



Материалы конференции

# **ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Материалы Всероссийской  
научно-практической конференции  
с международным участием  
27–29 ноября 2007 г.

**ВЫПУСК V**

**ЧАСТЬ 1**

**Киров  
2007**

**Правительство Кировской области**  
**Управление охраны окружающей среды**  
**и природопользования Кировской области**  
**Институт биологии Коми НЦ УрО РАН**  
**Вятский государственный гуманитарный университет**  
**ФГУ «Государственный научно-исследовательский**  
**институт промышленной экологии»**  
**Международный и Российский Зелёный Крест**

# **Проблемы региональной экологии**

## **в условиях устойчивого развития**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
27–29 ноября 2007 г.

**ВЫПУСК V**

**ЧАСТЬ 1**

Киров 2007

ББК 20.1(2Р–4Ки)я431  
П78

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Вятского государственного гуманитарного университета

**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.,  
**С. Ю. Огородникова**, н. с., к. б. н.  
**Г. Я. Кантор**, с. н. с., к. т. н.  
**С. Г. Скугорева**, н. с., к. б. н.

П78 Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции в 2 частях. Часть 1. (г. Киров, 27–29 ноября 2007 г.). – Киров: Издательство ВятГГУ, 2007. – 403 с.

ISBN 978-5-93825-513-5

В сборник Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития» вошли материалы, отражающие современное состояние и перспективы научных исследований в области регионального экологического мониторинга в условиях устойчивого развития, природопользования, оценки и прогнозов антропогенного воздействия на компоненты природной среды, экологической безопасности регионов, промышленной экологии, социально-экологических проблем, а также экологического образования и здоровья населения.

В работе конференции приняли участие руководители и специалисты природоохран-ных организаций, ученые, преподаватели ВУЗов, педагоги, аспиранты, студенты, представи-тели СМИ.

ББК 20.1(2Р–4Ки)я431

ISBN 978-5-93825-513-5

© Вятский государственный  
гуманитарный университет  
(ВятГГУ), 2007

© Институт биологии Коми НЦ УрО  
РАН, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ</b> .....	9
<b>Видякин А. И.</b> Лесоводственная оптимизация лесопользования и лесовосстановления как важнейший фактор экологической безопасности и экономической стабильности в Кировской области.....	9
<b>Кочуров Б. И., Бучацкая Н. В.</b> Образы и оценка эстетического потенциала ландшафтов.....	14
<b>СЕКЦИЯ 1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД И ОБЪЕКТОВ</b> .....	28
<b>Чупис В. Н., Журавлева Л. Л., Иванов Д. Е., Рейтер А. В.</b> Мониторинг – путь к оценке отдаленных экологических эффектов .....	28
<b>Чупис В. Н., Семёновых Ю. А., Менялин С. А., Титова В. А., Ашихмина Т. Я.</b> Обеспечение принципов взаимодействия РЦ СГЭКИМ и территориальных органов Ростехнадзора при осуществлении государственного экологического контроля и мониторинга .....	31
<b>Хрусталева М. А.</b> Геохимическое изучение ландшафтов для целей мониторинга .....	33
<b>Охорзин Н. Д.</b> Агрогенная трансформация почвенного покрова Вятско-Чепецкого междуречья.....	37
<b>Елсаков В. В.</b> Радиолокационная съемка в исследовании почвенно-растительного покрова.....	40
<b>Григорьев Ю. С., Пахарькова Н. В., Сорокина Г. А.</b> Оценка состояния зимнего покоя древесных растений в биомониторинге загрязнения воздушной среды .....	42
<b>Костина В. А., Белкина О. А., Константинова Н. А.</b> Ключевые ботанические территории Мурманской области.....	46
<b>Мальцева С. А., Кондакова Л. В., Ашихмина Т. Я.</b> Биоиндикационные исследования территории дендрологического парка лесоводов Кировской области и рекреационная емкость ландшафта.....	50
<b>Робакидзе Е. А., Торлопова Н. В., Бобкова К. С.</b> Динамика химических элементов снежного покрова в еловом древостое.....	51
<b>Шашкова Т. Л., Григорьев Ю. С.</b> Оперативный биотест на основе трофической активности рачков <i>Daphnia magna</i> .....	55
<b>Морева О. Ю., Климов С. И., Воробьева Т. Я.</b> Гидролого-гидрохимические исследования озер южной части Кенозерского национального парка.....	59
<b>Шарипова М. Ю.</b> Влияние экологических факторов на распределение эпифитона реки Ай.....	63
<b>Гуламанова Г. А.</b> Использование показателей фитопланктона при оценке экологического состояния озер (Республика Башкортостан).....	66
<b>Антонова А. И., Кириллова Е. В., Семенова И. И., Акбердина Р. Х.</b> Определение нитратов в различных овощных культурах .....	69
<b>Михайлов О. А., Мигловец М. Н.</b> Температурный режим болота Медла-Пев-Нюр (Республика Коми).....	71
<b>Нужнова О. К.</b> Влияние температуры на активность особей <i>Pieris napi</i> L. (Lepidoptera, Pieridae) из различных природно-климатических зон России .....	73
<b>Юркина Е. В.</b> Специфика энтомокомплекса на разных этапах сукцессии в хвойных биоценозах естественного и искусственного происхождения .....	77
<b>Железнова Г. В., Шубина Т. П.</b> Некоторые индикационные свойства прибрежно-водных и водных мхов Южного Тимана .....	83
<b>Субботин М. А., Григорьев Ю. С.</b> Замедленная флуоресценция хлорофилла в оценке токсического действия на ряску малую ионов меди и сернистого газа.....	85

<b>Прокопенко И. В., Гиматова Е. С., Андреева Т. С.</b> Сравнительная аккумуляция тяжелых металлов в р. Свияга в пределах г. Ульяновска .....	87
<b>Матвеев Н. М., Матвеев В. Н., Прохорова Н. В.</b> О вовлечении тяжёлых металлов в биогеохимический круговорот в блоке «почва–растения» в агрофитоценозах (на примере Высокого Заволжья) .....	89
<b>Власова Е. С., Григорьев Ю. С.</b> Исследование модификации токсичных свойств тяжелых металлов в воде природных объектов методами биотестирования .....	92
<b>Елькина Г. Я.</b> Токсичность кадмия на подзолистых почвах.....	96
<b>Лукина Ю. М.</b> Флуктуирующая асимметрия листьев <i>Betula czerapanovii orlova</i> L. как показатель качества среды в районе г. Мончегорска (Мурманская область) .....	99
<b>Тимонюк В. М., Мокрушина Н. Н.</b> Опыт использования листьев тополя ( <i>Populus balsamifera</i> ) в качестве биоаккумулятора атмосферных загрязнений .....	102
<b>Домнина Е. А.</b> Содержание спирторастворимого фосфора в эпифитном лишайнике <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. ....	103
<b>Шарапова И. Э., Маслова С. П.</b> Биологическая активность нефтезагрязненной почвы при фиторемедиации и реакция растений на различные уровни нефтезагрязнения... ..	105
<b>Кузнецов М. А.</b> Фракционный состав и динамика поступления древесного опада в ельнике чернично-сфагновом подзоны средней тайги.....	108
<b>Бородина Н. В., Панфилова И. В., Дабах Е. В.</b> Биотестирование проб почв с использованием микроводоросли хлорелла .....	110
<b>Шихова Т. Г.</b> Мониторинг качества воды озер Заречного парка г. Кирова с использованием показателей бентосных сообществ .....	116

<b>СЕКЦИЯ 2 ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ .....</b>	<b>121</b>
<b>Кислицына А. П., Пасынков А. В.</b> Влияние комплексного удобрения АВА на продуктивность ячменя и клевера .....	121
<b>Барина О. Н., Горшкова Т. А.</b> Видовое многообразие как показатель реакции лесных растительных сообществ на степень антропогенной нагрузки.....	123
<b>Беляев В. А., Прокашев А. М.</b> Оценка и прогноз антропогенного воздействия на компоненты природной среды Ветлужского бассейна .....	125
<b>Попов Л. Б., Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Ковина А. Л., Распутин П. Г., Ковин Д. А.</b> Изучение безопасности азидата натрия для высших растений и почвенных микроорганизмов .....	128
<b>Беляев В. А., Прокашев А. М.</b> Оценка масштабов техногенного воздействия на центральные и восточные районы Кировской области.....	131
<b>Боос А. А., Патова Е. Н.</b> Оценка состояния рекреационных водоемов в окрестностях г. Сыктывкара (Республика Коми) .....	133
<b>Шишкина Д. Ю.</b> Историко-геоэкологический анализ как метод изучения динамики экологической ситуации (на примере области войска Донского).....	135
<b>Лобкова Г. В., Губина Т. И.</b> Влияние тяжелых металлов на прорастание.....	139
<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.....	139
<b>Идрисова С. Ф.</b> Экстракционный метод очистки сточных вод производства сложных эфиров.....	142
<b>Костина В. А.</b> Растительность Западного Мурмана и урбанизация.....	144
<b>Орехов П. Т.</b> Аквальные комплексы северной тайги Западной Сибири .....	147
<b>Орехов П. Т., Ерошенко В. И.</b> Реакция растительности севера Западной Сибири на антропогенные нарушения.....	151
<b>Плюснина Е. Н.</b> Применение данных дистанционного зондирования в изучении фитоценозов средней тайги.....	155
<b>Алексеева Р. Н.</b> Болотные заказники бассейна р. Печоры и антропогенное воздействие на них.....	158

