговой воде составляла 0,028 мг/дм³.

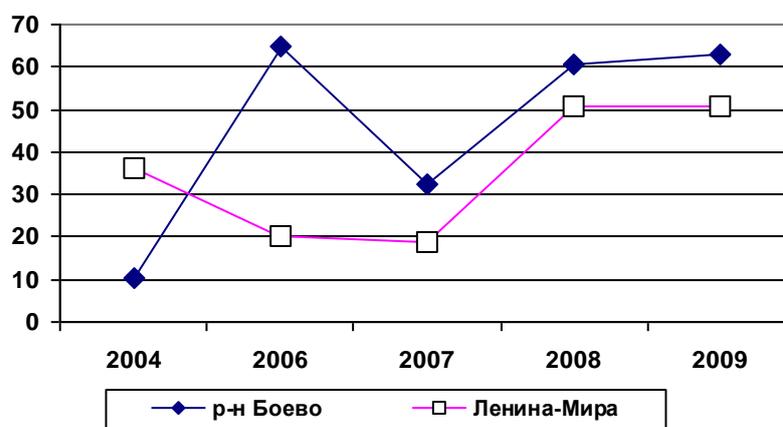


Рис. 3. Концентрации нефтепродуктов в снеговой воде (мг/дм³), район Боево, Ленина-Мира

Высокое и с каждым годом увеличивающееся содержание хлоридов, взвешенных веществ и ХПК в снеговом покрове отмечается на участках вблизи автомагистралей, особенно в районе автовокзала (табл.). По результатам исследований на данном участке отмечены наиболее высокие уровни загрязнения по взвешенным веществам в 2006 г., по хлоридам в 2006 и 2010 гг., по ХПК в 2004 и 2006 гг. Это может быть связано с привнесением на дороги посыпочного материала, основным составляющим компонентом которого является галит (до 96%) с небольшим содержанием хлорида калия.

Таблица

Содержание взвешенных веществ, хлоридов и значения ХПК в снеговой воде, в районе автовокзала

Год	Фоновые концентрации			Уровни загрязнения		
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	ХПК, мг О ₂ /дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Взвешенные вещества	ХПК	Хлориды
2004	28,4	11,6	18,6	8,75	46,7	16,9
2006	10,0	19,7	1,0	144	40,3	145
2007	58,0	9,9	7,0	6,7	4,2	19,4
2008	73,4	24,8	311	24,0	10,5	3,6
2009	80,6	24,8	150	24,5	10,4	5,14
2010	80,8	32,1	1,5	87,0	15,4	609

Примечание: уровень загрязнения – отношение концентрации на контрольном участке к фоновой концентрации.

Содержание сульфатов и нитратов во все годы исследования достигали невысоких значений: минимальные концентрации сульфатов (2,8 мг/дм³) и нитратов (2,6 мг/дм³) обнаруживали в 2010 г. в районе ул. Лесной. Максимальное значение содержания данных анионов были отмечены в 2010 г. в районе автовокзала: для сульфатов оно составило 81,6 мг/дм³, для нитратов – 9,4 мг/дм³.

Как показывают наблюдения, уровни загрязнения снегового покрова зависят не только от техногенных факторов, но и в то же время могут быть связаны с природными климатическими особенностями года (сезона). Например, в

марте 2005 г., в результате обильного снегопада количество снега значительно возросло, таяния не наблюдалось, и концентрация загрязняющих веществ в марте была ниже по сравнению с концентрацией загрязняющих веществ в снеговом покрове в январе (О состоянии ..., 2005).

Таким образом, анализ годовой динамики содержания поллютантов в снеговом покрове г. Кирово-Чепецка позволяет констатировать, что общий уровень загрязнения в период с 2004 по 2010 гг. увеличивается. Наибольшую антропогенную нагрузку испытывает снеговой покров в районе автовокзала.

Литература

Антоненков А. Г. Мониторинг снежного покрова: Методические указания. СПб.: СПб ГТИ (ТУ), 2003. 16 с.

Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 448 с.

О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2005 году // Региональный доклад / Под ред. В. П. Пересторонина. 2005. 150 с.

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

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕГОВОМ ПОКРОВЕ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

А. Н. Кулябин¹, С. Г. Скугорева², А. И. Фокина¹

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

*² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Снеговой покров за счёт своей высокой сорбционной способности аккумулирует и сохраняет в своем составе практически все загрязняющие атмосферу компоненты. Он является надёжным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды.

Кирово-Чепецкий химический завод (КЧХК) занимает первое место по загрязнению окружающей среды в Кировской области. Источниками поступления тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду в районе КЧХК являются Ремонтный механический завод и машиностроительный завод ВЭЛКОНТ, которые расположены вблизи комбината. Цинк используется на Заводе полимеров КЧХК в процессе получения фреона Ф-13 (C₂F₃Cl₃). Ещё одним крупным источником ТМ является ТЭЦ-3. Накопление ТМ в компонентах природной среды может быть обусловлено развитой инфраструктурой данной территории и большим потоком железнодорожного и автомобильного транспорта промышленного значения.

Целью работы было дать оценку содержания тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu) в снеговом покрове на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината; сравнить данные, полученные атомно-абсорбционным методом и методом ИЭА.

Пробы снега отбирали в марте 2011 г. на площадках с ненарушенным снеговым покровом в зоне влияния КЧХК (рис. 1.). С каждого участка на всю высоту снегового покрова отбирали одну смешанную пробу, состоящую из 3–4 точечных проб. Фоновый участок находился в поле рядом с лесным массивом с. Тохтино Орловского района Кировской области. После таяния образцы снеговой воды выпаривали до сухого остатка на водяной бане, затем сухой остаток переводили в раствор и анализировали на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) и инверсионного электрохимического анализа (ИЭА) (Сборник ..., 2004; Сборник ..., 2007).

Инверсионный электрохимический анализ основан на электрохимическом накоплении определяемых металлов на поверхности рабочего электрода в виде амальгамы при заданном потенциале поляризации (Выдра и др., 1980). *Атомно-абсорбционный метод* основан на поглощении ультрафиолетового или видимого излучения атомами газов. В качестве источника излучения применяют лампу с полым катодом из определяемого металла (Крысанова, 2005). Данные методы широко используют для определения содержания тяжелых металлов в объектах природной среды: в снеговом покрове; в питьевых сточных, поверхностных водах; в донных отложениях; почвах и растениях (Сборник ..., 2004; Сборник ..., 2007).

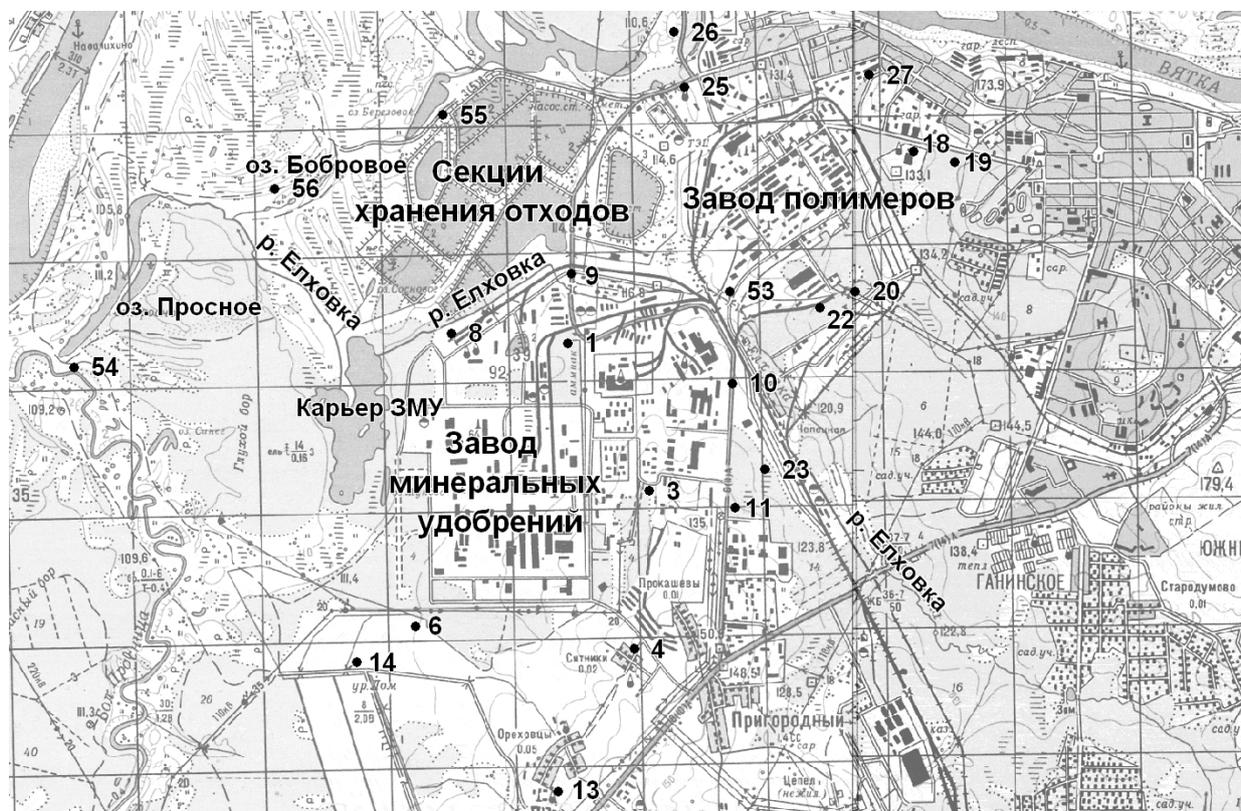


Рис. 1. Карта-схема расположения участков отбора проб снегового покрова вблизи КЧХК

В ходе химического анализа было установлено, что в снеговой воде значения концентрации ионов меди, полученные методом ААС, варьируют от 5 до 50 мкг/л, полученные ИЭА – от 0,5 до 44 мкг/л (табл. 1). Максимальная концентрация меди, в 7–12 раз превышающая значения фона, определена в снеге на

участке 27, который находится в 300 метрах на северо-восток от ТЭЦ-3 (в районе ул. 30 лет Октября). Значения содержания ионов свинца в снеговой воде изменялись от 1,5 до 30 мкг/л для ААС и от 0,9 до 30 мкг/л для ИЭА. Наибольшее превышение относительно фоновое значения концентрации свинца (в 6–16 раз) выявлено в снеге на участке 20, расположенного рядом в зоне влияния Завода полимеров.

Концентрацию ионов Zn^{2+} определяли только ИЭА. Содержание цинка в снеговой воде составляло от 0,6 до 30 мкг/л. Максимальная концентрация ионов цинка, в 15 раз больше фона, установлена в снеговом покрове на участке 3, вблизи мебельной фабрики ООО «Лотус».

Как видно из табл. 1, существуют различия в значениях по содержанию ионов меди и свинца, полученные методом ААС и ИЭА. Для меди максимальное расхождение (на порядок) установлено для снега на участках 1, 6, 11, 13, 18, 19, 54, 55, для свинца в точках – 1, 4, 6, 8, 14, 26, 27, 53. Различие данных, полученных методами ИЭА и ААС, возможно, обусловлено особенностями данных методов (табл. 2), у методов совершенно разный механизм определения, что и может определять разницу в результатах. Для выявления точных причин влияющих на различие результатов анализа, между ИЭА и ААС методами, требуется провести ряд исследований, которые будут произведены в ходе последующей работы.

Таблица 1

**Содержание ионов меди, свинца и цинка в снеговом покрове
в зоне влияния КЧХК, мкг/л**

№ участка	Cu^{2+}		Pb^{2+}	
	ААС	ИЭА	ААС	ИЭА
1	9,0±1,8	н/о	15,0±4,1	3,2±1,3
3	8,0±1,6	2,5±0,8	н/о	6,1±2,4
4	8,0±1,6	2,5±0,9	10,0±2,7	1,8±0,7
6	7,0±1,4	н/о	н/о	1,8±0,7
8	10,0±1,6	9,2±3	10,0±2,7	н/о
9	5,0±1,0	н/о	н/о	6,1±2,4
10	9,0±1,8	7,8±2,8	5,5±1,5	8,8±3,5
11	10,0±1,6	2,5±0,9	н/о	2,3±0,9
13	8,0±1,6	0,5±0,14	н/о	0,6±0,2
14	6,0±1,2	9,2±2,7	н/о	2,6±1,1
18	10,0±1,6	н/о	н/о	2,5±1,0
19	5,5±1,1	н/о	н/о	4,8±1,9
20	7,0±1,4	2,8±0,8	30,0±6,9	30,0±9,0
22	8±1,6	8,9±2,7	8,0±2,2	3,1±1,2
23	10±1,6	7,8±2,3	10,0±2,7	10,2±2,5
25	9,0±1,8	8,8±2,6	7,0±1,9	3,9±1,6
26	9,0±1,8	7,8±2,7	9,0±2,4	1,4±0,6
27	50±13	43,4±10,8	н/о	0,9±0,4

Продолжение таблицы 1

№ участка	Cu ²⁺		Pb ²⁺	
	ААС	ИЭА	ААС	ИЭА
53	9,0±1,8	4,7±1,4	н/о	9,3±3,7
54	7,0±1,4	н/о	5,0±1,3	2,2±0,9
55	9,0±1,8	н/о	н/о	1,7±0,7
56	10,0±1,6	9,8±2,9	6,0±1,6	5,5±2,2
Фон	4,0±0,8	6,1±1,8	5,0±1,3	1,8±0,7

Примечание: ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия, ИЭА – инверсионный электрохимический анализ, н/о – не обнаружено с помощью данного метода. Погрешность измерения составила 22–43%.