<b>Королева Н. Е.</b> Результаты геоботанического обследования районов Западного побережья Баренцева моря (заливы Ура-губа и Ара-губа).....	162
<b>Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Зяблицева Е. В.</b> Биологические функции янтарной кислоты и ее соединений.....	165
<b>Дворников М. Г., Дворникова Н. П.</b> Перспективы реконструкции урбанизированных экосистем бассейна р. Вятка.....	167
<b>Помелов А. В.</b> Защитное и неспецифическое действие микробиологического удобрения Байкал ЭМ–1 на ячмене.....	170
<b>Щеглов А. А.</b> Экология города Кирова на фоне городов Российской Федерации.....	174
<b>Васильева А. Н., Шубина И. А.</b> Оценка экологического состояния воды р. Уржумки .....	177
<b>Трефилова Н. Я., Варава К. В., Самаев С. Б., Ачкасов А. И.</b> Геохимическая оценка современного загрязнения почвенного покрова г. Москвы.....	178
<b>Белякова Т. М., Дианова Т. М.</b> Оценка антропогенного воздействия на городские ландшафты металлургического производства .....	181
<b>Баранцев А. С.</b> Состояние, экологическая значимость, ресурсный потенциал и использование лесов Кировской области .....	185
<b>Соловьев А. Н.</b> К концепции создания природного парка в г. Кирове .....	188
<b>СЕКЦИЯ 3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ .....</b>	<b>193</b>
<b>Грухина Г. Н., Мальцева Л. Г.</b> Состояние источников хозяйственно-питьевого водоснабжения Кировской области и приоритетные направления по улучшению качества питьевой воды .....	193
<b>Курсков С. Н., Растегаев О. Ю., Чупис В. Н.</b> Метод масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в установлении микроэлементного состава вод рек Саратовской области – Волги, Иргиза и Сакмы .....	195
<b>Собчинко Т. П.</b> Мониторинг экологически опасных объектов, загрязняющих водную среду в Кировской области .....	198
<b>Мамаева Ю. И., Панфилова И. В., Недопекина Т. Л., Катаева Н. Г., Фомченко Т. Р., Петров С. В., Кочурова Т. И., Бородина Н. В., Шулятьева Н. А., Олькова А. С., Шишкина Ю. Н.</b> Организация государственного экологического контроля и мониторинга сточных и природных вод в районе действия объекта «Марадыковский».....	201
<b>Кочурова Т. И.</b> Гидробиологический мониторинг поверхностных водных объектов в зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» .....	206
<b>Ашихмина Т. Я., Титова В. А., Менялин С. А., Мамаева Ю. И.</b> Государственный экологический контроль и мониторинг деятельности объекта «Марадыковский» .....	210
<b>Менялин С. А., Титова В. А., Мамаева Ю. И., Родыгин К. С., Ржанникова А. А., Талантов С. В., Кибишев А. М.</b> Государственный экологический контроль за установленными нормативами выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух объекта уничтожения химического оружия .....	213
<b>Ашихмина Т. Я., Титова В. А., Менялин С. А., Мамаева Ю. И., Панфилова И. В., Кантор Г. Я., Паламарчук С. В.</b> Программное и аналитическое обеспечение государственного экологического контроля и мониторинга на объекте .....	217
<b>Панфилова И. В., Ашихмина Т. Я., Шулятьева Н. А.</b> Использование методики определения острой интегральной токсичности проб с применением тест–системы «Эколюм».....	220
<b>Титова В. А., Ашихмина Т. Я., Панфилова И. В., Родыгин К. С., Недопекина Т. Л., Ржанникова А. А., Талантов С. В., Кибишев А. М., Шишкина Ю. Н., Олькова А. С.</b> Экологический мониторинг почв в районе эксплуатации объекта уничтожения химического оружия .....	223

<b>Ашихмина Т. Я., Кантор Г. Я., Панфилова И. В., Домнина Е. А., Огородникова С. Ю., Кочурова Т. И., Дабах Е. В., Кондакова Л. В., Олькова А. С.</b> Организация системы биологического мониторинга на территории СЗЗ и ЗЗМ ОУХО.....	226
<b>Ашихмина Т. Я., Адамович Т. А.</b> Проблемы радиоактивного загрязнения на территории Кировской области.....	228
<b>Родыгин К. С., Зяблицев В. Е., Ашихмина Т. Я.</b> Деструктивное окисление фосфорорганических соединений.....	231
<b>Зяблицев В. Е., Родыгин К. С., Зяблицева М. П., Ашихмина Т. Я., Зяблицева Е. В.</b> К вопросу утилизации ядовитых и опасных органических веществ и промышленных отходов.....	234
<b>Марьин В. И., Растегаев О. Ю., Черников С. Н., Скворцов И. М., Чупис В. Н.</b> Исследование серосодержащих соединений, входящих в состав продуктов детоксикации вещества типа $V_x$ , методом хромато-масс-спектрометрии.....	236
<b>Растегаев О. Ю., Федоренко Е. В., Толоконникова Т. П., Панкова Р. М., Чупис В. Н.</b> Определение суммарного содержания фосфорорганических соединений (общего фосфора) в природных средах в районах расположения объектов УХО.....	238
<b>Растегаев О. Ю., Рыжков А. В., Рыжков В. А., Чупис В. Н.</b> Рентгенофлуоресцентное исследование и оценка состояния почв в районе расположения объекта УХО в пгт. Горный Саратовской области.....	243
<b>Растегаев О. Ю., Толоконникова Т. П., Малишевский А. О., Чупис В. Н.</b> Исследование состава и свойств отходов, образующихся при уничтожении люизита и его двойных и тройных смесей.....	245
<b>Растегаев О. Ю., Миндолина Ю. И., Растегаев Ю. О., Чупис В. Н.</b> Использование графических методов в представлении гидрохимической информации.....	248
<b>Шишкина Ю. Н., Дабах Е. В.</b> Оценка содержания подвижного фтора в почвах в окрестностях объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский».....	250
<b>Алексеев В. А., Цапок М. В., Старовойтов И. Л.</b> Оценка экологической безопасности в зонах влияния химически опасных объектов.....	252
<b>Новикова Е. А.</b> Изучение влияния серосодержащих соединений на природные поверхностные и подземные воды района уничтожения химического оружия «Марадыковский».....	256
<b>Недопекина Т. Л.</b> Изучение содержания мышьяка в почвах на границе СЗЗ и ЗЗМ ОУХО № 1205 в первый год его эксплуатации.....	261
<b>Демьяненко А. В., Шингаренко Т. А.</b> Химико-аналитический контроль компонентов природной среды ЗЗМ ОХХО Щучанского района Курганской области.....	264
<b>Петухова И. Ю.</b> О государственных приоритетах в вопросах обеспечения промышленной безопасности.....	267
<b>Петухова И. Ю.</b> Отношение удельного выброса загрязняющих веществ к площади территории, как показатель загрязнения атмосферы на примере Кировской области.....	271
<b>Растегаев О. Ю., Ильин В. Ф., Заварзин В. А., Симоненко Н. С., Малишевский А. О., Чупис В. Н.</b> Разработка газохроматографических методик анализа фосфорорганических отравляющих веществ в промышленных выбросах и атмосферном воздухе для целей контроля экологических нормативов и оценки состояния окружающей среды.....	274
<b>Растегаев О. Ю., Толоконникова Т. П., Черников С. Н., Миндолина Ю. И., Чупис В. Н.</b> Разработка методики анализа серосодержащих соединений в промышленных выбросах и атмосферном воздухе, образующихся при уничтожении вещества типа $V_x$ .....	279
<b>Евдокимова Т. В.</b> Оценка воздействий на окружающую среду: научная задача и практический опыт (на примере работ Института биологии Коми НЦ УрО РАН).....	280

<b>Плотникова О. М.</b> Изучение показателей активности перекисного окисления липидов при интоксикации метилфосфоновой кислотой .....	285
<b>Олькова А. С.</b> Воздействие пирофосфата натрия на целлюлозоразлагающую активность почв Кировской области в условиях полевого опыта .....	287
<b>Хаймин В. А.</b> Разработка региональной системы управления охраной окружающей среды .....	290
<b>Арчегова И. Б., Дегтева С. В., Таскаев А. И.</b> Теоретические основы концепции рационального природопользования и практические подходы к их реализации на примере Республики Коми .....	293
<b>Тимонюк В. М., Большакова Е. В., Синцова Ю. Н.</b> Определение железа в образцах мха в зоне влияния ОУХО .....	298
<b>Евсеев В. В., Крашакова О. А., Несговорова Н. П., Савельев В. Г., Шумкова О. М.</b> Динамика вторичного восстановления ценозов на пирогенно нарушенных территориях ....	299
<b>СЕКЦИЯ 4 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ .....</b>	<b>304</b>
<b>Акчурина Н. М.</b> Модель взаимодействия банков, страховых компаний и инвестиционных групп в обеспечении экологически устойчивого развития региона .....	304
<b>Мартынов В. В., Рязанов С. В., Чупис В. Н.</b> Мониторинг окружающей среды в районах расположения атомных станций.....	306
<b>Чупис В. Н., Мартынов В. В., Рязанов С. В.</b> Организация экологического мониторинга атомных станций.....	309
<b>Ахметшина А. Р.</b> Роль предприятий в экологоохранной деятельности.....	313
<b>Исаева Л. Г., Лукина Н. В.</b> Мониторинг окружающей среды в зоне влияния медно-никелевого производства.....	316
<b>Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Зяблицева Е. В.</b> К вопросу о малоотходных ресурсосберегающих промышленных комплексах.....	319
<b>Журавлева Л. Л., Рейтер А. В., Ковалев Д. В.</b> Согласованный по времени отбор проб – необходимое условие эффективного контроля за работой биологических очистных сооружений.....	322
<b>Потравный И. М., Вега А. В.</b> Соблюдение экологических требований при строительстве объектов олимпийского комплекса на территории Сочинского национального парка .....	325
<b>Леушина А. П., Данилов Д. Н., Зяблицева Е. В.</b> Маломатериалоемкие технологии легирования полупроводниковых материалов германием и индием .....	328
<b>Хитрин С. В., Токарев А. А.</b> Возможности синтеза биodeградирующих полимеров на основе $\epsilon$ -капролактама и углеводов .....	331
<b>Хитрин С. В., Фукс С. Л., Девятерикова С. В., Казиенков С. А., Земцова М. А., Гребенева Т. А.</b> Исследование влияния отходов политетрафторэтилена при получении композиционного покрытия фосфат-политетрафторэтилен.....	332
<b>Масляная О. В., Востротина И. Ф.</b> Проблема повышенной жесткости водных объектов Коломенского региона Московской области.....	335
<b>Жвакина О. А., Жвакина М. А.</b> Метод аэробной стабилизации при переработке осадков сточных вод Архангельского ЦБК.....	340
<b>Кречетов П. П., Королева Т. В.</b> Оценка иммобилизующей способности почв районов падения отделяющихся частей ракет-носителей по отношению к компонентам ракетного топлива.....	343
<b>Алексеев В. А., Хедр А., Козаченко Е. М.</b> Снижение влияния аварийных выбросов в системах фильтрации сточных вод .....	346
<b>Леушина А. П., Маханова Е. В., Данилов Д. Н.</b> Возможность использования интегральных и дифференциальных электрохимических сенсоров на серо- и свинецсодержащие газы в экологической практике.....	350



<b>Артамонова Ю. В., Короткова Е. В., Лабунская В. И., Огурцов К. Н.</b> Влияние СВЧ – излучения на биологический и химический состав пластовых вод.....	351
<b>Идрисова С. Ф.</b> Основные моменты решения проблем очистки промстоков производства бутилацетата .....	354
<b>Идрисова С. Ф.</b> Изучение десорбции угля AP-3 инертным газом.....	356
<b>Снытко В. А., Фролова Н. Л., Широкова В. А.</b> Экологическое состояние северо-двинской шлюзованной системы.....	357
<b>Пронина Е. В., Закиров Р. К., Ахмадуллина Ф. Ю., Сироткин А. С., Хузаянов Р. Х.</b> Некоторые аспекты промышленного использования низкочастотного ультразвука в процессах водоочистки .....	360
<b>Свиридов А. В., Онучин А. И., Акаев О. П., Зверева Ю. В.</b> К вопросу утилизации кремнегеля в производстве фанеры .....	363
<b>Акаев О. П., Гунин В. В., Акаева Т. К., Артеменко В. Г.</b> Исследование и разработка технологии карбонатного нитрофоса .....	366
<b>Воронцова О. Н., Кокрятская Н. М.</b> Влияние стоков архангельского ЦБК на распределение соединений углерода и серы в донных отложениях устья Северной Двины.....	367
<b>Воронцов К. Б.</b> Перспективы промышленного использования лигносульфонатов, выделенных в результате очистки сульфитно-щелоковых сред методом осаждения .....	371
<b>Макаров А. И., Слободчиков А. М.</b> Содержание свинца в природных образцах Малмыжского района .....	373
<b>Новичкова Е. А., Подковкин В. Г.</b> Изменение морфометрических параметров подсолнечника «Поволжский 8» в зоне действия электромагнитного поля ЛЭП-110 Кв .....	374
<b>Новичкова Е. А., Подковкин В. Г.</b> Влияние электромагнитного поля ЛЭП-110 Кв на фотосинтетическую активность подсолнечника «Поволжский 8».....	377
<b>Шишкин Е. А.</b> Экологическая химия углерода.....	381
<b>Князева Л. И., Титлянов В. И.</b> Проблема качества атмосферного воздуха в городе Кирове.....	383
<b>Крупин А. В., Мамуров Т. Т., Домрачева Л. И., Попов Л. Б.</b> Улучшение плодородия небольших объёмов почвы путём внесения в неё спиртовой (зерновой) барды.....	388
<b>Мамуров Т. Т., Крупин А. В., Домрачева Л. И.</b> Поиск микроорганизмов, активных в разложении твёрдых бытовых отходов .....	390
<b>Гревцева М. А., Штина Э. А.</b> Динамика фито- и зоопланктона в прудах биологической очистки (на примере ЗАО «Дороничи») .....	392
<b>Габидуллина Г. Ф.</b> Состав водорослей активного ила .....	396
<b>Скугорева С. Г.</b> Рост растений как индикатор загрязнения почв ртутью.....	398
<b>Печенкина Е. С.</b> Исследование процесса электродиализа в растворах хлорида цинка.....	402

## ДОКЛАДЫ ПЛЕНАРНОГО ЗАСЕДАНИЯ

### ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. И. Видякин*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

В 1992 г. Конференция ООН по окружающей среде и развитию с особой тревогой отметила, что в результате хозяйственной деятельности человека на нашей планете постоянно увеличивается содержание загрязняющих веществ, углекислого газа, что вызывает парниковый эффект, повышение температуры атмосферы, а это может привести к глобальной экологической катастрофе.

По мнению учёных очищение воздушной среды и восстановление баланса углекислоты в атмосфере возможно за счёт сохранения и увеличения лесистости Земли. Лес, как подтверждают многочисленные исследования [5–9], действительно является важнейшим звеном глобального кругооборота углекислоты и кислорода, одним из основных факторов регулирования климата планеты, мощным средством очистки атмосферного воздуха от загрязнения, главным механизмом повышения плодородия почв.

Однако лесистость планеты постоянно снижается. В 1800 г. она составляла 47–57%. В последующие 200 лет было уничтожено более половины лесов планеты [3]. По данным космического мониторинга к концу 80 годов XX века лесистость Земли снизилась до 27%.

Самую высокую лесистость имеет Россия (45,3%) [2]. Этим лесам принадлежит решающая роль в обеспечении экологической безопасности человечества. На национальном уровне леса России рассматриваются с точки зрения единства их экономической, экологической и социальной значимости [3, 5]. В связи с отмеченным значением для страны и планеты в целом российские леса должны рационально, длительно и неистощительно использоваться, своевременно и качественно восстанавливаться.

Это можно осуществлять на основе лесоводственной оптимизации данных процессов, дифференцированной по отдельным регионам в связи со спецификой их экономических и природных условий, состоянием и динамикой лесного фонда, направленностью лесовосстановительных процессов. Необходимость такой оптимизации в Кировской области актуальна, так как существующие правила, наставления и инструкции носят общий характер. Рассмотрим, как можно улучшить лесопользование и лесовосстановление в Кировской области

и, как следствие этого, сохранить и повысить экономическую и природоохранную значимость лесов.

Лесами в области занято 8,1 млн га. Общий запас древесины 1,22 млрд м<sup>3</sup>, в том числе возможный для эксплуатации спелых и перестойных древостоев – 450 млн м<sup>3</sup>. Лесистость области 69%. На долю хвойных насаждений приходится 53% лесопокрытой площади.

За последние годы в лесном фонде Кировской области наметился ряд негативных явлений. Прежде всего, это касается возрастной структуры и состава лесов. Например, с 1956 по 2006 гг. в два раза сократились площади приспевающих хвойных лесов – ближайшего резерва лесозаготовок, что создаёт угрозу перспективам развития лесозаготовительной промышленности. Общая площадь берёзовых насаждений за этот период увеличилась на 24%, а осиновых – на 41%. Это свидетельствует о наличии устойчивой негативной тенденции смены хвойных насаждений мягколиственными. Основная причина этого – переруб расчётных лесосек по хвойному хозяйству в период с 1957 по 1990 гг. (табл. 1).

Таблица 1

**Использование расчётной лесосеки по хвойному хозяйству  
в лесах Кировской области за 1957–2000 гг.**

Годы	Расчётная лесосека по хвойным породам, тыс. м <sup>3</sup>	Объёмы фактической заготовки древесины хвойных пород, тыс.м <sup>3</sup>	Использование расчётной лесосеки по хвойным породам, %
1957–1960	43553	59500	137
1961–1970	80100	120900	151
1971–1980	73000	88330	121
1981–1990	64010	64794	101
1991–2000	51723	32714	63

Общая годовая расчётная лесосека, составляющая 15,7 млн м<sup>3</sup>, за последние годы осваивается всего на 40–45%, объём заготовки древесины к 2006 г. по сравнению с 1990 г. снизился более чем в два раза, что ведёт к накоплению запасов спелых и перестойных насаждений, к ухудшению их санитарного состояния, к снижению природоохранных функций.

К числу негативных явлений в лесовосстановлении, по нашему мнению, относится оставление около 25% площадей вырубок под естественное зарастание. Это очень много. Без своевременного проведения рубок ухода в молодняках на этих вырубках произойдёт смена хвойных пород на лиственные.

Всё это свидетельствует о необходимости определённой корректировки применяемых подходов в лесопользовании и лесовосстановлении. При этом надо исходить из того, что эти виды деятельности представляют собой две взаимосвязанные стороны единого процесса, направленного на замену старого поколения леса молодым. То есть применяемые системы, виды рубок главного пользования и их организационно-технические элементы должны обеспечивать наиболее эффективное лесовозобновление. Лесопользование должно быть таким, чтобы оно: 1) обеспечивало непрерывность и рациональность использования лесов; 2) сохраняло и усиливало водоохранные, защитные и средообразующие функции лесов; 3) обеспечивало условия для воспроизводства лесов.

Эти условия лесопользования реализуются в процессе лесоустроительных работ путём расчёта и оптимизации размера годовой расчётной лесосеки, в процессе изучения лесоводственно-таксационной характеристики насаждений, лесорастительных условий и выбора с учётом их основных организационно-технических элементов рубок, а также при проведении лесосечных работ с сохранением подроста и источников обсеменения вырубок.

Оптимизация лесопользования, по нашему мнению, может сводиться к следующему. Ежегодный объём лесопользования должен строго соответствовать годовой расчётной лесосеке. Недоруб и переруб её приводят к нежелательному изменению возрастной структуры насаждений и, как следствие этого, к нарушению принципа постоянства лесопользования.

Известно, что естественное лесовозобновление на вырубках может быть предварительным за счёт имеющегося под пологом материнского насаждения подроста, сопутствующим, появляющимся одновременно с рубкой древостоя и последующим, когда формирование нового поколения леса происходит после рубки.

Для надёжного обеспечения последующего лесовозобновления в хвойных насаждениях следует строго соблюдать следующие организационно-технические параметры: форма лесосеки – прямоугольная, направление лесосеки – с севера на юг, ширина лесосеки – не более 50 м в подзоне хвойно-широколиственных лесов и 100 м – в таёжной зоне, направление рубки – с востока на запад, способ примыкания лесосек – непосредственный, срок примыкания лесосек – 4–5 лет. Кроме того, при проведении сплошнолесосечных рубок на вырубках должны обязательно оставаться семенники в виде отдельных деревьев, групп или куртин деревьев с обязательной минерализацией почвы для лучшего прорастания семян.