Таблица 2

Некоторые параметры методов

Параметры	Cu ²⁺		Pb ²⁺		Zn ²⁺
	ААС	ИЭА	ААС	ИЭА	ИЭА
Диапазон измеряемых концентраций, мкг/дм ³	1–5000	1–500	5–25000	0,5–500	1–500
Показатель точности %	11–20%	20–30%	17–27%	30–40%	20–50%
Чувствительность, мкг/дм ³	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5

Примечание: ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия, ИЭА – инверсионный электрохимический анализ.

Таким образом, на большинстве исследованных участков в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината в снеговом покрове содержание тяжелых металлов (цинк, свинец, медь) несколько превышает значения фона. Атомно-абсорбционный метод – экспрессный, работает в больших пределах концентраций. Для низких концентраций ионов свинца, менее 5 мкг/дм³, можно использовать ИЭА, так как для ААС метода диапазон измеряемых концентраций ионов свинца начинается с 5 мкг/дм³. Для увеличения точности результатов полученных атомно-абсорбционным методом, можно применять различные приемы, такие как концентрирование пробы, метод добавки и др. с возможностью их совместного использования.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-7588.2010.5.

Литература

- Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. М.: Мир, 1980. 278 с.
- Крысанова Т. А. Атомно-Абсорбционная спектрометрия. Воронеж: МО РФ ВГУ, 2005. 31 с.
- Сборник методик выполнения измерений для ААС. М.: Союзцветметавтоматика. 2007. 65 с.
- Сборник методик выполнения измерений для ИЭА. М.: Эконикс-Эксперт, 2004. 61 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВБЛИЗИ КИРОВО-ЧЕПЕЦКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА

Т. А. Адамович¹, Г. Я. Кантор², Т. Я. Ашихмина²

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

*² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Вегетационный индекс (ВИ) – показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) данных дистанционного зондирования и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка.

Существует множество вариантов вегетационных индексов. Они подбираются экспериментально, исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв. Индексы можно использовать при работе с любыми мультиспектральными аэрокосмическими снимками высокого, среднего или низкого разрешения, у которых есть спектральные каналы в красной (0,60–0,75 мкм) и ближней инфракрасной (0,75–1,3 мкм) зонах. Основное назначение вегетационных индексов – картирование растительного покрова, выявление площадей покрытых и непокрытых растительностью, оценка и мониторинг состояния растительного покрова, оценка продуктивности и урожайности.

Наряду с распространенными вегетационными индексами, такими как нормализованный разностный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), и индекс влагосодержания NDWI (Normalized Difference Water Index), для оценки состояния растительности используют относительный вегетационный индекс RVI (Ratio Vegetation Index). Значения индекса RVI изменяются от 0 до бесконечности. Для зеленой растительности значения индекса > 1 и растут с увеличением зеленой фитомассы, сомкнутости растительности. Для растительности обычно индекс принимает значения от 2 до 8. Чем больше значение индекса, тем растительность считается более здоровой.

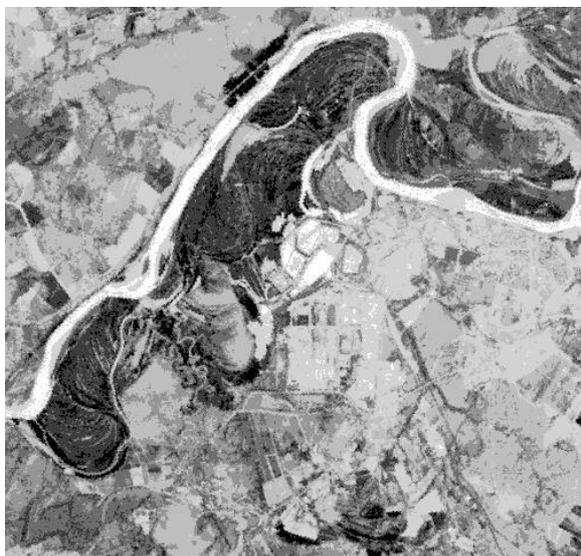
Расчет относительного вегетационного индекса проводят по формуле:

$$RVI = \frac{R_{NIR}}{R_{RED}}$$

где R_R и R_{NIR} – коэффициенты отражения электромагнитного излучения в видимом красном (длины волн 0,63–0,69 мкм) и ближнем инфракрасном (0,78–0,90 мкм) диапазонах соответственно (границы диапазонов приведены для сенсора ETM+ спутника Landsat-7).

На полученных картах RVI белый цвет соответствует водным объектам, светло-серый – технической зоне и искусственным материалам. На снимках, сделанных в августе 1992 и 2005 гг., значение относительного вегетационного индекса находится в оптимальном для растительности интервале от 2 до 8. Причем сосновые леса характеризуются более низким значением индекса (2–3),

по сравнению с луговой и пойменной растительностью (4–8). В 2000 г. низкие значения относительного вегетационного индекса (2–3) могут быть связаны с подтоплением территории исследования паводковыми водами и слабой вегетацией растительности в этот период. На снимке, полученном в июле 2002 г, значение RVI пойменной и луговой растительности составляет от 2 до 6, что говорит об её угнетенном состоянии. Это может быть связано с высоким паводком 2002 г. и, как следствие, задержкой в развитии растительного покрова на подтопляемых территориях.



Август 1992 г.



Май 2000 г.



Июль 2002 г.



Август 2005 г.



1

8

Шкала значений RVI

Рис. Карты RVI для 4 снимков Landsat-7

Главным преимуществом вегетационных индексов является легкость их получения и широкий диапазон решаемых с их помощью задач. Так, RVI часто используется как один из инструментов при проведении анализа, результатом которого могут являться карты продуктивности лесов и сельскохозяйственных земель, карты ландшафтов и природных зон, почвенные, фенологические и другие эколого-климатические карты. Также на основе вегетационных индексов возможно получение численных данных для использования в расчетах оценки и прогнозирования урожайности и продуктивности, биологического разнообразия, степени нарушенности и ущерба от различных стихийных бедствий, техногенных аварий и т. д.

НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ БАЗИДИОМАМИ ЧЕШУЙЧАТОГО ТРУТОВИКА В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

А. А. Широких, Л. В. Пушкарёва

Вятский государственный гуманитарный университет, irgenal@mail.ru

Оценка загрязнения городской среды различными токсикантами является одной из важнейших задач мониторинга окружающей среды. Среди большого многообразия токсикантов, обнаруживаемых в городской среде, особое место занимают тяжёлые металлы (ТМ). Соединения этих элементов обладают высокой подвижностью, биаккумуляционной способностью и, в отличие от загрязнителей органической природы, включившись в биогеохимические циклы способны сохранять свою биологическую активность практически бесконечно. Некоторые живые организмы способны к накоплению химических элементов, в том числе и ТМ, в значительных количествах и могут рассматриваться в качестве организмов-биоиндикаторов. В условиях городской среды такими организмами могут быть высшие базидиальные грибы. Способность накапливать различные химические элементы в концентрациях значительно более высоких, чем в окружающей среде, является важнейшей особенностью базидиальных макромицетов (Щеглов, Цветнова, 2002). Грибы как объекты мониторинга хорошо зарекомендовали себя в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды радионуклидами (Щеглов, Цветнова, 2002; Ingraо et al., 1992; Baeza, 2006). Особенностью базидиальных грибов, как отмечает ряд исследователей (Поддубный, Христофорова, 1999; Чураков, 2004; Vargaп, 1998), является их способность аккумулировать тяжёлые металлы именно из субстрата, тогда как другие биоиндикаторные организмы концентрируют ТМ из воздуха (мхи, лишайники) или одновременно из нескольких сред (сосудистые растения).

Целью наших исследований являлось изучение особенностей накопления тяжёлых металлов базидиомами чешуйчатого трутовика (*Polyporus squamosus*) в биотопах г. Кирова.

Г. Киров расположен в долине реки Вятки, в среднем её течении, на северо-востоке Европейской части России. Киров – это развитый индустриальный центр, ведущими отраслями которого являются электроэнергетика, машино-

строение и металлообработка. Наряду с автотранспортом они оказывают существенное влияние на загрязнение территории города ТМ.

Чешуйчатый трутовик (*P. squamosus*) является однолетним трутовым грибом, широко распространённым на деревьях аллей и парков г. Кирова. Чешуйчатый трутовик имеет следующие биологические особенности: шляпка сначала почковидная, позднее распростёртая, толстая, мясистая диаметром 10–20 (40) см. Цвет поверхности шляпки светло-охристый, серовато-желтоватый с крупными прижатыми тёмно-коричневыми или бурыми чешуйками, расположенными концентрическими кругами. Несколько шляпок растут веерообразно, черепитчато. Ножка толстая, длиной 4–6 см, боковая, эксцентрическая, плотная, сверху – светлая, сетчатая, к основанию чёрно-бурая. Мякоть базидиом плотная, мясистая, упругая, с мучнистым приятным запахом, позднее – твёрдая, жёсткая.

Этот трутовик на старых пнях и стволах живых деревьев образует крупные однолетние базидиомы в течение всего лета (с мая по сентябрь). Формирование таких крупных базидиом свидетельствует о высокой гидролитической активности *P. squamosus* и способствует эффективному переносу тяжёлых металлов из субстрата в плодовые тела гриба. Всё это делает трутовик чешуйчатый потенциальным биоиндикатором загрязнения городской среды тяжёлыми металлами.

Целью наших исследований являлось изучение особенной аккумуляции тяжёлых металлов трутовым грибом *P. squamosus* в системе почва – дерево – гриб в биоценозах г. Кирова.

Образцы плодовых тел трутовика и древесины, а также почвы, на которой росло дерево, были отобраны в разных районах г. Кирова. В собранных биосубстратах определяли валовое содержание меди (Cu), свинца (Pb) и цинка (Zn) методом масс-спектрометрии на приборе Shimadzu-AA-6800 (Япония). В почвенных образцах определяли содержание подвижных форм Cu, Pb и Zn (Отмахов и др., 2004).

В результате установлено, что содержание ТМ в базидиомах *P. squamosus* существенно варьирует в зависимости от района сбора образца (табл.).

В базидиомах трутовика отмечено накопление всех исследуемых тяжёлых металлов, причём максимальные концентрации металлов, аккумуляированные в базидиомах, очень близки и составляли для Cu – 24,6, Zn – 23,3 и Pb – 21,6 мкг/г. Максимальное валовое содержание меди отмечено для древесины – 33,0 мкг/г, против 24,6 мкг/г в базидиомах трутовика, а количество аккумуляированного цинка (23,3 мкг/г) было практически одинаково для биомассы гриба и древесины. Содержание меди в почве было во всех случаях ниже, чем содержание в биомассе плодовых тел гриба и древесины, что свидетельствует о высокой миграционной способности этого элемента. Для цинка в тех же условиях отмечена более высокая концентрация именно в почве, где она в 10 раз превышала валовое содержание цинка в базидиомах *P. squamosus* и в древесине.