В лесах области необходимо шире применять постепенные рубки, которые при правильном проведении обеспечивают очень хорошее сопутствующее естественное возобновление даже в неблагоприятных лесорастительных условиях. В подтверждение этого приведу такой пример. В генетическом резервате сосны Вятскополянского опытного лесхоза возраст насаждений составляет 160–180 лет. Происходит процесс естественного разрушения древостоев. Подроста сосны нет, так как почвы богатые и поэтому имеется густой подлесок липы, под пологом которого самосев сосны, как породы очень светолюбивой, не формируется. Однако под пологом материнских насаждений сосны в большом количестве появился подрост ели, который хорошо переносит затенение подлеском липы. За счёт этого самосева сформировался второй ярус ели. Он обеспечивает естественную смену сосны елью, что приведет к потере генофонда высокопродуктивной популяции бурецкой сосны, запас которой на некоторых участках составляет 500–600 м<sup>3</sup> на 1 га. В 2003–2004 гг. по нашим рекомендациям здесь были проведены постепенные двухприёмные опытно-производственные рубки с удалением в первый приём 50% сосны, второго яруса и подроста ели, а также подлеска липы, проведено содействие естественному возобновлению путём бороздной минерализации почвы. Результаты рубок превзошли наши ожидания.

По данным учёта в 2006 г. на отдельных делянках имелось до 100–130 тыс. молодых растений сосны на 1 га (табл. 2).

Таблица 2

**Количество самосева сосны на участках опытно-производственных  
двухприёмных постепенных рубок в генетическом резервате сосны  
Бурецкого лесничества Вятскополянского лесхоза  
по данным учёта в 2006 г.**

№ квартала	№ делянки	Площадь делянки, га	Год проведения рубки	Количество самосева сосны на 1 га, тыс.шт.
38	1	3,25	2004	87
38	2	6,36	2003	100
38	3	5,30	2003	55
38	4	2,20	2003	131
47	1	2,00	2004	88

С лесоводственной и экономической точек зрения очень эффективно предварительное возобновление леса за счёт сохранения в процессе рубки подроста главных пород. Известно, что это обеспечивает сокращение оборота рубки на 20–30 лет. Это означает, что насаждение, сформировавшееся из подроста, можно будет рубить не через 100, а через 70–80 лет.

Сохранение подроста обеспечивается при строгом соблюдении технологии лесосечных работ. Она проста, достаточно эффективна и в основном заключается в следующем: 1) погрузочные площадки и трелёвочные волока размещаются в местах с минимальным количеством подроста; 2) ширина прорубаемых трелёвочных волоков должна быть не более 5 м; 3) лесосеки на избыточно увлажнённых почвах разрабатываются в зимний период; 4) валка деревьев осуществляется вершиной на волок, а их трелёвка за вершину; 5) применяется хорошо зарекомендовавший себя узколесосечный способ рубки [1, 4].

В разновозрастных еловых древостоях надо шире применять выборочный способ рубок, обеспечивающий одновременно постоянство лесопользования данным участком леса и сохранение его природоохранных функций. При этом следует особо подчеркнуть, что проводимые в лесах Кировской области выборочные рубки в еловых насаждениях на влажных почвах с интенсивностью выборки деревьев 45%, как это рекомендуется в проектах организации и ведения лесного хозяйства, всегда дают отрицательный результат, так как оставшаяся часть древостоя в связи с большой изреженностью вываливается ветром, создавая захламлённость, повышенную пожарную опасность, плохое санитарное состояние лесов.

Известно, что лесовосстановление должно осуществляться на зонально-типологической основе. Исходя из этого, необходимо установить оптимальный баланс площади естественного и искусственного возобновления леса. По имеющимся данным в подзоне средней тайги доля лесных культур в общем объёме лесовосстановления должна составлять 30%, в южной тайге – 50%, в смешанных лесах – 70% [6]. Расчёты показывают, что лесные культуры в Кировской области должны создаваться примерно на 35% площади вырубок. На остальной

площади вырубок надо применять преимущественно естественное возобновление лесов.

При обсуждении проблемы лесовосстановления нельзя не отметить решающую роль рубок ухода в формировании насаждений. Это важнейший способ улучшения состава и качества лесов, повышения их продуктивности. Анализ проектов ведения лесного хозяйства показывает, что вторым лесоустроительным совещанием, как правило, принимаются более низкие объёмы рубок ухода в молодняках по сравнению с теми, что рекомендуют проектанты. Это недопустимо, так как неизбежно приведёт к смене хвойных насаждений на мягколиственные.

Искусственное лесовосстановление неразрывно связано с обеспечением лесокультурных работ ценными по наследственным свойствам семенами. Для их производства в Кировской области создана постоянная лесосеменная база, ежегодно создаются объекты единого генетико-селекционного комплекса. Площадь лесосеменных плантаций составляет 107 га. Создаётся семенная плантация ели в Белохолуницком лесхозе и сосны в Суводском лесхозе-техникуме. Их создание базируется на принципах, так называемой плюсовой селекции, направленной на повышение продуктивности леса. При этом на основе отобранных в насаждении быстрорастущих плюсовых деревьев, не прошедших генетическую оценку по росту их семенных потомств, закладываются лесосеменные плантации первого порядка (ЛСП–1), прошедших генетическую оценку – лесосеменные плантации второго порядка (ЛСП–2).

Исследования показывают, что использование ограниченного количества исходных плюсовых деревьев при закладке плантаций, неизбежно приведёт к уменьшению генетической изменчивости будущих лесов. Если исходить из концепции генетической гетерогенности популяций как мобилизационного резерва вида, то снижение генетической изменчивости искусственных лесов, созданных из плантационных семян, может привести к весьма опасным, непредвиденным и даже необратимым последствиям.

Несмотря на это, Вятскополянский опытный лесхоз, расположенный на юге области, продолжает снабжать семенами сосны почти все лесхозы области. Впоследствии это обязательно приведёт к нарушению существующей коадаптации и интеграции генетических систем в популяциях и, как следствие этого, к снижению устойчивости и продуктивности сосновых лесов.

Более того, данная схема селекции совершенно бесперспективна для повышения продуктивности лесов, так как по результатам наших 30-летних исследований генетический сдвиг не превышает 1–2%. Поэтому надо срочно сократить объёмы создания ЛСП–1 и увеличить темпы закладки испытательных культур плюсовых деревьев. Кроме того, необходимо уменьшить район перемещения семян с ЛСП на север области, ограничившись хотя бы широтой г. Кирова.

Приходится также констатировать, что в нашей области полностью прекратились работы по сохранению генофонда основных лесобразующих пород путём выделения лесных генетических резерватов.

Оптимизация лесопользования и лесовосстановления как основа коренного улучшения количественных и качественных показателей лесного фонда, обеспечения многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов, а также воспроизводства их ценными древесными породами на селекционно-генетической основе может быть успешно решена только общими усилиями науки и производства.

К сожалению, в нашей области в настоящее время нет ни одной научно-исследовательской организации по проблемам леса. У нас, в отличие от соседних регионов, нет также высшего учебного заведения по подготовке специалистов лесного хозяйства.

### Литература

1. Аглиуллин Ф. В. Способы восстановления ельников на сплошных вырубках // Лесное хозяйство. 1981. № 1. С. 16–18.
2. Леса России. М.: ВНИИЛМ, 2002. 48 с.
3. Лесное хозяйство России: от пользования – к управлению / Писаренко А. И., Страхов В. В. М.: ИД Юриспруденция, 2004. 552 с.
4. Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Лесоводство. Екатеринбург: Уральская государственная лесотехническая академия, 2001. 282 с.
5. Писаренко А. И., Страхов В. В., Дмитриева Л. И. Лесное хозяйство после Конференции ООН 1992 г. по окружающей среде и развитию: критерии и индикаторы устойчивого развития. М.: ВНИИЦлесресурс. Обзорная информация, вып. 3. 1995. С. 1–24.
6. Писаренко А. И. Лесовосстановление и лесоразведение – основа решения глобальных проблем изменения климата // Лесное хозяйство России: начало третьего тысячелетия. М.: ВНИИЛМ, 2003. С. 31–47.
7. Побединский А. В. Совершенствовать способы рубок в лесах первой группы // Лесное хозяйство. 1987. № 1. С. 24–28.
8. Побединский А. В. Сохранять и усиливать средообразующую роль лесов // Лесное хозяйство. 1989. № 10. С. 2–4.
9. Страхов В. В., Писаренко А. И., Борисов В. А. Глобализация лесного хозяйства. М.: ВНИИЦлесресурс, 2001. 400 с.

## ОБРАЗЫ И ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАНДШАФТОВ

*Б. И. Кочуров, Н. В. Буцацкая*

*Институт Географии РАН, Мордовский государственный университет  
inacol@mail.ru*

Природный ландшафт всегда был привилегированным предметом искусства, науки, литературы, творчества у всех народов. В одних случаях природа рассматривалась с позиций физического или анемического восприятия; в других - в ней видели основу существования, основу часто загадочную и непостижимую, это выражалось в мифах, сказаниях, преданиях. Ландшафт, рассматриваемый исключительно как предмет возвышенный, был также источником радости и удовольствия, предметом созерцания и познания, мерой всеобъемлющего абсолюта. Сознвая свое превосходство, человек стремится возвыситься над природой, обретая в этом источник вдохновения, источник энергии.

С древних времен природа рассматривалась как *исходный материал*, сырье. Земля, вода, воздух образуют используемые материалы, который человек пытается постоянно измерить, подчинить, как бы померится силой с самой природой, подчеркнуть свое превосходство. Линия горизонта, воздушный поток, лазурное небо, проносящиеся облака, ветка гибкая и напряженная от дуновения ветерка, шелест листвы – все это образует единый зрительный образ ландшафта. Даже, казалось бы, пассивное созерцание ландшафтов дает человеку эстетический опыт, эмоциональный заряд.

Поиски идеальных пропорций, общих правил, общего ключа к столь разным и столь непохожим, а нередко и противоположным составляющим ландшафта, чаще всего приводят в тупик. Тем не менее действительность такова. Природный ландшафт дает возможность *диалога*, казалось бы, между противоположными компонентами природы и человеком. Кажется, невозможно найти ни общего, смысла, ни единой единицы измерения образа ландшафта. Ландшафт – это то, что постоянно меняется, это нечто что всякий раз оказывается не таким, как задумано и не таким, как ожидается, он всегда предмет *опыта*. Во всех случаях природа, зримый образ ландшафта есть то, что здесь, в нашем распоряжении, или перед нами, чтобы быть наблюдаемой, используемой, представляемой, служить предметом наслаждения и оценки, чтобы существовать для нас или демонстрировать наше бессилие, чтобы быть жизненной силой, веселым рассветом и в тоже время темной зловещей ночью.

Эстетическое восприятие мира зародилось еще в древней Греции – Платон, Аристотель, в Риме – Гораций. Они сходились во мнении, что красота и гармония есть основа мироздания. Формирование научного мировоззрения, развитие философской мысли, сопровождалось активным исследованием окружающей среды и рассматривалось как единый, неделимый организм с присущей ему красотой внешнего мира. Несмотря на то, что окружающий нас мир с географической точки зрения уже казалось бы, полностью изучен, все же остается непостижимой визуально воспринимаемая красота.

В научной сфере на протяжении многих веков познание окружающего нас мира шло по пути расчленения, когда глубокому исследованию и анализу подвергались не единое целое, а отдельные его составные части. Таким образом, чувственное восприятие, эмоциональная окраска всего окружающего присутствовала, но в то же время как бы растворялась, как само собой разумеющееся во всех сферах деятельности как научной, так и практической.

Познания красоты, гармонии окружающего мира всегда были востребованы, но субъективность и неоднозначность, а самое главное отсутствие возможности измерения, необъяснимость этих явлений привели к тому, что многие ученые считают, что познание красоты окружающей нас природы – эта область ненаучная, область искусства.

Между тем у географии, как не у одной другой науки, существует очевидная связь с искусством. Например, более чем полезны для эстетической оценки ландшафтов использование накопленных знаний, колоссальный опыт в области восприятия света, тени, образов, видов и т. д. в живописи. На протяжении многих веков живопись считалась средством познания, позволяющая за



случайными, единичными явлениями увидеть то всеобщее, что делает его упорядоченным и гармоничным.

Формирование научного мировоззрения, развитие философской мысли сопровождалось активным исследованием окружающей среды, и мир рассматривался как единый, неделимый организм с присущей ему красотой. Вопросы красоты и гармонии волновали человечество всегда, что и определяет повышенный интерес к изучению эстетических способностей окружающей нас среды и ее ландшафтов.

В последние десятилетия в географии и геоэкологии формируется самостоятельное направление – «эстетика ландшафтов». Несмотря на то, что окружающий нас мир с географической точки зрения уже достаточно изучен, эстетика ландшафтов, используя различные подходы и методы, позволяет нам по-иному взглянуть на проблемы современного соприкосновения человека и природы. Она пытается преодолеть непонимание среди российских географов, считающих ее область не вполне научной.

Особенность эстетики ландшафтов в том, что она находится в процессе «вечного становления» будучи научным направлением и не всегда однозначным. Ее пытаются втиснуть в рамки какого-то направления в географии. По мнению В. А. Николаева [1, 2], это направление должно развиваться в рамках современного ландшафтоведения, Ю. А. Веденин определяет ей место в рамках «культурной географии» [3], Б. Б. Родоман [4, 5] рассматривает особенности и закономерности формирования современного ландшафта, широко используя понятие «красоты ландшафта», определяя его как вдохновляющий ресурс в рамках «теоретической географии». Геоморфологи разрабатывают новое геоморфологическое направление «эстетика рельефа» [6]. Еще ранее эстетическое направление в изучении ландшафтов разрабатывалось в рамках территориальной планировки – краеустройства [7], а также рекреационной географии [8] и т. д. Но совершенно очевидно, что ей тесно в рамках любого из этих направлений.

На наш взгляд, «эстетика ландшафтов» – это особое научное направление, изучающее внешний вид ландшафта (пейзаж) как особый вид возобновляемого природного ресурса, влияющий на психологическую комфортность человека.

Задачами эстетики ландшафтов являются: изучение особенностей формирования и пространственно-временного распределения эстетических ресурсов ландшафтов; классификация и систематизация ландшафтов по эстетической привлекательности; исследование ландшафтов как материальной основы пейзажа с точки зрения эстетической ценности; измерение и оценка эстетичности ландшафта; сохранение и каталогизирование наиболее красивых и типичных пейзажей для будущих поколений, исследование особенностей воздействия энергии ландшафтов на человека.

Объектом исследования является пейзаж – это внешний вид ландшафта, воспринимаемый человеком, он ограничивается углом обзора и глубиной перспективы. Согласно К. И. Эрингиса и А.-Р. А. Будрюнуса, пейзажем называют ландшафт в пределах видимости [7]. С этой точки зрения ландшафт является

материальной основой пейзажа. Пейзаж, со своей стороны, есть динамичная система, изменяющаяся во времени и зависящая от воспринимающего субъекта, его демографической, этнической, социокультурной и иных характеристик, видимое пространство, зримый ландшафт [9].

Междисциплинарное положение на стыке естественных и гуманитарных (история, археология, эстетика, ландшафтоведение, психология, архитектуры и т. д.) наук создает определенные трудности при выборе и использовании методов изучения пейзажных компонентов ландшафта. Основной путь преодоления возникающих трудностей заключается в совмещении разнонаправленных знаний гуманитарного и естественнонаучного характера, то есть их интегрирование и синтез. Такую возможность обеспечивает геоэкологический подход, позволяющий рассматривать данную проблему в пространственно-временных аспектах взаимодействия общества и природной среды с учетом не только географического аспекта, но и социальной, культурной, этнической, экономической сторон, то есть на уровне геоэкосоциосистемы [10, 11, 12].

Оценка эстетических ресурсов с применением геоэкологического подхода дает возможность осуществить комплексный анализ современного ландшафта с учетом как природных, так и социально-экономических особенностей территории. Ландшафт, испытывая определенное давление со стороны социума, одновременно обладает определенным эстетическим потенциалом со знаком плюс или со знаком минус и активно влияет на эмоциональную, психологическую комфортность человека.

Анализ уже разработанных методик показал, что существуют два основных направления при изучении эстетических ресурсов. Первый – это оценка пейзажей на ограниченной территории, в основном при маршрутном движении, где используется множество показателей, не только характеризующих свойства ландшафта, но часто включающих эмоциональную составляющую. Такая методика оценки применима для небольших территорий в основном полифункциональных, имеющих различный природоохранный статус, где большой упор делается на природную составляющую ландшафта. Правда, в последние годы большое внимание уделяется сочетанию зеленых зон и их элементов и застройке городских территорий.

Второе направление – это, по сути, инвентаризационный анализ больших территорий, которые включают в себя не только природную составляющую, но и существующую реальность преобразованного человеком ландшафта (элементы антропогенного ландшафта). Данное направление дает возможность применить геоэкологический подход к эстетической оценке территории и планированию тех или иных видов деятельности, позволяет производить комплексную визуально-эстетическую оценку ландшафтов с учетом природных и этнокультурных особенностей территории. Именно это направление в науке в наименьшей степени разработано и имеет наибольшие перспективы.

Несмотря на неодинаковые подходы, названные направления эстетической оценки не противоречат друг другу, они различаются только уровнем, глубиной и масштабом оценки.

Используя отдельные составляющие методик исследования [7, 17, 18, 19], нами на примере территории Мордовии был разработан свой методический подход. В качестве объекта исследования были выбраны пейзажи (пейзажные картины). Объективно ландшафты различаются между собой возможностью формирования разнообразных или однообразных пейзажей. Совокупность впечатлений от пейзажей создает обобщенный визуальный образ ландшафта или пейзажную выразительность. Под *пейзажной выразительностью* понимается потенциальная возможность возникновения пейзажей разной степени многообразия и выразительности в пределах определенного ландшафтного пространства [17]. Именно на региональном уровне потенциальная способность ландшафта (пейзажная выразительность) позволяет перейти от оценки отдельных пейзажей в натуре к обобщенной оценке образа ландшафта. Таким образом, оценке подлежит не отдельно взятый пейзаж, который открывается лишь с определенной видовой точки, а ландшафтная среда, именно ее потенциальная возможность формировать те или иные виды пейзажей.

Для проведения ландшафтно-эстетических исследований Республики Мордовии использовалась ландшафтная карта Республики Мордовия масштаба 1 : 200 000, характеризующая природные условия территории. По этой карте прокладывались маршруты. Местоположение, направление и протяженность маршрутов выбирались с таким расчетом, чтобы они позволили наиболее полно охарактеризовать эстетические особенности выделенных ландшафтов. При маршрутных исследованиях были получены около 1 000 фотоснимков, проведены их привязка, описание и анализ, составлена карта-схема расположения видовых точек.

Первоначально, при полевых исследованиях в качестве операционной единицы использовались типы ландшафтов и местностей. Но в дальнейшем, используя применяемые в архитектуре понятия – «визуальное пространство» или «ландшафтные бассейны» [20], границами которых являются хребты и возвышенности, были выделены особые территориальные единицы - пейзажные комплексы и ареалы.

Под **пейзажным комплексом** нами понимается участок территории, образующий природно-антропогенную геосистему, в которой сочетание разных ландшафтов формирует однородный внешний вид, с присущей ему красотой местности. В пределах пейзажных комплексов по специфическим визуальным особенностям ландшафтов выделяются пейзажные ареалы. Их границы не совпадают с природно-генетическими границами ландшафтов и местностей, а проходят по возвышенным участкам, которые ограничивают восприятие ландшафтов.

На основе обобщенных данных полевых и камеральных работ, ориентируясь на визуальный образ ландшафтов, были выделены 4 пейзажных комплекса и 18 ареалов (рис. 1).

Выделение пейзажных комплексов осуществлялось, исходя из сочетания компонентов ландшафта, оказывающих существенное влияние на его внешний вид. В каждом из выделенных пейзажных комплексов по доминирующему признаку выделялись пейзажные ареалы. При этом доминирующий элемент (элементы) одной группы часто становился вспомогательным в других группах и

наоборот. Это позволяет выявить как эстетически наиболее ценные места, так и те особенности ландшафтов, которые определяют направление их дальнейшего использования, в том числе и в рекреационных целях.