Таблица

Содержание тяжёлых металлов (мкг/г) в плодовых телах *P. squamosus*, древесине и почве

Место отбора образца	Высота плодовых тел над землёй, см	Cu			Zn			Pb		
		гриб	древесина	почва	гриб	древесина	почва	гриб	древесина	почва
ул. Розы Люксембург – Большевииков 1, пень	20	11,3	6,5	0,2	14,3	1,6	53,9	4,3	0	8,5
ул. Розы Люксембург – Большевииков 2, пень	20	2,6	14,3	0,2	9,3	2,6	53,9	6,73	0	8,5
ул. Ленина Милицейская, пень	10	12,5	30,1	2,2	13,2	9,2	69,4	15,5	5,2	4,39
ул. Розы Люксембург – Карла Маркса, дерево	20	24,6	6,9	0,4	23,3	23,3	46,1	19,8	0	4,5
ул. Карла Маркса, школа №22, дерево	150	3,6	5,5	2,5	2,5	14,4	90,8	4,0	3,2	12,7
ул. Ленина, 104, дерево	150	4,0	7,0	12,0	4,8	3,0	233,5	21,6	1,8	67,7
Искож, парк, пень	20	8,7	17,8	5,4	2,0	9,3	45,3	3,7	3,5	6,4
Шинный завод, парк, пень	50	2,7	2,8	2,3	9,4	4,8	20,6	3,5	0	2,2
Октябрьский пр., 87, га- зон, пень	20	4,4	33,0	0,38	8,9	11,4	49,8	6,8	2,2	7,4
ул. Свободы, 135б, дерево	50	1,9	12,3	0,3	5,7	10,7	30,6	2,1	3,2	1,7

Содержание в почве свинца было в целом выше, чем его валовая концентрация в базидиомах гриба и древесине. Если в базидиомах трутовика концентрация свинца колебалась от 2,1 до 21,3 мкг/г, то древесине максимальное накопление свинца не превышало 5,2 мкг/г, а в некоторых образцах древесины свинец не обнаруживался. Возможно, свинец может попадать в базидиомы этого вида гриба не из субстрата, а каким-то другим, возможно аэральным, путём. Известно, что основным путём поступления техногенного свинца в городские экосистемы является именно аэральный перенос.

Таким образом, в результате исследований нами показано, что базидиомы чешуйчатого трутовика весьма активно аккумулируют ТМ, но пути миграции элементов в системе почва – дерево – базидиомы могут быть различными от природы загрязнителя. Благодаря широкому распространению и большой аккумулирующей способности чешуйчатый трутовик можно использовать как организм-биоиндикатор загрязнения ТМ городской среды.

Литература

Щеглов А. И., Цветнова О. Б. Грибы – биоиндикаторы техногенного загрязнения // Природа. 2002. № 11. С. 7–16.

Baeza A., Cuillón J. Influence of the soil bioavailability of radionuclides on the transfer of uranium and thorium to mushroom // Applied Radiation and Isotopes. 2006. Vol. 64. № 9. P. 102–106.

Ingrao G., Belloni P., Santaroni G.P. Mushrooms as biological monitors of trace elements in the environment // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 1992. Vol. 161. № 1. P. 113–120.

Поддубный А. В., Христофорова Н. К. Оценка качества среды по содержанию тяжелых металлов в опенке осеннем *Armillaria mellea* // Микология и фитопатология. 1999. Т. 33. Вып. 4. С. 271–275.

Чураков Б. П., Зырянова У. П., Пантелеев С. В., Морозова Н. В. Тяжелые металлы в представителях различных эволюционных групп грибов // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. Вып. 2 С. 68–77.

Barcan V. Sh., Kovnatsky E. F., Smetannikova M. S. Absorption of Heavy Metals in Wild Berries and Edible Mushrooms in an Area Affected by Smelter Emissions // Water, Air, & Soil Pollution. 1998. Vol. 103. P. 173–195.

Отмахов В. И., Петрова Е. В., Пушкарёва Т. Н., Островерхова Г. П. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжёлых металлов и использование её для целей экомониторинга // Изв. Томского политех. универ. № 6, Т. 307. 2004. С. 44–48.

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТОВОГО АППАРАТА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.)

М. А. Михеева, Е. В. Ульянова

*Воронежский государственный университет,
marin-m@yandex.ru, ulianovakate@mail.ru*

Целью исследований являлась оценка качества среды природной и антропогенно трансформированной территории левого берега г. Воронежа по показа-

телям стабильности развития высших растений на примере берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины древесных форм растений под действием антропогенных факторов.

Задачи данного исследования заключались в следующем:

1. освоить биоиндикационные методы оценки качества городской среды (на примере г. Воронежа);
2. изучить морфометрические показатели берёзы повислой в природных условиях;
3. оценить стабильность развития берёзы повислой в условиях городской среды;
4. оценить влияние разных загрязнителей на показатели флуктуирующей асимметрии у данного вида.

Для оценки качества окружающей среды используются виды-биоиндикаторы, отвечающие следующим критериям: доказательно исследованные; методически хорошо отработанные и зарекомендовавшие себя; массовые и распространенные по всем природно-климатическим, ландшафтным и географическим зонам; имеющие четко и удобно читаемые признаки, удобные в практической работе; удобные для сбора (коллекционирования), обработки и хранения (Каплин, 2001; Мелехова и др., 2008).

Таким образом, оценка качества окружающей среды на обследуемой территории (г. Воронеж) проведена с использованием отвечающего всем вышеприведенным критериям вида – берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.).

В пределах городской черты в 2009–2010 гг. проводился отбор образцов в точках, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Места отбора образцов листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

№ п/п	Точка отбора	Местоположение
1	Сквер «Мемориальный»	Московский пр-т, 31 в
2	Сквер «Энергия»	ул. Кирова, 9 в
3	Сквер «Московский»	Московский пр-т, 29 в
4	Сквер «Электросигнальный»	Московский пр-т, 7 д

Начинать сбор материала необходимо после завершения интенсивного роста листьев. Поэтому отбор образцов осуществлялся в июне.

С каждой листовой пластинки снимали показатели по пяти параметрам: 1 – ширина половинки листа 2 – длина второй жилки от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной и второй от основания жилками.

Величину флуктуирующей асимметрии оценивают с помощью интегрального показателя — величины среднего относительного различия по при-

знакам (среднее арифметическое отношение разности к сумме промеров листа справа и слева, отнесенное к числу признаков).

По результатам всех измерений проводилась экспресс-оценка загрязнения окружающей среды, на основе приведенной в табл. балльной шкалы.

Таблица 2

Балльная система оценки качества среды обитания живых организмов по показателям флуктуирующей асимметрии высших растений

Балл	Значение показателя асимметричности	Качество среды
1	<0,040	Условно нормальное
2	0,040–0,044	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3	0,045–0,049	Средний уровень отклонений от нормы
4	0,050–0,054	Существенные (значительные) отклонения от нормы
5	>0,054	Критическое состояние

Полученный показатель характеризует степень асимметричности организма. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы (Захаров, 1996.), в которой 1 балл – условная норма, а 5 балл – критическое состояние.

Было проведено измерение 100 экземпляров листовых пластинок березы повислой. Согласно вышеприведенной методики был рассчитан индекс флуктуирующей асимметрии для четырех точек отбора образцов.

Таблица 3

Средние значения коэффициента флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой

№ п/п	Точка отбора	Коэффициенты ФА				
		1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	5 признак
1	Сквер «Мемориальный»	0,053	0,020	0,034	0,767	0,034
2	Сквер «Энергия»	0,050	0,250	0,020	0,711	0,040
3	Сквер «Московский»	0,059	0,206	0,036	0,785	0,030
4	Сквер «Электросигнальный»	0,020	0,216	0,019	0,715	0,033
Среднее:		0,046	0,173	0,027	0,745	0,034

Из изученных признаков наибольшая асимметрия для образцов, отобранных на территории Московского сквера, отмечена по 4 признаку (расстояние между концами 1- и 2-й жилок), а наименьшая – по 2 признаку (длина второй жилки от основания листа).

Для экземпляров листовых пластинок, произрастающих в Мемориальном сквере, интегральный коэффициент флуктуирующей асимметрии – наименьший (рис.). Однако, во всех исследованных точках данный показатель соответствует 5 баллам, что свидетельствует о неблагоприятных экологических условиях. Данная ситуация обусловлена высокой степенью антропогенной нагрузки: наличие промышленной зоны и значительных выбросов от автотранспорта.

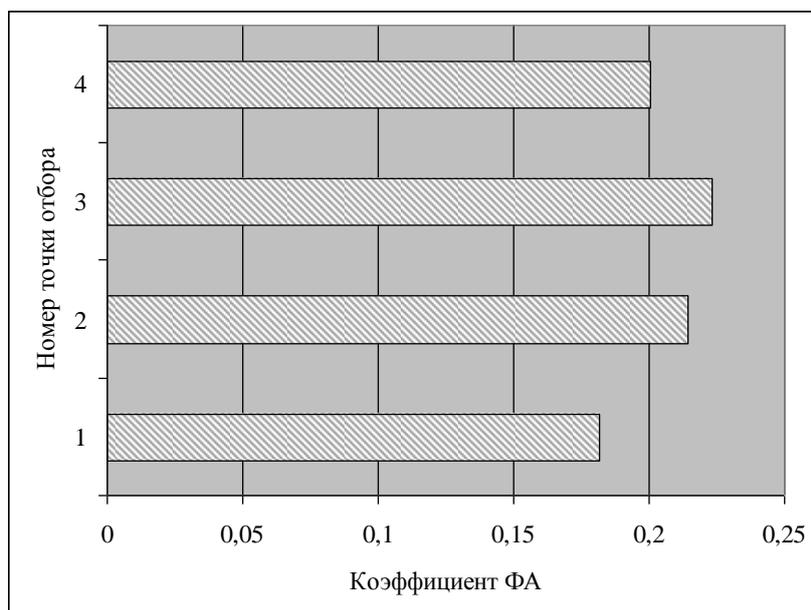


Рис. Интегральный коэффициент флуктуирующей асимметрии листовых пластинок березы повислой

Таким образом, нарушения стабильности развития проявляются при воздействии разных негативных факторов антропогенной природы и наблюдаются у березы повислой на участках, подверженных загрязнению, связанным с работой транспорта и промышленных предприятий. Это свидетельствует об универсальности метода, что делает возможным его применение для оценки воздействия комплекса экологических факторов.

Литература

Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие. О. П. Мелехова [и др.]; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М., 2007. 287 с.

Каплин В. Г. Биоиндикация состояния экосистем: учеб. пособие. Самара, 2001. 143 с.

Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) [Электронный ресурс] / Центр экологической политики России. М., 2003. Режим доступа: <http://www.ecopolicy.ru/upload/MetRecom.doc>

Федорова А. И. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды: учебное пособие. Воронеж, 2006. 39 с.

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ ОРИЧЕВСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

А. С. Олькова, Е. В. Баталова

Вятский государственный гуманитарный университет, ecolab2@gmail.com

Система управления отходами включает в себя разработку и принятие необходимой нормативно-правовой базы на всех уровнях государственной власти, начиная с федерального, а также все виды деятельности по организации,

учёту и контролю данной сферы со стороны государственных уполномоченных структур.

Разработка нормативной документации и контроль являются исключительными полномочиями государственных органов власти: правительства РФ и Кировской области, департамента экологии и природопользования.

Производственная деятельность (образование, сбор, транспортировка, переработка и утилизация) осуществляемая на местах, относится к полномочиям органов местного самоуправления (администрации поселений) и является обязанностью собственников, представленных юридическими и физическими лицами.

Летом 2011 г. было проведено анкетирование на тему «Ваша осведомленность об экологической ситуации в Оричевском районе» (рис. 1). Согласно опросу жители района считают, что больше всего отходов образуется от домохозяйств (37% ответов). Традиционно много ответов о значительности отходов промышленности (23%). А также, в связи с многочисленностью торговых точек, население выделяет торговлю (19%). Немного меньше, по мнению населения, отходов от коммунальных служб (14%).

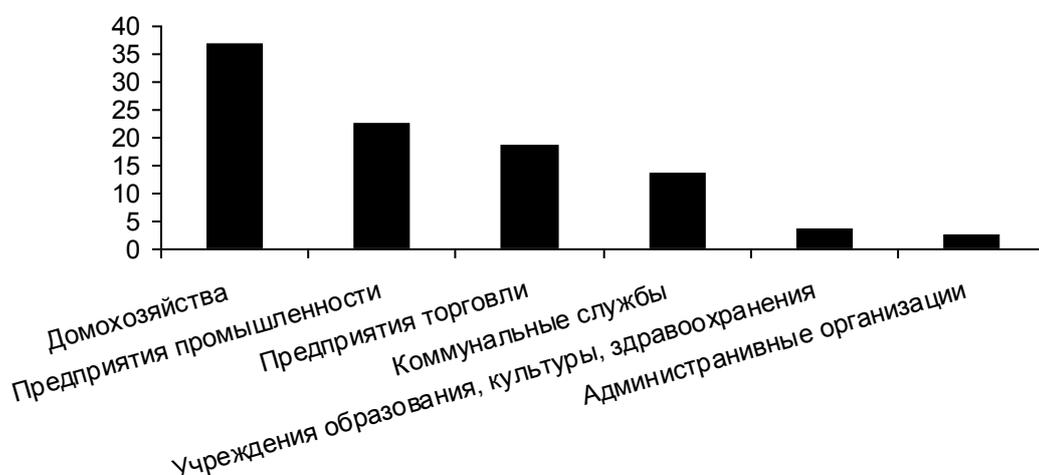


Рис. 1. Вклад различных источников в образование отходов по мнению населения Оричевского района (% ответов)

Населению также известно, что сбором и транспортировкой отходов занимается ООО «Чистый город». С 1 ноября 2010 г., по дополнительному договору с Управлением УФИ и ЗР администрации Оричевского района, отходы размещаются «в месте для размещения ТБО возле деревни Помаскины». Участок предназначен для временного хранения отходов сроком до 6 месяцев. «Место хранения» не отвечает современным требованиям размещения отходов. Хотя за время деятельности предприятия проведены значительные улучшения на участке, организации района, рассчитывая плату за вредное воздействие, вынуждены учитывать пятикратный коэффициент.