Оценка и классификация пейзажей является наиболее сложной при исследовании эстетической ценности ландшафтов. До недавнего времени возможность определения типа пейзажей была трудоемкой и требовала натурных исследований. Развитие компьютерных технологий позволяет моделировать возможность формирования пейзажей различной сложности и компоновки, оценивать их характеристики, производить анализ. ArcView ГИС – простая в использовании геоинформационная система, обладающая неограниченными возможностями географического анализа [14].

С помощью ГИС технологий составлена база данных с использованием таких функций как горячая линия и взаимная видимость (intervisibility). Установка и использование горячей линии является способом получения информации и возможностью оперативного доступа при просмотре, анализе базы данных. Эта функция ГИС дает возможность делать ссылки на видовые изображения местности и получать моментальные изображения пейзажа (рис.1).

Подключение функции взаимной видимости (intervisibility) позволяет анализировать участок более сложным образом, моделировать возможность обзора и многое другое.

С помощью анализа взаимной видимости можно определить тип пейзажа и их классифицировать по разным основаниям и т. д. Эта функция широко применяется в архитектуре при планировании объектов, которые должны быть либо хорошо видны, либо скрыты.

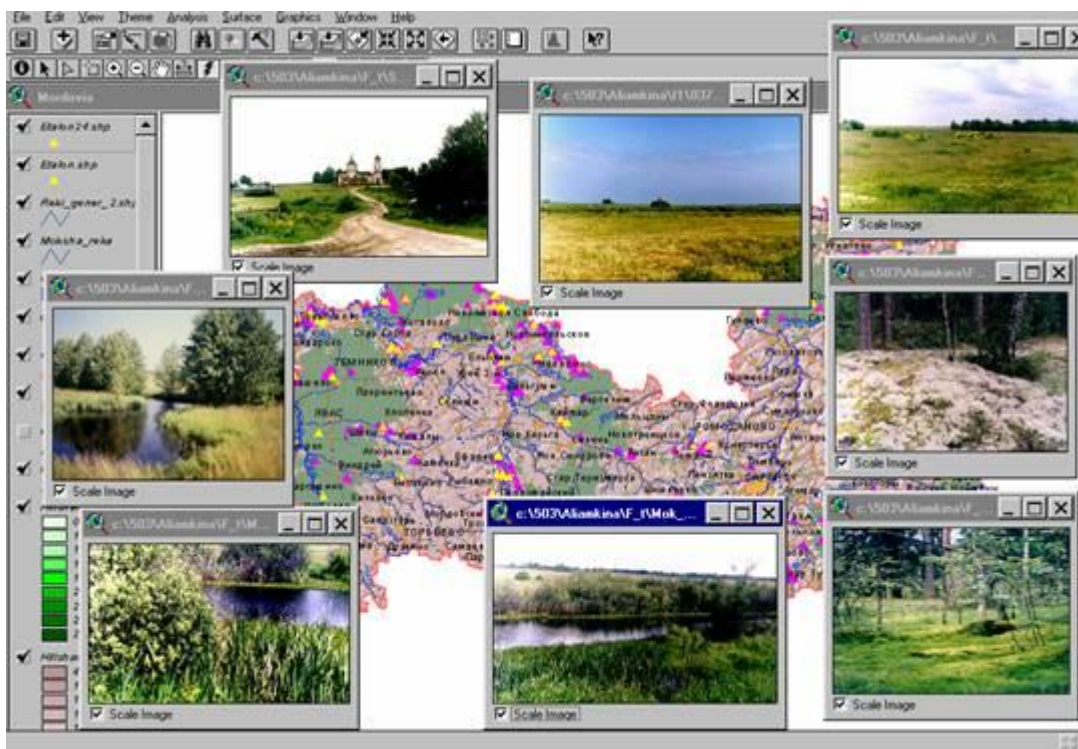


Рис. 1 Подключение функции «горячая связь» при оценке изображений

По каждому ареалу отбирались наиболее типичные пейзажные картины, которые в большей степени характеризуют потенциальную возможность формирования определенных типов пейзажей, характерных для данной территории. Затем эти материалы были предложены экспертам для проведения оценочных работ.

Известно немало попыток экспертной оценки с привлечением высококвалифицированных специалистов-художников, фотографов-пейзажистов, путешественников, природоведов, т. е. людей, имеющих «наметанный» глаз в отношении красот природы и богатый запас пейзажных ассоциаций. Одна из первых попыток экспертной оценки пейзажей была предпринята К. Д. Файнсом [21]. Он предложил создать экспертную комиссию для оценки пейзажей по снимкам и фотографиям. В дальнейшем фотографии, с проставленными на них баллами можно было бы использовать для оценки пейзажей в качестве эталонных образцов. Ю. А. Веденин и В. С. Преображенский [8] также предлагают использовать при эстетической оценке пейзажей специальные эталоны, выполненные в виде рисунков или серии фотографий различных пейзажей. При этом, оценка ландшафтов значительно отличается с позиций архитектора, строителя, биолога, географа. Можно сказать, что такой опыт оценки местностей имеет достаточно длительную историю, так как он широко использовался и используется при составлении различных путеводителей, где фотоматериал наиболее красивых пейзажей является ключевым в формировании представлении о территории.

Полученные характеристики пейзажных ареалов, фотоматериалы, отобранные нами в качестве эталонов наиболее типичных пейзажных картин Мордовии, по каждому ареалу были предложены независимым экспертам (всего 25 человек) – специалистам географам и биологам. Оценка пейзажной выразительности проводилась по определенным критериям, которые требуют специальных знаний, так как, зрительная система человека синтезирует то, что мы видим и то, что мы знаем об объекте. При формировании визуального образа к нашему глазу присоединяются не только чувства, но и деятельность нашего мышления. Пейзажная картина не просто точная ксерокопия, а истолкованное изображение, которое наше сознание сопровождает словесной легендой и ассоциируется с ранее приобретенной информацией. Поэтому целесообразно провести подбор экспертов. Эксперт должен иметь информацию о состоянии природной среды на исследуемой территории и, по-возможности иметь определенную подготовку.

Оценка пейзажной выразительности или эстетического потенциала проводилась нами на основе анализа различных свойств ландшафтов. С этой целью была разработана таблица оценки признаков эстетичности (табл.1). При ее составлении были использованы методики различных авторов [7, 8, 19, 22]. Оценка пейзажной выразительности имеет интегральный характер и складывается из экспертной оценки отдельных пейзажных признаков. Все показатели оцениваются по двух-, трех- и четырехступенчатой градации от 0 до 3 баллов. Максимально возможное количество баллов – 30 (наивысшая пейзажная выразительность).

По предложенной оценочной шкале была проведена оценка пейзажных ареалов по четырем основным категориям.

К первой категории относятся признаки, которые характеризуют визуальное восприятие ландшафтов – наиболее субъективный фактор. Оценке подлежали четыре, наиболее значимых на наш взгляд, признака: наличие доминанты, многоплановость, красочность, натуральность.

Вторая категория – это оценка структурных особенностей ландшафтов: выразительность рельефа (характер рельефа, склонов и экспозиция); обилие водных поверхностей (наличие водных объектов и их просматриваемость); пространственное разнообразие растительности (залесенность и характер размещения); наличие природоохранных и уникальных объектов (наличие и разнообразие природоохранных объектов). Именно эта категория по всем существующим методическим разработкам характеризует эстетичность пейзажей.

В третьей категории оцениваются антропогенные изменения ландшафтов и наличие акцентов историко-архитектурного и эстетического значения.

Четвертая категория - это пригодность территории для рекреации. Оценивалась она по двум признакам: пригодность территории для отдыха (с точки зрения доступности) и наличие рекреационных территорий в данном ландшафте.

Полученные данные были обработаны и проанализированы. По каждому пейзажному ареалу получены средние оценочные показатели признаков и общая балльная характеристика пейзажей.

Таблица 1

Шкала оценки пейзажной выразительности

Признаки пейзажной выразительности		Шкала оценок	
Общее впечатление от пейзажа	Наличие доминанты	Не выделяется	0
		Выделяется	1
	Многоплановость	1 плана	0
		2–3 плана	2
более 3 планов		1	
Красочность	Невыразительная	0	
	Изменяется раз в вегетационный период	1	
	Меняющаяся чаще	2	
Натуральность (девственность)	Измененный	0	
	Частично измененный	1	
	Девственный	2	
Выразительность рельефа	Характер рельефа	Ровная местность	0
		Слабо холмистая	1
		Сильно холмистая	2
	Характер склонов	Выпуклые	0
		Сложные,	1
		Вогнутые, прямые	2
Экспозиция склонов	Более 50% северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции	1	
	Более 50% южной, юго-восточной и юго-западной экспозиции	2	

Признаки пейзажной выразительности		Шкала оценок	
Обилие водных по- верхностей	Характер размещения и величина водных объектов	Сухие балки, редкие малые ручьи и озера Средние озера и реки; частые малые озера и ручьи Крупные реки с долинными комплексами, озера	0 1 2
	Просматриваемость водных объектов	Плохая – закрыта растительностью или скрыта в рельефе Хорошая – просматривается, формирует пейзаж	1 2
Пространственное разнообразие растительность	Тип пространств	Закрытые – с залесенностью 60% Открытое – с залесенностью менее 20% и сверхоткрытые Полуоткрытое.....20–60%	0 1 2
	Характер размещения	Только насаждения специального назначения Небольшие площади роц и полноценные леса Местами образуют массивы, скопление рассеянных роц	0 1 2
Природо- охранных и уникальных объектов	Наличие и разнообразие природоохранных объектов	Нет Однообразные Многообразные	0 1 2
Антропогенное воздействие	Степень и характер изменения	Условно измененные Слабо измененные Рационально преобразованные	1 2 3
	Наличие архитектурных акцентов историко-культурного и эстетического значения	Нет Есть	0 1
Использование территории в рекреационных целях	Пригодность территории для отдыха	Неудобная (труднодоступная или интенсивно используемая в хозяйственной деятельности территории) Удобная (экстенсивно используемая в хозяйственной деятельности, легкодоступная территория)	0 1
	Наличие рекреационных территорий	Территории эпизодического отдыха Стационарные (санатории, базы отдыха, детские оздоровительные учреждения)	0 1
Максимальное количество баллов			30

Методами математической статистики проведен анализ значимости, выделенных и оцениваемых признаков эстетичности пейзажных ареалов на территории Мордовии. Были рассчитаны ранговые корреляции между признаками, далее осуществлен факторный анализ и проведена классификация пейзажных групп на основе кластерного метода.