Остается актуальной проблема несанкционированных свалок. Самые значительные из них по объемам в Пустошенском, Торфяном и Шалеговском сельских поселениях. По количеству лидирует Оричевское сельское поселение (7 шт.) и Левинское городское поселение (5). Судебными решениями часть из

них ликвидирована. Это не решает проблему, так как многие из них вскоре вновь возникают.

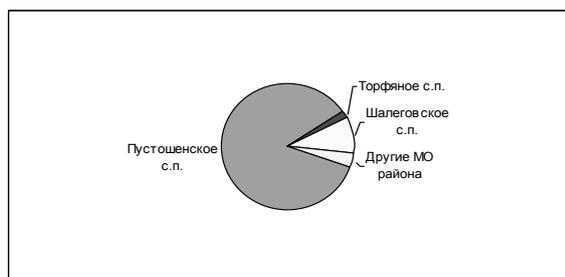


Рис. 2. Объемы несанкционированных свалок в Оричевском районе Кировской области (м³)

Начиная с 2012 г., будет проводиться рекультивация свалок за счет областного бюджета, так как район вошел в 70 километровую зону вокруг г. Кирова, где действует соответствующая программа.

Большие надежды на решение проблемы размещения возлагаются на строительство полигона ТБО, профинансированное из средств реализации программы уничтожения химического оружия. Полигон должен обеспечить нужды пгт. Оричи, пгт. Мирный, пгт. Стрижи и пгт.

Левинцы и прилежащих к ним населенных пунктов. На данный момент имеется готовый проект и в 2011 г. планируется начать строительство.

Все стремления администрации Оричевского района и поселений к решению проблем в данной сфере не будут заметны, если жители поселка не будут относиться ответственно к окружающей среде. Школы и библиотеки района проводят мероприятия, посвященные охране окружающей среды и экологической безопасности. Каждый год проводятся субботники по уборке улиц (осенне-весенний период) и приглашаются желающие к участию в проходящих акциях (проект «Кусочек Сочи» по организации места отдыха).

Проблема ТБО в нашем районе активно решается в последние годы с привлечением всех уровней власти, вложения финансовых средств из различных бюджетов, а также пожертвований граждан и организаций. Ведется просветительская работа по повышению экологической сознательности населения.

РОССИЙСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО В СФЕРЕ ПЛАТЫ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е. В. Дубровина

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,
jane.dubrovina@gmail.com*

Попытки введения платы за загрязнение в отечественном законодательстве восходят к 20–30-м гг. прошлого века, когда в ряде союзных республик устанавливалась плата за сброс неочищенных сточных вод в водоемы, которая затем была закреплена на общесоюзном уровне (Постановление ВЦИК и СНК от 20.08.31). А в 1957 г. была заменена на штрафы за нарушение водного законодательства. В 70-е гг., с резким повышением интереса в развитых странах к плате за загрязнение как ведущему инструменту экономического регулирования отношений в сфере охраны окружающей среды, стали появляться различные исследования по данному вопросу. В конце 80-х гг. плата была вновь вве-

дена Постановлением ЦК КПСС и Совета министров СССР «О коренной перестройке дела охраны природной среды в стране» от 07.01.88 N 32.

В 1991 г. Советом министров РСФСР были утверждены нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в природную среду. (Петрова, 2000). В тот период данный платеж рассматривался не как налог, а как форма возмещения вреда, причиняемого природной среде в процессе осуществления хозяйственной и иной деятельности, тогда же формировались различные подходы к его содержанию (затратный, компенсационный, теория общественно необходимых затрат). Важным этапом закрепления «платы за загрязнение окружающей среды» как правовой категории стало принятие Закона «Об охране окружающей природной среды» 1991 г., который в 2002 г. сменил Федеральный закон N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Анализируя законодательство периода начала 90-х гг., исследователи отмечают отсутствие должной концептуальной проработки норм и, как следствие, преимущественную их направленность на решение задач переходного периода. (Шестерюк, 2004)

Ввиду отсутствия специального федерального закона плата за негативное воздействие на окружающую среду в настоящее время взимается на основании отдельных норм федерального экологического, бюджетного и иного законодательства. Разобщенность норм о плате за негативное воздействие, наличие коллизий и пробелов в законодательстве, применение устаревших подзаконных нормативных правовых актов о плате, а также множественность терминов, используемых для ее обозначения, свидетельствуют о необходимости совершенствования ее правового механизма.

Одним из основных недостатков, существующих в настоящее время нормативов платежей за загрязнения окружающей среды, является то, что они превратились в своеобразный налог, заложенный в себестоимость продукции или уменьшающий прибыль предприятия, и не стимулирующий загрязнителя на проведение природоохранных мероприятий (Заключительный Технический отчет).

Концептуально в России система платежей создавалась, исходя из близких к подходам ЕС и разумных предпосылок. При формировании системы платежей за выбросы сбросы и размещение отходов на рубеже 80-90-х годов прошлого века также предполагалось, что платежи будут определяться исходя из требований: 1. создания действенного стимула снижения загрязнения (плата не ниже расходов на предотвращение), 2. аккумуляирования средств в экологических фондах для реализации природоохранных мероприятий, 3. зачета подтвержденных расходов на природоохранные мероприятия в качестве (вместо) платежей за загрязнение.

В меньшей степени система была настроена на решение отдельных конкретных приоритетных проблем, особенно, за счет технологических усовершенствований и новых технологий.

К сожалению, после введения платы за загрязнения в России в начале 90-х гг. она не только не совершенствовалась или поддерживалась на исходном уровне, но лишь деградировала, причем по разным направлениям одновременно: уменьшался относительный размер платы и падала ее стимулирующая роль,

были ликвидированы экофонды и исчезла функция накопления средств для проведения природоохранных мероприятий, отменен зачет природоохранных инвестиций в счет платежей – и это ударило по обеим функциям (стимулирование и накопление средств для финансирования природоохранных мероприятий). Отказались от природоохранных зачетов, хотя этот вид компенсации ущерба сейчас широко обсуждается в ЕС в рамках эквивалентности ресурсов, ценности экосистем и экологических затрат. Разрабатывалась система платежей применительно к одной политической и экономической системе, а функционирование ее пришлось на период совершенно иной экономической и внутриполитической ситуации.

Стоит отметить, что как в России, так и в странах Евросоюза в той или иной мере и в той или иной форме и в определенной мере реализуется принцип «загрязнитель платит». Неполнота реализации этого принципа в странах Евросоюза связана с тем, что не все загрязнители платят, а те, кто платят – платят далеко не за все виды загрязнения. В России этот принцип реализован в большей степени в формальном и буквальном смысле: то есть платят все и за всё, но уровень платы чрезвычайно низок, что в целом приводит к тому, что экстерналии экологические издержки интернализируются в целом в России в значительно меньшей степени, чем в странах Евросоюза. Например, на время введения в нашей стране платежей за загрязнение базисные ставки были очень низкими, по сравнению со ставками, действовавшими в странах Центральной и Восточной Европы. Для сравнения, ставки платежей по SO₂ и NO_x в Польше составляли 85 евро/т, а в России – 1,5 и 1,2 долл. США/т соответственно. В связи с этим опыт ЕС заслуживает пристального внимания, изучения и анализа на предмет использования и адаптации к условиям России тех экономических инструментов, которые положительно зарекомендовали себя в ЕС.

Литература

Петрова Т. В. Правовые проблемы экономического механизма охраны окружающей среды. М.: Зерцало, 2000. С. 98–100.

Шестерюк А. С. Основные тенденции и направления развития законодательства об охране окружающей среды РФ // Экологическое право. 2004. N 4. С. 23.

<http://www.ipcc-russia.org> Заключительный Технический отчет по платежам за загрязнение окружающей среды, С. 70.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДЫ ИЗ РОДНИКОВ г. КИРОВА

А. А. Крюкова¹, С. Г. Скугорева²

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com*

Родники, как выходы грунтовых и подземных вод на поверхность, являются уникальными естественными водотоками. Они имеют большое значение в питании поверхностных водоёмов, поддержании водного баланса и сохранении стабильности окружающих их биоценозов.

Многое зависит от месторасположения самого родника. Качественная родниковая вода может быть только в роднике, находящемся в лесопарковой, лесной местности, где нет промышленных объектов, не ведутся сельскохозяйственные работы, вдали от автомагистралей и крупных поселений. Состав родниковой воды нестабилен: ливни, паводок, химические выбросы в атмосферу, аварии на подземных коммуникациях – все это отражается на состоянии грунта, а, следовательно, не может не влиять на качество воды.

Целью работы было исследовать химический состав и общую токсичность воды из родников г. Кирова.

Пробы отбирали в феврале, июле и сентябре 2011 г. из 4 родников г. Кирова. Родник №1 находился в районе нового моста через р. Вятку, №2 – у Дярамы, №3 – рядом с Трифоновым монастырем, №4 – в овраге (в районе улиц Ленина–Дрелевского–Герцена). Определение массовой концентрации ионов в воде проводили методом ионной хроматографии на хроматографе «Стайер», водородный показатель измеряли на рН-метре-иономере «Эксперт-001», электропроводность – на кондуктометре «Cond 340i». Общую токсичность воды оценивали по жизнеспособности зародышей семян пшеницы, которую определяли тетразольно-топографическим методом.

Электропроводность родниковой воды может служить критерием общего содержания ионов. Установлено, что в родниковой воде значения данного показателя варьировали от 722 до 1053 мкСм/см (рис.).

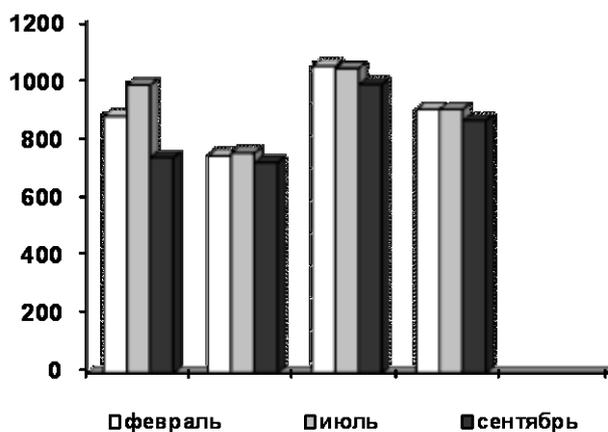


Рис. Электропроводность родниковой воды, мкСм/см

По значениям водородного показателя родниковая вода относится к слабощелочной: рН воды составило 7,1–8,5 (табл.). Полученные значения были в пределах норматива.

В роднике у Трифонова монастыря (№ 3) в феврале определено самое большое содержание ионов натрия – 78 мг/л. По сравнению с другими родниками, в роднике оврага (№ 4) наблюдается чрезвычайно высокое содержание ионов калия в сентябре – 11 мг/л. В остальных родниках содержание ионов натрия и калия было не высоким. Содержание ионов аммония во всех пробах было ниже предела обнаружения хроматографического метода. В феврале отмечается увеличение содержания ионов кальция и магния в родниковой воде, за счет этого возрастает жесткость.

Содержание хлорид-, нитрат- и сульфат-ионов в воде зависело от родника и сезона. В роднике у нового моста (№ 1) максимальные концентрации данных ионов установлены в июле 2011 г. Такая же тенденция установлена в динамике концентраций хлорид-, нитрат-и сульфат-ионов в роднике из оврага (№ 4). В роднике у Диорамы (№ 2) в июле определены высокие концентрации фосфатов и нитратов. Для воды из родника у Трифонова монастыря (№3) установлено низкие концентрации хлорид-ионов в сентябре 2011 г.

В родниках у Диорамы и в овраге в июле и феврале содержание нитрат-ионов превышает в 1,2–1,6 раза значение ПДК для питьевой воды.

Кроме ионного состава, определяли общую токсичность родниковой воды. Наибольшая жизнеспособность семян пшеницы была выявлена для воды из родников у Трифонова монастыря (96%) и в овраге (92%). Токсичными можно считать пробы из родников у нового моста и у Диорамы: жизнеспособность семян в данных пробах составила 77 и 87% от контроля соответственно.

Таблица

Содержание ионов в родниковой воде

№ п/п	Дата отбора пробы	Содержание ионов, мг/л										Ж	pH
		Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻		
1	февраль	42	1,1	н/о	55	222	<0,1	64	19	<0,2	40	15,6	7,2
	июль	26	1,2	н/о	37	139	<0,1	73	27	3,4	45	10,0	7,3
	сентябрь	24	1,0	н/о	12	41	0,3	65	18	0,3	41	3,1	7,1
2	февраль	69	1,7	н/о	40	162	<0,1	40	70	3,3	61	11,4	7,5
	июль	44	1,5	н/о	23	91	0,1	41	62	4,2	66	6,4	7,3
	сентябрь	38	1,8	н/о	24	84	0,1	33	44	2,3	53	6,16	7,1
3	февраль	78	1,5	н/о	77	218	<0,1	53	43	<0,2	61	17,2	8,5
	июль	50	1,5	н/о	44	119	<0,1	49	44	<0,2	100	9,5	7,3
	сентябрь	45	1,5	н/о	47	114	0,1	23	21	<0,2	47	9,5	7,4
4	февраль	75	1,4	н/о	46	201	<0,1	38	52	2,7	82	13,8	7,4
	июль	50	9,7	н/о	29	117	<0,1	44	59	3,6	84	8,2	7,2
	сентябрь	46	11	н/о	27	103	–	21	24	2,2	38	7,3	7,2
ПДК		200	–	2	50	–	1,5	350	45	3,5	500	7	6–9

Примечание: Ж – общая жесткость, ммоль/л; прочерк обозначает отсутствие данных; н/о – не определено с помощью метода ионной хроматографии. Относительная погрешность измерения концентрации ионов 10–25%.

Таким образом, химический состав родниковой воды зависит от сезона года. Максимальные значения концентраций ионов натрия, магния и кальция отмечаются во всех родниках в феврале; хлоридов, нитратов и сульфатов – в феврале и июле. В родниках у Диорамы и в овраге в июле и феврале содержание нитрат-ионов превышает в 1,2–1,6 раза значение ПДК. Пробы воды из родников у нового моста и Диорамы являются токсичными для семян пшеницы сорта Ирень.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД В РАЙОНЕ ВЛИЯНИЯ КИЛЬМЕЗСКОГО ЯДОМОГИЛЬНИКА

Г. В. Сухих¹, Т. Я. Ашихмина², Е. А. Домнина²

¹ КОГБУ «Вятский научно-технический информационный центр мониторинга и природопользования»,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com

Качество воды в значительной мере определяется геологическим строением и размерами водного бассейна, то есть той прилегающей местности, откуда идет сток. В результате антропогенных воздействий возникает угроза загрязнения природных вод и снижению качества вод. В условиях повышенной антропогенной нагрузки очевидна необходимость эффективной системы контроля за состоянием поверхностных и подземных вод техногенных территорий.

Мониторинг поверхностных и подземных вод позволяет определить содержание и химический состав вод, выявить негативные процессы, влияющие на качество воды, разработать меры по предотвращению негативных последствий, оценить эффективность осуществляемых мероприятий по охране водных объектов и подземных вод.

На территории, прилегающей к площадке захоронения ядохимикатов в 2010 г. учёными и специалистами Вятского государственного гуманитарного университета и КОГБУ «ВятНТИЦМП» были проведены комплексные исследования в соответствии с реализацией «Программы комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов на 2008–2010 гг.».

Обследования включали в себя оценку состояния реки Осиновки в трех гидрологических постах: в верховье, ниже урочища Орехово и в устье реки; а также оценку качества, почв, донных отложений и подземных вод в четырех скважинах (№ 6, № 7, № 8, № 9) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты обследования наблюдательных скважин в 2010 г.

№ скважин	Возраст водоносного комплекса	Глубина скважин при бурении, м	Интервал установки фильтра	Глубина скважин, м на 11.02.10 г.	Глубина скважин, м на 21.06.10 г.	Глубина скважин, м на 25.09.10 г.	Глубина скважин, м на 08.12.10 г.
6	fQ ₁	7,0	3,0-7,0	7,04	6,89	6,9	6,91
7	P _{2ur2}	10,0	6,9-10,0	9,0	9,17	9,16	9,33
8	P _{3sl}	7,0	3,0-7,0	5,46	5,31	5,52	5,65
9	P _{2ur2}	7,3	3,3-7,0	5,85	5,99	6,0	6,18

Обследование санитарно-технического состояния скважин и прилегающей территории показало, что территория вокруг скважин чистая, без изменений санитарной обстановки и рельефа местности. Одновременно измерялась

температура воды (табл. 2) и проводился отбор проб подземных вод из скважин на химический анализ.

Таблица 2

Таблица результатов замеров уровней и температуры воды в наблюдательных скважинах в 2010 г.

№ скважин	Возраст водоносного комплекса	Уровень воды от поверхности земли, м			
		Температура воды, °С			
		11.02.2010 г.	21.06.2010 г.	25.09.2010 г.	08.12.2010 г.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
6	fQ ₁	<u>1,27</u> 5,8	<u>1,07</u> 5,8	<u>1,09</u> 4,0	<u>1,12</u> 5,4
7	P _{2ur2}	<u>7,74</u> 5,4	<u>7,69</u> 5,6	<u>8,54</u> 5,8	<u>8,46</u> 5,6
8	P _{3sl}	<u>4,21</u> 5,8	<u>4,37</u> 5,6	<u>4,54</u> 5,8	<u>4,69</u> 5,4
9	P _{2ur2}	<u>2,9</u> 5,6	<u>2,84</u> 5,4	<u>3,77</u> 5,4	<u>3,77</u> 5,6

Сравнение глубин скважин с предыдущими годами показало, что в 2010 г. значение глубины скважин № 6 и № 9 незначительно уменьшилось, что связано с их постепенным заиливанием.

Качество подземных вод в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов оценивалось путем сравнения концентраций контролируемых показателей с ПДК хозяйственно-питьевого значения, установленных СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». В 2010 году в подземных водах скважины № 6 отмечается тенденция к снижению концентраций таких загрязняющих веществ как фенол, формальдегид. Также снижаются показатели БПК₅ и перманганатная окисляемость. Превышение ПДК отмечалось лишь по содержанию железа и находилось в диапазоне от 2,8 до 15,6 мг/л (9,3–52,0 ПДК), а также по содержанию марганца, концентрация которого зафиксирована в диапазоне от 0,024–0,198 мг/л (до 2 ПДК). В подземных водах скважины № 8 в 2010 г. в целом наблюдалась тенденция к снижению концентраций загрязняющих веществ при незначительном превышении ПДК по мышьяку, фенолу, марганцу, и только по железу отмечались высокие значения с превышением ПДК от 9,7 до 103,6. По сравнению с предыдущими годами наблюдений в 2010 г. в подземных водах скважин № 7 и № 9 отмечается снижение концентраций по фенолу и формальдегиду. Эпизодически отмечались повышенные концентрации БПК₅ и мышьяка.

Таким образом, по результатам наблюдений, проведенных в 2010 г. следует отметить, что по всем наблюдаемым водоносным горизонтам происходит снижение концентраций загрязняющих веществ, таких как железо, фенол, марганец, формальдегид, мышьяк, так же снижаются показатели БПК и перманганатной окисляемости. Данный факт объясняется жарким, засушливым летом,

кратковременными осадками, что не способствовало выносу загрязняющих веществ с участка захоронения ядохимикатов.

Оценка качества поверхностных вод р. Осиновки проводилась путем сравнения полученных концентраций загрязняющих веществ с ПДК рыбохозяйственного значения, установленных в «Нормативах качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативах предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утвержденных приказом Федерального Агентства по рыболовству от 18.01.2010 № 20.

Качество поверхностной воды реки Осиновка в 2010 году в створах № 1 и № 2 оценивалось как 3 класс (умеренно-загрязненная), в створе № 3–4 класс (загрязненная). Худшее качество воды в створах № 2 и № 3 наблюдалось в периоды весеннего и осеннего паводков, а в створе № 1 – в период летне-осенней межени. Превышение ПДК р/х отмечалось по органическим веществам, выраженных в ХПК, фенолу, растворенным формам железа, меди и марганца.

Содержание загрязняющих веществ в пробах донных отложений реки Осиновки свидетельствует о достаточно однородном их механическом составе.

В 2010 г. в районе исследования обследовались почвы на 8 площадках мониторинга. На пяти участках обнаружены ДДТ и его метаболиты в количествах, превышающих ПДК 2–6 раз, в пробах отобранных к юго-западу от захоронения. По содержанию цинка и ртути в почвах выделяются площадки расположенные на склоне Ореховской возвышенности и площадка, расположенная на заболоченном участке берега р. Осиновка. Содержание мышьяка немного выше ПДК в молодых почвах, формирующихся на поверхности захоронения ядохимикатов. Содержание подвижных соединений тяжелых металлов соответствует их валовым концентрациям.

Результаты химических анализов подземных и поверхностных вод говорят о существующем загрязнении на исследуемой территории, что требует регулярного наблюдения за качественным составом природных вод, донных отложений, почв и растительности в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов.

О ПРОБЛЕМЕ АММОНИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ Р. ВЯТКИ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

Л. Н. Сведенцова¹, Г. Я. Кантор², Т. Я. Ашихмина²

¹ Кировское областное государственное бюджетное учреждение,
«Кировский областной центр охраны окружающей среды
и природопользования», *air9lab@gmail.com*,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ

Река Вятка является главной водной артерией Кировской области и основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения. Особого внимания требует качество воды р. Вятки в период весеннего половодья на участке

так называемой «2-й промышленной зоны». На данном участке р. Вятка входит в границы II пояса зоны санитарной охраны (ЗСО) источника питьевого водоснабжения г. Кирова и испытывает значительную техногенную нагрузку со стороны предприятий и жилищно-коммунального хозяйства г. Слободского, Кирово-Чепецка, Нововятска. Кроме того, большое влияние на качество воды оказывают неорганизованные стоки ливневых и талых вод, поступающие с территории городов и промышленных предприятий (О состоянии окружающей среды ..., 2010).

Один из наиболее крупных источников потенциальной экологической опасности в Кировской области – промышленный узел г. Кирово-Чепецка, в который входят крупнейшие индустриальные предприятия Кировской области – Завод минеральных удобрений (ЗМУ) и завод «ГалоПолимер», ранее входившие в состав Кирово-Чепецкого химического комбината им. Б.П. Константинова. Шламовое хозяйство комбината расположено к северо-западу от промплощадок на первой надпойменной террасе р. Вятки на расстоянии 1,5–3 км от уреза воды в межень. При высоких паводках зона затопления доходит до дамб шламонакопителя и хвостохранилища мела. Расстояние от шламового хозяйства до водозабора г. Кирова по руслу р. Вятки – 19 км, расстояние от промплощадок химкомбината до г. Кирова по прямой – 18 км. Осложняет ситуацию тот факт, что хранилища отходов находятся в водоохранной зоне р. Вятки и зоне санитарной охраны водозабора г. Кирова.

Одна из серьезных экологических проблем р. Вятки состоит в том, что ряд пойменных водоемов (в первую очередь оз. Бобровое и Березовое) сильно загрязнены соединениями азота (главным образом, нитратом аммония) за счет их поступления с грунтовыми водами из хвостохранилища мела ЗМУ вследствие нарушения противифльтрационной защиты. В периоды высокого весеннего половодья происходит промывка паводковыми водами р. Вятки территорий, примыкающих к предприятиям г. Кирово-Чепецка, включая загрязненные нитратом аммония водоемы.

Начиная с 1996 г., практически ежегодно во время весеннего половодья (конец апреля – май) регистрируется превышение фоновых значений концентраций азота аммонийного в воде реки Вятки в районе кировского водозабора и в районе затопляемых территорий зоны техногенного влияния предприятий Кирово-Чепецка (О состоянии окружающей среды ..., 2010).

Наиболее высокие паводки за последние 10 лет наблюдались на реке Вятке в 2002, 2005, 2010 гг. В эти годы концентрация аммонийного азота на водозаборе г. Кирова достигала или превышала ПДК для водных объектов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования (1,5 мг/л). Например, в апреле – мае 2010 г. (рис.) содержание аммонийного азота в воде реки Вятки в створе водозабора г. Кирова достигало 3 мг/л (2 ПДК). Пик повышенного содержания аммонийного азота приходился на 30 апреля – 2 мая. В течение недели в г. Кирове действовал запрет органов Роспотребнадзора на потребление питьевой воды из городского водопровода, что потребовало принятия чрезвычайных мер по снабжению жителей областного центра питьевой водой.