Так, многоплановость связана только с четырьмя факторами. Наиболее тесная связь просматривается с характером рельефа ( $r=0,67$ ) и антропогенными изменениями местности ( $0,64$ ), что, в общем, закономерно – именно холмистость определяет формирование многоплановых или одноплановых пейзажей,

а антропогенные объекты способны формировать дополнительные планы. Наблюдается связь многоплановости (0,50) и с формой склонов. Так вогнутый склон может скрыть ближние планы и тогда воспринимаемый пейзаж будет иметь меньше планов.

Красочность оказывает опосредованное влияние на пейзажную выразительность и является наиболее динамичным показателем. Поэтому она имеет только значимые связи с доминантой, наличием антропогенных изменений и антропогенных акцентов в пейзаже, многоплановостью (цветовая гамма способна скрыть или подчеркнуть ее), а также с характером рельефа. Красочность пейзажа играет в основном фоно-формирующую роль для всех вышеперечисленных признаков, поэтому коэффициент корреляции не превышает 0,6.

Натуральность или девственность имеет наибольшую связь с наличием и разнообразием природоохранных объектов, а также с использованием территории в рекреационных целях. ООПТ и рекреационные объекты, как правило, располагаются в наименее измененных ландшафтах, которые создают впечатление девственности. В свою очередь эти объекты тяготеют к водным объектам. И, напротив, имеет обратную связь (-0,84) с характером антропогенной измененности.

Считается, что характер рельефа наиболее сильный и значимый фактор для определения пейзажной выразительности. Однако слабая расчлененность рельефа приводит к тому, что положительная корреляционная связь наблюдается только с пятью признаками, из которых наиболее значимыми являются два: многоплановость и форма склонов.

Форма склонов тесно взаимосвязана с характером рельефа, наличием антропогенных акцентов, а также с многоплановостью. Она имеет только значимые связи с экспозицией склонов и просматриваемостью водных объектов.

Наличие водных объектов, их количественные и качественные показатели тесно связаны с наличием доминанты (0,83) и с использованием территории в рекреационных целях. Значимыми также являются следующие признаки: натуральность и многообразие природоохранных объектов.

Тип пространства (залесенность) связан с характером распределения растительности, просматриваемостью водных объектов. Имеет связь с наличием доминанты и природоохранными объектами. Проявляется обратная связь (от -0,11 до -0,31) с группой признаков рельефа (характер рельефа, многоплановость, экспозиция склонов). Чем выше залесенность, тем ниже показатели этих признаков, так как растительность (сплошные лесные массивы) заслоняет и сглаживает элементы рельефа.

Природоохранные и уникальные объекты имеют наиболее значимую связь с водными и рекреационными объектами и значимую – с девственностью, залесенностью и просматриваемостью водных объектов. Природоохранные объекты, как правило, расположены в долинах рек и на труднодоступных залесенных участках. Антропогенное изменение ландшафта влияет на количество и состояние природоохранных объектов, на это указывает коэффициент корреляции (-0,58).



Антропогенное изменение ландшафтов оказывает существенное влияние на формирование многоплановости и красочности воспринимаемого ландшафта, а также тесно связано с наличием архитектурных акцентов историко-культурного и эстетического значения. Но в большей степени здесь проявляются обратные связи. Чем значительнее антропогенные изменения, тем ниже показатели девственности ( $-0,84$ ), наличие особо охраняемых территорий ( $-0,58$ ), пригодность территорий для отдыха и наличие рекреационных зон (от  $-0,44$  до  $-0,52$ ).

Проведенный *факторный анализ* полученных данных позволил сделать вывод о наличии четырех основных факторов, которые в основном определяют эстетическую ценность ареала (табл. 2).

Таблица 2

Распределение признаков эстетической ценности ландшафтов

Признаки	Коэффициент чувствительности признаков к факторам			
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
Наличие доминанты	<b>0,76</b>	0,32	0,35	0,10
Многоплановость	0,05	<b>0,78</b>	0,02	0,21
Красочность	0,16	<b>0,85</b>	0,06	0,08
Натуральность (девственность)	<b>0,64</b>	$-0,48$	$-0,44$	$-0,20$
Характер рельефа	$-0,10$	<b>0,66</b>	$-0,22$	<b>0,63</b>
Характер склонов	$-0,10$	0,28	0,19	<b>0,89</b>
Экспозиция склонов	<b>0,53</b>	0,05	$-0,24$	<b>0,71</b>
Наличие водных объектов	<b>0,91</b>	0,19	$-0,03$	0,02
Просматриваемость водных объектов	0,41	$-0,10$	<b>0,58</b>	0,54
Тип пространств	0,10	$-0,19$	<b>0,88</b>	$-0,13$
Характер размещения	0,19	0,18	<b>0,70</b>	$-0,00$
Наличие и разнообразие природо-охранных объектов	<b>0,73</b>	$-0,51$	0,19	0,13
Степень и характер изменения	$-0,49$	<b>0,79</b>	0,21	0,00
Наличие архитектурных акцентов значения	$-0,24$	0,42	<b>0,62</b>	0,37
Пригодность территории для отдыха	<b>0,73</b>	$-0,30$	0,26	0,26
Наличие рекреационных территорий	<b>0,89</b>	$-0,06$	0,08	$-0,09$
Вклад в общую дисперсию, %	28	22	16	15

Абсолютная величина коэффициентов свидетельствует о значимости того или иного фактора в определении признака, а знак ( $-$ ) о направлении его действия. Жирным шрифтом выделены наиболее значимые связи признаков, которые имеют наибольшую нагрузку по тому или иному фактору, жирным курсивом – значимые, а курсивом признаки, имеющие обратную связь.

**Первый** фактор наиболее значимый в определении эстетической ценности территории включает признаки, определяющие характер водных объектов и, во многом связанными с ними, рекреационные территории и наличием ООПТ. Водные объекты, как уже отмечалось, являются наиболее привлекательными элементами пейзажей и поэтому часто выступают как доминанты, а особо охраняемые территории расположены в своем большинстве именно в до-

линах рек. Основные зоны отдыха так же тяготеют к водным объектам. Первый фактор больше всего отражает состояние и характер водных объектов и связанных с ним других признаков. Они выступают как определяющие эстетические ресурсы.

**Второй** фактор может быть охарактеризован как сложность структуры пейзажных комплексов и их красочность. Высокие нагрузки по данному фактору имеют такие признаки как характер рельефа и антропогенное изменение ландшафтов. Можно утверждать, что в данном случае наблюдается прямая зависимость сложности структуры (многоплановости) от этих двух признаков.

**Третий** фактор определяется типологическими характеристиками пространства (степень открытости) и ее внутренней структурой (характером размещения) и зависящими от них просматриваемостью как водных объектов, так и архитектурных акцентов историко-культурного и эстетического значения.

**Четвертый**, наименее значимый фактор, определяется характеристиками рельефа. Незначительное влияние рельефа на эстетическое восприятие ландшафта (15%) объясняется слабой расчлененностью исследуемой территории.

С помощью *кластерного анализа* по выделенным признакам была проведена классификация пейзажных ареалов, что позволило выявить типы ареалов со сходными признаками эстетичности (рис. 2).

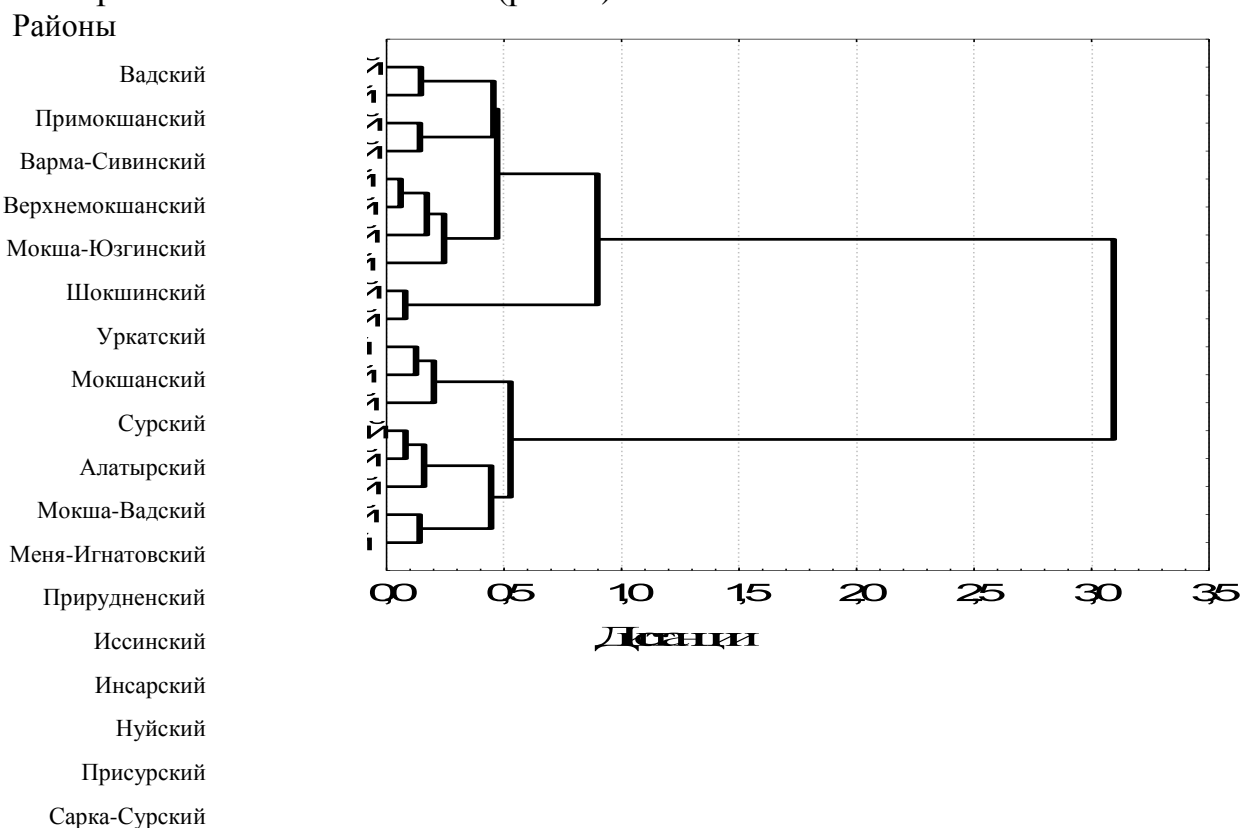


Рис. 2. Кластерная классификация пейзажных ареалов по признакам эстетичности (метод Варда)

Такая классификация наглядно показывает формирование пейзажных кластер-групп по ведущим признакам, определяющим эстетичность ареалов.