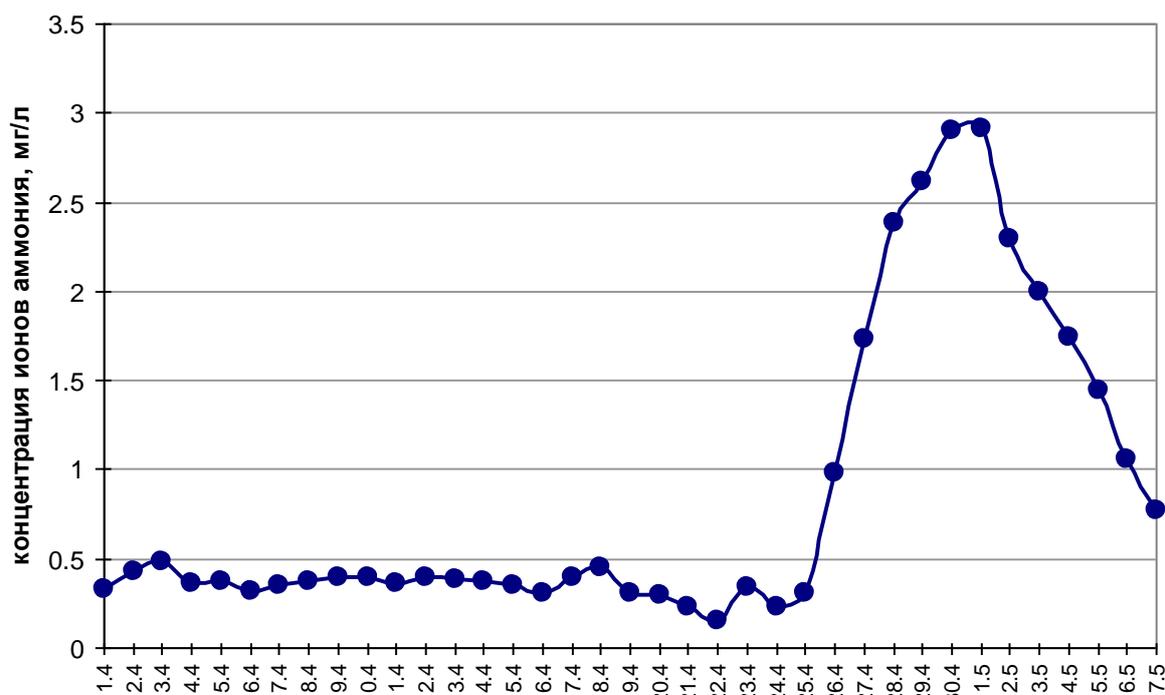


Рис. Изменение содержания ионов аммония в р. Вятке в створе водозабора д. Корчемкино, г. Киров

Начиная с 2001 г., наблюдения за изменением химического состава р. Вятки в период весеннего половодья в районе предприятий г. Кирово-Чепецка и прилегающих к ним территорий проводятся специалистами СИАК КОГБУ «Областной природоохранный центр». Анализ полученных данных количественного химического анализа проб поверхностных вод р. Вятки и водных объектов, находящихся в зоне влияния Кирово-Чепецкого промышленного комплекса, в период весеннего половодья свидетельствует о том, что на протяжении десяти лет отмечаются превышения нормативов по содержанию ионов аммония, железа валового и нефтепродуктов. По остальным контролируемым показателям, а именно: хлоридам, сульфатам, фосфатам, стронцию, ртути превышений значений ПДК_{р/х} и ПДК_{х/п} не наблюдалось.

Литература

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2009 году. (Региональный доклад) / Под ред. А. В. Албеговой. Киров: Лобань, 2010. 197 с.

ОПЫТ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА

Е. В. Дабах^{1,2}, Г. Я. Кантор¹, А. П. Кислицына², Е. А. Домнина^{1,2}

¹ *Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com,*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Производство азотных удобрений сопровождается поступлением в окружающую среду минеральных соединений азота в составе выбросов, стоков, отходов. Высокая подвижность нитратов обуславливает быстрое распространение загрязнения в природных средах. В районе завода минеральных удобрений Кирово-Чепецкого химического комбината (ЗМУ КЧХК) загрязнение поверхностных вод обусловлено, главным образом, стоками и разгрузкой загрязненных подземных вод. Поступление минеральных соединений азота в аллювиальные почвы происходит как с выбросами предприятия, так и в результате растекания загрязненных вод по пойме в паводковый период. Вследствие этого содержание азота в аллювиальных почвах в районе предприятия варьирует в широких пределах. В почвах на берегах принимающей стоки комбината реки Елховки концентрация нитратов на некоторых участках достигает 140 мг/кг, в то же время на пойменных лугах в районе Бобровых озер она составляет всего около 15 мг/кг. Азот – основной элемент питания растений – в почвах таежно-лесной зоны обычно оказывается в дефиците, соответственно, почвы отличаются высокой буферной способностью по отношению к загрязнению соединениями азота. Содержание элемента в аллювиальных почвах, заливаемых только при высоких паводках, низкое. Растительность в окрестностях комбината представлена в основном влаголюбивыми и требовательными к азотному питанию видами, рекомендуемыми в качестве компонента биоплато для очистки сточных вод (Соколов и др., 2009). Характерные для пониженных участков поймы тростник обыкновенный, рогоз узколистный и широколистный способны эффективно поглощать как нитратный, так и аммиачный азот. Благоприятно отзываются на внесение азота виды растений, произрастающие на пойменных гривах: ежа сборная, двукисточник тростниковидный, тимофеевка луговая, полынь обыкновенная, манжетка, герань луговая и другие. Все эти обстоятельства привели нас к мысли, что обогащенные соединениями азота воды поверхностных водоемов по аналогии с жидкими азотными удобрениями (Малофеев, 1988) можно использовать в качестве источника азота для растений на пойменных лугах. В связи с этим были проведены опыты по изучению концентраций и доз азота в поливных водах, которые были бы безопасными для растений, и, в то же время, позволили бы изъять часть азота из водоема.

Согласно результатам эксперимента (Кислицына, Савиных, 2009; Дабах и др., 2009) было показано, что луговая растительность выдерживает разовый полив загрязненной водой с дозой внесения азота 200 кг/га (поливная норма 200 м³/га) и суммарное внесение за вегетационный период до 800 кг/га азота. Лучший удобрительный эффект проявляется при поливе малыми дозами за-

грязненной воды ($100 \text{ м}^3/\text{га}$), с которой вносится от 70 до 100 кг/га азота за полив (за сезон около 400 кг/га). Сухая биомасса трав при этом увеличивалась в 2,4 раза по сравнению с контролем, при поливе более высокой дозой – только в 1,7 раза. Высокое содержание нитратов, отмеченное в опытных растениях, препятствует использованию трав на корм скоту, но может рассматриваться как весьма полезное свойство для приготовления компостов на основе бедных азотом субстратов.

В 2010 и 2011 гг. опытные работы проводились совместно с сотрудниками ЗМУ на площади около 10 и 50 га соответственно. На участки пойменных лугов в течение вегетационного периода подавалась богатая соединениями азота вода, скошенная растительность компостировалась с опилом, компост увлажнялся за счет полива этой же водой. В результате полевого эксперимента за два года удалось изъять из озера Бобрового более 200 т азота, причем в условиях засушливого лета 2010 г. и жаркого, но менее сухого лета 2011 г., потери азота в виде газообразных соединений по нашим расчетам превысили 30%. Учитывая, что общий запас азота в озере составляет около 450 т, эффективность предлагаемого метода очистки водоема можно считать достаточно высокой. Поскольку в ходе эксперимента не было предпринято каких-либо мер по ограничению разгрузки загрязненных подземных вод в озеро, общее количество азота в нем почти не изменилось. Мы полагаем, что использование простейших гидротехнических приемов для поддержания оптимального уровня воды в озере за счет подачи чистой воды по мере откачки загрязненной позволит полностью очистить его от азотного загрязнения за 5 лет.

Литература

Соколов Ю. Н., Плотницкий Л. А., Стрюк Т. Ю., Дьяков О. А. Применение биоплато для снижения биогенного загрязнения водоемов и водотоков // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2009. вип. 7. С. 21–25.

Малофеев В. И. Органические удобрения: способ подготовки и внесения. М.: Знание, 1988. 63 с.

Кислицина А. П., Савиных О. А. Опыт использования воды, загрязненной нитратным и аммонийным азотом, для питания растений / Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов VII Всероссийской научно-практической конференции в 2-х частях. Часть 2. (Киров, 1–2 декабря 2009 г.) Киров: ООО «Лобань», 2009, С. 76–78.

Дабах Е. В., Кислицына А. П., Савиных О. А. Изучение почв и растений при поливе их водой, загрязненной нитратным и аммонийным азотом. Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства / Материалы Всероссийской научно-практич. конф., посвящ. 65-летию агрономического факультета. Сб научн. трудов. Киров, 2009. С. 130–133.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор

*Лаборатория биомониторинга Института биологии
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab@gmail.com*

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.

Методами биоиндикации и биотестирования определяется присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т. е. обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Биомониторинг делает возможной прямую оценку качества среды и является первым уровнем последовательного процесса изучения здоровья экосистемы.

Особую значимость имеет то обстоятельство, что биоиндикаторы отражают степень опасности соответствующего состояния окружающей среды для всех живых организмов, в том числе и для человека.

К настоящему времени для оценки окружающей среды используются различные классические методы биоиндикации и биотестирования. Утвержденные в МПР России и используемые для оценки токсичности природных и сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков, отходов производства биотест-объекты узко специфичны и отражают токсичность среды по содержанию в ней в основном тяжелых металлов и нефтепродуктов. Имеют аттестацию в системе Росстандарта лишь методики биотестирования по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток зеленых водорослей; по изменению оптической плотности зеленых водорослей; по снижению прироста количества простейших; по хемотаксической реакции простейших, по смертности и изменению плодовитости ракообразных, по гибели рыб. Это свидетельствует о том, что унифицированных методик используемых в практике экологического контроля и мониторинга пока крайне мало, требуется их научная разработка и аттестация.

Коллективом лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного гуманитарного университета в течение ряда лет проводится разработка новых специфических методов биологического мониторинга, отрабатываются методики выявления наиболее информативных биоиндикаторов лесных, луговых и водных экосистем, а также почвенной флоры и фауны с использованием методов альгоиндикации, микоиндикации, лишеноиндикации, бриоиндикации, палиноиндикации и биоиндикации по

гидробионтам. В лабораторных условиях проводится отработка методик биотестирования природных сред и объектов на техногенное загрязнение.

Под руководством доктора биологических наук, профессора Л. И. Домрачевой, доцента, кандидата биологических наук Л. В. Кондаковой отрабатываются методики с использованием альго-микологического (водорослево-грибного) комплекса почв.

Определяются параметры существования альго-микологического (водорослево-грибного) комплекса в незагрязненных почвах, видовой состав, численность, биомасса, длина мицелия, соотношение группировок, которые относительно стабильны по сезонам и годам. В загрязненных почвах выявляются различные отклонения от нормального функционирования, которые проявляются в снижении видового разнообразия водорослей, преобладании численности грибной биомассы над водорослевой, нарастанием доли грибов с темноокрашенными мицелием, появлением фитопатогенных комплексов, вызывающих угнетение роста и развитие высших растений.

Отработан метод экспресс-анализа токсичности почвы по биотесту – определению жизнеспособности семян высших растений, обработанных раствором красителя, на примере злаковых (пшеница), крестоцветных (горчица) в почвенной вытяжке, а также прямо на почве.

Использование методов альгоиндикации позволило выявить группу водорослей, наиболее чувствительных к загрязнению – это представители отделов желтозеленых (*Xanthophyta*) и эустигматофитовых (*Eystrigmatophyta*): *Pleurochloris pyrenoidesa*, *Botrydiopsis eriensis*, *Ellipsoidion oocystoides*, *Monodus chodatii*, *Eystrigmatos magnus*, *Vischeria Helvetica*.

Изучением почвенных микроорганизмов на примере микромицетов и актиномицетов в лаборатории занимаются доктора биологических наук И. Г. Широких, Широких А. А. С использованием данных индикационных показателей проводятся исследования по изучению изменений, происходящих в почве под воздействием различных нарушающих факторов.

Выполняются исследования по изучению комплексов почвенных микромицетов в придорожных экотопах урбанизированных территорий на примере города Кирова, полигона захоронения пестицидов. Установлено, что, по сравнению с фоновыми территориями, в урбаноземах, загрязненных тяжелыми металлами, снижена на порядок общая численность грибных пропагул, изменяется спектр доминантных родов, возрастает в комплексе доля видов, синтезирующих меланиновые пигменты, и увеличивается относительное обилие оппортунистических грибов, представляющих опасность для здоровья человека. Исследование количественного и качественного состава актиномицетного населения в урбаноземах г. Кирова показало, что, по сравнению с фоновыми территориями, общая численность актиномицетов снижена на порядок, а родовая структура комплекса и видовой состав стрептомицетов трансформированы под воздействием факторов урбанизации. Полученные данные сопоставлены с содержанием в различных экотопах (промышленная, транспортная и рекреационная зоны) подвижных форм Pb, Zn, Cu, Fe, Mn. В комплексах промышленных и транспортных экотопов, наиболее загрязненных тяжелыми металлами, выявляе-

но увеличение относительной доли микромоноспоровых актиномицетов, по сравнению с фоновыми почвами; в числе типичных представителей комплекса в рекреационной зоне появились стрептовертициллы, которые в зональных почвах обнаруживались как случайные и в незначительном количестве. В урбаноземах, по сравнению с зональными почвами, сократилась представленность антагонистически активных стрептомицетов. Проведенные исследования показывают, что количественный и качественный состав актиномицетного населения урбаноземов при сравнении с фоновыми территориями может дать информацию о степени нарушенности почвенной микробной системы в целом и иметь прогностическую ценность сохранения почвой супрессивности патогенных и оппортунистических видов микроорганизмов.

Для выяснения возможности использования в мониторинге окружающей среды отдельных видов макромицетов проводятся исследования по изучению аккумуляции тяжелых металлов (меди, цинка и свинца) плодовыми телами базидиальных макромицетов в различных по степени загрязнения биотопах города. Уровень суммарного накопления меди, цинка и свинца в плодовых телах грибов, как правило, отражает степень загрязнения ТМ окружающей среды в конкретном биотопе. К числу видов – концентраторов ТМ в городской среде были отнесены виды рода *Ganoderma*, *Chondrostereum purpureum* и *Phellinus igniarius*.

Для ряда видов, например, *Trametes hirsute*, прямая зависимость между накоплением элементов в телах грибов и содержанием в почве не выявлена. В тоже время установлена зависимость содержания цинка и меди в базидиомах *Trametes versicolor* и *Pholiota aurivellus* от концентрации подвижных форм этих элементов в окружающей среде. В условиях повышенного содержания ТМ в почве они накапливают значительно большее количество этих элементов, чем те же самые виды, но в условиях менее загрязнённых городских биотопов, что указывает на потенциал их биоиндикационной значимости в отношении загрязнения среды тяжёлыми металлами.

Под руководством с.н.с., доцента Е. В. Дабах изучается почвенный покров техногенных территорий. Установлено, что максимальные удельные активности радионуклидов приурочены к гумусовым горизонтам почв. Отмечена пространственная неоднородность почвенного покрова, составлены детальные почвенные карты-схемы на опытные участки в районе загрязнённых нитратом аммония Бобровых озер. Предложены мероприятия по биологической очистке вод этих озер. Изучается миграция загрязняющих веществ в водных объектах на территории поймы р. Вятки в районе КЧХК. Показано, что сложное геологическое строение поймы, близкое залегание загрязнённых грунтовых вод и паводковый режим обуславливают разнообразие характера и степени загрязнения пойменных озер. Например, в цепи Бобровых озер распределение по глубинам общей минерализации в двух соседних озерах имеет принципиально различный характер. Проведена эхолотная батиметрическая съёмка этих озер. Выполнены детальные промеры распределения минерализации по глубине кондуктометрическим методом и рассчитаны запасы нитрата аммония в озерах.

Изучением состояния растительности в коллективе лаборатории биомониторинга занимаются доценты, кандидаты наук Е. А. Домнина, Л. В. Кондакова. Для оценки состояния атмосферного воздуха используется биоиндикатор – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Реакции *Pinus sylvestris* L. на наличие загрязняющих веществ в воздухе и почве неспецифичны и отражают общий уровень загрязнения среды химическими веществами различной природы. Для оценки химической нагрузки на фитоиндикатор используется морфологический подход, изучается величина годового прироста основного побега, длина хвои, размеры генеративных органов. В качестве индикаторов атмосферного загрязнения используются также морфологические и анатомические характеристики хвои сосны: изменение окраски (хлороз, некроз), дефолиация, продолжительность жизни.

Отработаны методики лишеноиндикации, согласно которой по проективному покрытию, видовому составу лишайников определяется уровень загрязнения воздуха и определения активности пероксидазы в лишайниках. Установлено, что активность пероксидазы значительно повышается в случае техногенного воздействия и во влажном климате.

Отработан экспресс-метод определения состояния загрязнения атмосферного воздуха по пыльце ряда древесных растений (сосна обыкновенная, береза бородавчатая, яблоня домашняя, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная, липа мелколистная). Установлено, что очень чувствительными к загрязнению видами являются: сосна обыкновенная, береза бородавчатая. В то время как тополь бальзамический является устойчивым к загрязнению. Индикация по пыльце древесных растений отражает экологическое благополучие исследуемой территории и позволяет выявить динамику его изменения.

Доцентом, кандидатом биологических наук С. Ю. Огородниковой проводятся исследования по изучению ферментативной активности почв. В ходе исследований установлено, что под влиянием поллютанта метилфосфоновой кислоты резко меняется активность каталазы. Данный метод можно использовать и в полевых условиях, он экспрессен. Выявлены организмы, являющиеся конечным звеном трансформации МФК в почве. К ним относятся цианобактерии, которые нуждаются в фосфоре как в источнике питания. Данные организмы поглощают МФК и переводят её в другие формы. Отработан метод определения влияния токсикантов на фотосинтетический комплекс растений (пигментный аппарат). Под влиянием загрязнения снижается содержание фотосинтетических пигментов (пожелтение листьев). Это приводит к снижению продуктивности фитоценозов. Проводится изучение влияния низких концентраций метилфосфоновой кислоты (МФК) на морфофизиологические характеристики растений, экспериментом установлено отрицательное действие низких доз метилфосфоновой кислоты на процессы жизнедеятельности растений. Выявлены ответные реакции на действия поллютантов фосфорорганической природы. Доказана тесная коррелятивная зависимость между интенсивностью ПОЛ и количеством мертвых клеток, а также между активностью каталазы и количеством живых клеток в популяции *Nostoc paludosum*. Наиболее простым, доступным и экс-

прессным методом определения токсичности соединений для изучаемого штамма ЦБ является метод определения жизнеспособности клеток с помощью ТТХ.

Доцентом, кандидатом биологических наук С. Г. Скугоревой в течение ряда лет проводится мониторинг атмосферного воздуха по изучению состава снегового покрова. Данные экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха по снеговому покрову позволяют выявлять, с учетом направления ветра, зоны максимального распространения загрязняющих веществ. Построение моделей рассеивания загрязняющих веществ в снеговом покрове по комплексу показателей позволяет спрогнозировать возможные зоны загрязнения при штатной работе объекта и сделать оценку вероятного влияния объекта на окружающую природную среду. С использованием снега как индикатора проводится отработка методов определения в пробах снега (в органической части сухого остатка талой воды) специфических загрязняющих веществ (тяжёлые металлы, фосфор-, сера-, хлор-, мышьяк-, фторорганических соединений).

Кандидатом биологических наук Т. И. Кочуровой выполняются исследования по внедрению в практику экологического мониторинга методов гидробиологического анализа, проводится инвентаризация фауны макрозообентоса, составляются фаунистические списки водных беспозвоночных, выполняются исследования по оценке фонового состояния водных экосистем, установлению класса качества воды водоёмов Кировской области. Накоплен опыт использования биоиндикационных методов (в том числе биотического индекса Вудивисса, олигохетного индекса) при оценке состояния водных экосистем с учетом региональных особенностей. На основании полученных данных определен перечень гидробиологических показателей для рек Кировской области, которые необходимо отслеживать в ходе дальнейшего мониторинга.

В ходе диссертационного исследования С. А. Мальцевой обоснован методологический подход к биотестированию водных объектов как двухкомпонентных систем «поверхностная вода – донные отложения». Предложен интегральный показатель токсичности (B_{max}) проб поверхностных вод и донных отложений, который дает возможность определить класс экотоксикологического состояния водного объекта и ранжировать уровни антропогенных нагрузок на экосистему. Предложена балльная система определения экотоксикологического статуса водных объектов с учетом степени токсичности – поверхностная вода и донные отложения, что позволяет стандартизировать процедуру выражения результатов биотестирования. Выведены уравнения регрессии, описывающие зависимость «концентрация – эффект» при воздействии арсенита натрия на тест-объекты. Определён ряд чувствительности тест-объектов к данному поллютанту.

В организации биологического мониторинга большой интерес представляют микроорганизмы ввиду возможности проводить исследования на очень большом числе особей популяции, обладающих коротким репродуктивным циклом, высокой скоростью размножения и генерации новых поколений. В настоящее время для диагностики токсичности проб почвы, воды, воздуха нами отработываются методики с использованием тест-микроорганизмов с культурами бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, актиномицеты, плесневые грибы, дрожжи, микроскопические водоросли.

В. Ю. Охупкиной доктором медицинских наук, профессором отработана методика биотестирования по тест-организму штамм *Escherichia coli* M17 и подготовлена документация к её аттестации.

Обрабатывается метод анализа флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков различных растительных и животных организмов как интегрального показателя экологического благополучия биоценоза.

Чрезвычайно мощным инструментом поддержки любого вида мониторинга являются технология геоинформационных систем, включающая использование цифровых карт, данных дистанционного зондирования Земли и применения спутниковых радионавигационных систем. В коллективе лаборатории за последние годы данное направление активно развивается под руководством ст.научного сотрудника, кандидата технических наук Г. Я. Кантора, совместно с кандидатом биологических наук А. С. Ольковой, аспирантами А. П. Лемешко, Т. А. Адамович, Е. А. Новиковой. Создаются цифровые карты природно-техногенных территорий, проводится ранжирование лесного покрова, почв по степени устойчивости к техногенному загрязнению. В качестве информативных биоиндикаторов используются эпифитные лишайники, хвоя сосны обыкновенной, содержание хлорофилла и уровень влагообеспеченности зеленых фракций древесной растительности. Кроме того, в рамках научных исследований проводится изучение состояния растительности по результатам дешифрирования космических снимков компонентов природной среды, по которым выявляется степень воздействия техногенного объекта на окружающую среду.

В заключение следует отметить, что по биоиндикационным признакам можно выявлять экологические нарушения при низких уровнях загрязнения, когда еще нет серьезных ограничений для развития растений и опасности для населения, что позволяет принимать меры для предотвращения дальнейшего поступления загрязнителей в окружающую природную среду и не допускать необратимых изменений в экосистемах.

**ОЦЕНКА ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ ВЯТКОПОЛЯНСКОГО РАЙОНА
КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ГРАНИЦЕ ЗЗМ
ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ
В пос. КИЗНЕР УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Е. А. Домнина¹, С. А. Менялин², Т. Я. Ашихмина^{1,3}

¹ *Вятский государственный гуманитарный университет,*

² *Региональный центр государственного экологического контроля
и мониторинга по Кировской области,*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В Российской Федерации в соответствии подписанной 13 января 1993 г. «Конвенцией о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» с 2002 года проводится уничтожение химического оружия. В 2013 году планируется введение в эксплуата-

цию завода по уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской республики. Часть зоны защитных мероприятий находится на территории Вятско-Полянского района Кировской области.

В сентябре 2011 г. сотрудниками Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области и лаборатории биомониторинга ВятГГУ было проведено обследование в пределах Вятско-Полянского района зоны защитных мероприятий, прилегающей к границе Удмуртской Республики.

Целью работы был выбор площадок мониторинга для оценки фоновое состояния окружающей среды: атмосферного воздуха, почвы, поверхностных водных объектов, а также состояния растительности.

Объект по уничтожению химического оружия находится между реками Люга и Тыжма (приток), поэтому особую значимость для исследований представляет р. Люга, которая протекает по территории Удмуртии и на территории Кировской области, впадает в р. Вятка.

На границе Кировской области на р. Люга был заложен участок комплексного мониторинга с описанием луговой растительности, отбором проб атмосферного воздуха, почвы, поверхностной воды, донных отложений и зообентоса для проведения количественного химического анализа, экотоксикологических исследований и гидробиологического мониторинга. На территории Удмуртской республики заложены участки мониторинга в верховьях рек Люга и Тыжма.

Вятско-Полянский район расположен в подзоне хвойно-широколиственных лесов, поэтому в наиболее типичных для данной подзоны сосновом и липовом фитоценозах были выбраны три площадки мониторинга.

На выбранных площадках проведено описание растительности, отобрано 40 проб объектов окружающей среды для количественного химического анализа и экотоксикологических исследований.

В пробах определялась острая токсичность, отравляющие вещества, продукты их деструкции, общепромышленные загрязняющие вещества. Всего проведено 306 компонентоопределений по 42 показателям.

Результаты фоновое мониторинга, проводившиеся до начала функционирования объекта уничтожения в пос. Кизнер Удмуртской республики показали, что отравляющие вещества и продукты их деструкции в исследованных пробах не обнаружены. В ряде проб почв и донных отложений отмечено повышенное содержание хрома, меди и никеля.

По данным биотестирования все исследованные пробы почвы, природной воды и донных отложений острым токсическим эффектом не обладают, пробы атмосферного воздуха также не токсичны.

На каждую точку пробоотбора составлен экологический паспорт, в который занесены результаты фоновое исследования.

Мониторинг состояния окружающей среды в пределах Кировской области на границе зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской республики будет проводиться систематически.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В. Е. Зяблицев, Ю. В. Гырдымова, Е. А. Богомолова
Вятский государственный гуманитарный университет

Современный уровень развития общества предъявляет все более высокие требования к удовлетворению потребностей человека в промышленных товарах и продуктах питания. В результате этого сложилась тенденция расширения промышленной сферы производства, значительный объем продукции которой приходится на выпуск химических товаров. Несовершенство используемых химико-технологических процессов приводит к увеличению количества образующихся промышленных отходов, большая часть которых не находит применения и часто без очистки от опасных и ядовитых компонентов поступает в природную среду. Однако, возможности природных экосистем по естественному обезвреживанию отходов неограничены, угроза экологической катастрофы уже не призрак, а реальность. Наблюдаемые в последнее время природные катаклизмы подтверждают это и свидетельствуют о стремлении природы к оздоровлению, к очистке своего (живого!) организма от навязанных человеком антропогенных факторов.

Какой же выход следует из сложившейся ситуации? Как помочь «очиститься» природе от антропогенных факторов, которые сопутствуют развитию цивилизации? В химической промышленности доступным и менее затратным направлением, по-видимому, является малоотходные экологически безопасные ресурсосберегающие процессы (МЭРП) и создаваемые на их основе промышленные комплексы, объединяющие единым технологическим циклом ряд производств, включающие выпуск продукции и утилизацию образующихся отходов. Для решения этой сложной и ответственной задачи необходим системный анализ научно-технического и экологического уровня действующих и рекомендуемых технологических производственных процессов. Пример формы для такого анализа приведен в табл. Результаты анализа позволяют определить потребность в продукте и соответствие его качества мировым стандартам, установить наличие сырья и энергоресурсов, оценить научно-технический и экологический уровень производства, определить возможность создания МЭРП и промышленного комплекса и оценить затраты и срок их окупаемости. На основании комплексного анализа можно провести выбор наиболее приемлемого технологического процесса и составить технико-экономическое обоснование создания МЭРП и промышленного производственного комплекса.

В СССР направление создания в химической промышленности малоотходных экологически безопасных ресурсосберегающих процессов и промышленных комплексов возникло в начале 80-х гг XX века. Примером такого подхода к решению экологической проблемы является малоотходный экологически безопасный ресурсосберегающий промышленный комплекс получения синтетического глицерина (многотоннажный продукт) хлорным методом. Комплекс объединяет единым технологическим циклом (рис.) производства хлора и

щелочи (диафрагменный метод) и синтетического глицерина (хлорный метод): газообразный хлор и электрощелока (продукты цеха диафрагменного электролиза) используют для получения глицерина (хлор – для синтеза аллилхлорида, электрощелока – для омыления аллилхлорида до глицерина), а образующиеся в производстве глицерина сбросовые растворы хлорида натрия (до 40 т на 1 т глицерина) после очистки от органических примесей (содержание в сбросовом растворе до 50 кг/м³ NaCl и до 5 кг/м³ органических примесей) утилизируют в диафрагменном методе получения хлора и щелочи. Реализация промышленного комплекса позволяет устранить загрязнение природной среды хлоридами и органическими соединениями, уменьшить водопотребление и снизить потребность производства в хлориде натрия.

Таблица

Оценка действующих и рекомендуемых химико-технологических процессов

Объект анализа	Продукт (себестоимость, соответствие мировому уровню)	Сырье и энергоресурсы (наличие, цена)	Отходы (состав, объем использования)	Коэффициент безопасности производства	МЭРП и промышл. Комплекс (наличие возможности создания)	Источник информации
Действующий процесс						
Рекомендуемый процесс						

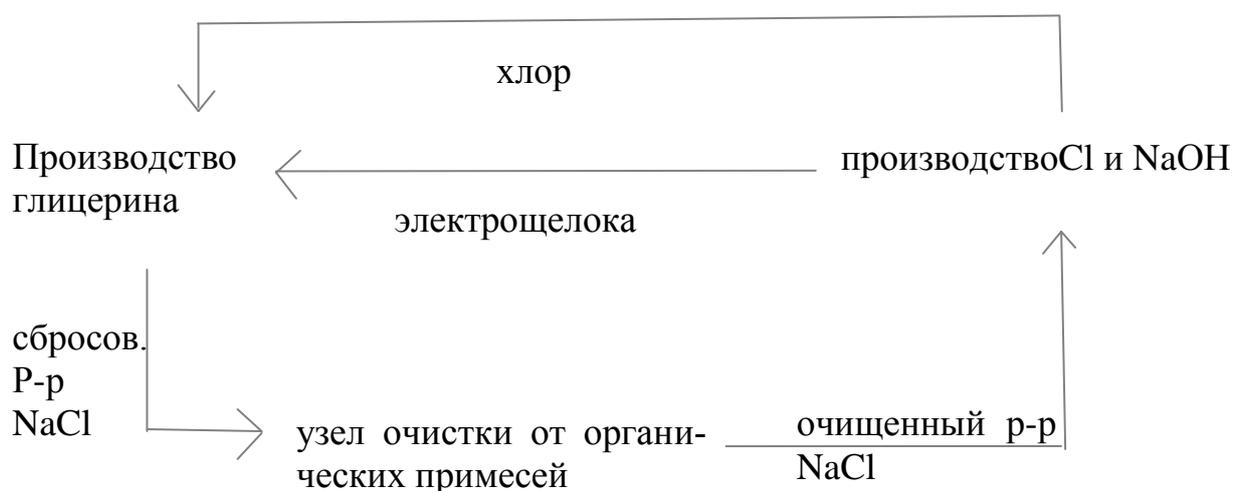


Рис. блок-схема малоотходного экологически безопасного ресурсосберегающего промышленного комплекса производства синтетического глицерина хлорным методом

Разработка малоотходных экологически безопасных ресурсосберегающих химических процессов и создание на их основе промышленных комплексов

связаны со значительными капитальными вложениями. Однако, при наличии поступающего навстречу потока нефтедолларов эта задача реальна и осуществима.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

*С. А. Менялин¹, Т. Я. Ашихмина², Ю. И. Мамаева¹,
Е. А. Домнина², И. В. Панфилова¹*

¹ Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области,

² Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, ecolab2@gmail.com

С 2006 г. на территории Кировской области в Оричевском районе, вблизи пос. Мирный, функционирует объект по уничтожению химического оружия. К настоящему времени на объекте уничтожено более 70% отравляющих веществ от общих запасов их хранения на арсенале.

Государственный экологический мониторинг всех природных сред, а также растительного и животного мира на данной территории проводится специалистами Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области с привлечением учёных Вятского государственного гуманитарного университета.

Одним из важных составляющих мониторинга природных сред является – мониторинг водных объектов, который проводится на территории СЗЗ и ЗЗМ объекта хранения и уничтожения химического оружия по 23 химическим и двум биологическим показателям (токсичность острая и хроническая).

В пробах воды, кроме общепромышленных показателей, определялись специфические загрязняющие вещества. На первых этапах уничтожения химического оружия на объекте обеспечивалась нейтрализация V_x , зарины, жидкого зомана, двойных смесей, а в настоящее время проводится детоксикация вязкого зомана.

В связи с этим в 2011 г. в пробах воды р. Погиблицы, как водоприемнике хозяйственно-бытовых сточных вод пгт. Мирный и объекта УХО определялись наряду с общепромышленными загрязнителями зоман, О – пинаколилметилфосфонат, N – метилпирролидон, кислота метилфосфоновая, спирт изобутиловый, фосфор общий. Проведено 130 измерений по 25 показателям. Всего в этом году было отобрано 15 проб воды из поверхностных водоёмов ЗЗМ объекта УХО и проведено **270** компонентоопределений. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в пробах поверхностных водных объектов не обнаружены. Содержание других определяемых компонентов находилось в пределах установленных нормативов, за исключением содержания фосфат-ионов в пробе воды из Карповых озёр (24.07.2011г) в 2 раза выше ПДК и в пробе воды из реки Большая Холуница (29.08.2011г.) в 5,0 раза выше ПДК. Превышены «фоновые» показатели по содержанию взвешенных веществ в пробах воды из реки Погиблицы (03.10.2011г.) в 2 раза, Карповых озёр (24.07.2011г.) – в 5 раз, реки Пру-

дище (19.06.2011 г.) – в 1,4 раза, реки Вятка в районе с. Истобенск (15.09.2011 г.) – в 5,9 раза.

В пробах воды р. Погиблицы на расстоянии 500 м ниже сброса хозяйственно-бытовых сточных вод обнаружено превышение установленных нормативов (ПДК р.х.) по содержанию железа растворенного – в 4,7 и 4,9 раза. В пробах воды р. Погиблицы на расстоянии 500 м выше сброса хозяйственно-бытовых сточных вод обнаружено превышение ПДК р.х. – по содержанию железа растворенного – в 7,0 и 11,8 раза. Отмеченные превышения нормативов имели место и до начала работы объекта УХО и вероятнее всего это не связано с деятельностью объекта, т. к. кратность превышения норматива по содержанию железа в пробе воды, отобранной ниже сброса хозяйственно – бытовых сточных вод, меньше, чем в пробе, отобранной выше сброса хозяйственно – бытовых сточных вод. Пробы р. Погиблицы до и после сброса хозяйственно – бытовых сточных вод острым токсическим эффектом не обладают, токсичность проб, определенная с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris*, связана с повышенным содержанием железа растворенного.

По результатам анализа на хроническую токсичность проб природной поверхностной воды из р. Погиблицы до и после сброса хозяйственно-бытовых сточных вод, отобранных 18.07.2011 г., можно предположить, что хозяйственно-бытовые сточные воды с очистных сооружений объекта УХО и пгт. Мирный оказывают влияние на общую токсикологическую характеристику воды р. Погиблицы, т.к. хроническая токсичность пробы воды нижнего контрольного створа (т. № 159 н.ст.) установлена с использованием тест-объектов *Daphnia magna* (по подавлению плодовитости) и *Ceriodaphnia affinis* (по гибели тест-объекта), тогда как в фоновом верхнем створе (т. № 159-1 в.ст.) хроническое токсическое действие пробы воды определено только по тест-объекту *Ceriodaphnia affinis* (по стимуляции плодовитости). Повторный анализ проб (дата отбора – 22.08.2011 г.) и ранее отобранных (26.01.2011 г. и 11.04.2011 г.) показал, что хозяйственно-бытовые сточные воды с очистных сооружений пгт. Мирный и объекта УХО не оказывают влияние на общую токсикологическую характеристику воды р. Погиблицы.

Экотоксикологический анализ проб природной поверхностной воды показал, что все исследованные пробы не оказывают острого токсического действия.

Отравляющие вещества и продукты их деструкции в пробах донных отложений не обнаружены. Содержание других загрязняющих веществ без превышений «фоновых» концентраций за исключением содержания мышьяка в пробе донных отложений реки Прудиче, створ в д. Тарасовы, на расстоянии 6,24 км от объекта УХО в восточном направлении в 1,9 раза и в пробе донных отложений реки Б.Холуница, створ д. Поздяки, на расстоянии 14,72 км от объекта УХО в юго-восточном направлении в 10 раз. Отобранные пробы донных отложений обладают допустимой степенью токсичности.

Результаты мониторинга растительного и животного мира в данных местах отбора проб не показывают отклонений от фоновых показателей.

Научное издание

Биологический мониторинг природно-техногенных систем

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

29–30 ноября 2011 г.

Редакторы: Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина

Верстка: Е. М. Кардакова

Допечатная подготовка: ООО «Лобань»

Подписано в печать 17.11.2011 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. п. л. 15,6

Тираж 200 экз. Заказ № 568.

Вятский государственный гуманитарный университет,
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26.

Отпечатано в типографии «Лобань», г. Киров, ул. Большевиков, 50.