Для каждого кластера и пейзажного ареала рассчитаны: площадь в км<sup>2</sup>, площадь в процентах от общей площади республики, удельная эстетическая ценность в процентах и коэффициент эстетической ценности.

По результатам исследования была составлена соответствующая карта ландшафтно-эстетических пейзажных групп Республики Мордовия (рис. 3).

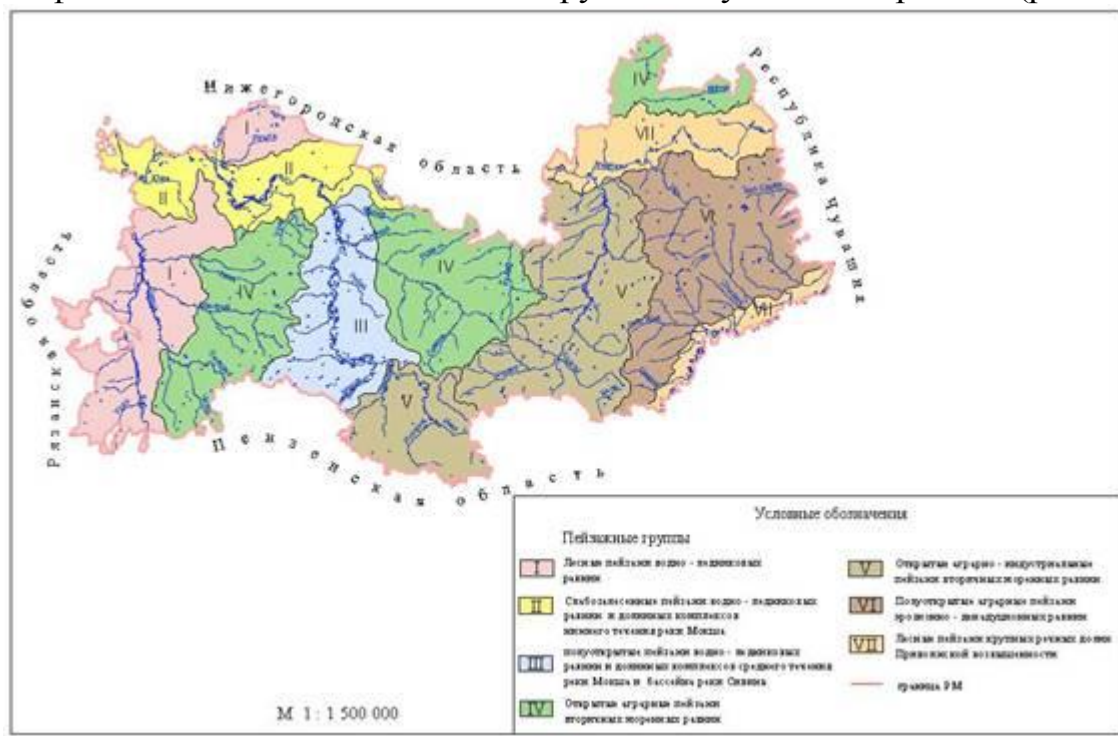


Рис.3 Ландшафтно-эстетические пейзажные группы (кластеры) на территории Мордовии

### Литература

1. Николаев В. А. Эстетическое восприятие ландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5 География 1999. № 6. С. 10–15.
2. Николаев В. А. Феномен пейзажа // Вестник Моск. Ун-та. Сер.5. География. 2002. № 6, С. 12–19.
3. Культурная география. М.: Институт наследия, 2001. 192 с.
4. Родоман Б. Б. Пейзаж России, Вопросы истории естествознания и техники. № 3, 1993 С. 63–85.
5. Родоман Б. Б. Об устойчивом ландшафте. Раздел: К устойчивому развитию. // Сила тяготения. Издание Правительства Всемирного Союза Охраны Природы для стран СНГ. М., 2000, № 4. С. 8–10.
6. Лихачева Э. А., Некрасова Л. А. Анализ ландшафта с позиции экологии и эстетики рельефа // Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология)/ Отв. ред. Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев. М.: Медия-пресс, 2002. С. 308–345.
7. Эрингис К. И., Будрюнас А.-Р. А. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. Вильнюс, 1975. С. 107–159.
8. Веденин Ю. А., Преображенский В. С. Теоретические основы рекреационной географии. М.: Наука, 1975. 224 с. Николаев В. А. Эстетическое восприятие ландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 1999. № 6, С 6–18.
9. Воскресенский С. Г., Уставщикова С. В. Ландшафт и пейзаж: общность и различия как объектов географии (структура и функционирование) // Структура, функционирование,

эволюция природных и антропогенных ландшафтов. М.-СПб., Рус. геогр. об-во, 1997. С. 265–267.

10. Кочуров Б. И. Геоэкология: экодигностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999, 154 с.

11. Кочуров Б. И. Новые геоэкологические и социально-экологические термины и понятия // Проблемы региональной экологии, 1997, № 3. С. 5–12.

12. Кочуров Б. И. Развитие геоэктерминов и понятий// Проблемы региональной экологии, 2000, № 3. С. 5–8.

13. Бучацкая Н. В. Геоэкологический подход к эстетической оценке ландшафта. Автореф. Дисс. на соиск. уч.степени к.г.н. М., 2002. 20 с.

14. Бучацкая Н. В., Тюрина Н. А. Эколого-эстетическое картографирование. // // XXXII Огаревские чтения: Материалы науч. конф.: В 2 ч. 4.2. Естественные и технические науки / Сост.: О.И. Скотников, С.С. Трemasкина; Отв. За вып. В.Д. Черкасов. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. С. 72.

15. Бучацкая Н.В., Кочуров Б. И. Эстетика ландшафтов как современный раздел географии // Проблемы региональной экологии. Москва – Смоленск: Маджента, 2004. № 6. С. 14–18.

16. Бучацкая Н. В. Геоэкологический подход к эколого-эстетической оценке ландшафтов Мордовии // Сборник трудов молодых исследователей географического факультета МГУ им. Н. П. Огарева. Вып.7. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. С. 25–28.

17. Меллума А. Ж. Особо охраняемые природные объекты на староосвоенных территориях (На примере Латвийской ССР). Рига: Зинатне, 1988. 224 с.

18. Меллума А. Ж. Проблема охраны и формирования ландшафтов в Литовской ССР // Охрана природы в Латвийской ССР. Рига: Зинатне, 1972. С. 5–13.

19. Фролова М. Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов. Вестн. Моск.ун-та. Сер. 5, география. 1994. № 2.

20. Крогиус В. Р. Город и рельеф. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.

21. Fines K. D. Landscape evaluation: a research project in East Sussex. – Reg. Stud., 1968, 2, 1, 41–55.

22. Мухина Л. И., Принципы и методы технологической оценки природных комплексов. М.: Наука, 1973. 96 с.

# СЕКЦИЯ 1

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД И ОБЪЕКТОВ

### МОНИТОРИНГ – ПУТЬ К ОЦЕНКЕ ОТДАЛЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

*В. Н. Чупис, Л. Л. Журавлева, Д. Е. Иванов, А. В. Рейтер  
ФГУ ГосНИИЭНП, Саратов*

Промышленно развитые страны прежде других ощутили приближение экологического кризиса. Еще в 1970-х годах они предприняли природоохранные меры законодательного характера, выработали и в последующем реализовали определенную стратегию взаимодействия с окружающей средой, т. е. применили экологически ориентированные методы управления.

Оценка состояния окружающей среды может быть проведена при анализе состояния окружающей среды, включающего исходное состояние и охватывающего выполнение требований законодательных и нормативных актов, экологических аспектов, отражающих уровень воздействия на окружающую среду, а также оценку соблюдения требований внутренних и внешних стандартов, установленных правил и норм [1–3].

Основным способом оценки состояния окружающей среды является внедрение системы экологического мониторинга окружающей среды, позволяющей оценить деятельность предприятий в соответствии с законодательными актами, а также уровень выполнения требований и условий регламентирующих и разрешительных документов.

В отличие от государственного экоаналитического контроля, в процессе которого оценивается работа по соблюдению установленных нормативов (предельно допустимых выбросов (сбросов), лимитов размещения отходов, система экологического мониторинга обеспечивает возможность оценить динамику качества компонентов окружающей среды в районах техногенного воздействия промышленного объекта и способности ее к восстановлению за длительный период.

Постановлением Правительства РФ от 23 июля 2004 г. № 372 на Федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды возложены функции государственного мониторинга окружающей природной среды, а именно: государственного мониторинга атмосферного воздуха; государственного мониторинга водных объектов в части охраны поверхностных водных объектов; ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении.

Постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004 г. № 401 за Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору закреп-

лены функции контроля за соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, т. е. осуществлению государственного экологического контроля за соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха; за соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами, а также по принятию нормативных правовых актов, контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия (в том числе в области обращения с отходами производства и потребления).

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в период своей деятельности занималась мониторингом окружающей среды, но никогда не занималась качеством санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон защитных мероприятий (ЗЗМ), влиянием техногенного воздействия промышленных предприятий, так как эти функции выполняли комитеты по охране окружающей среды, а позднее Главные управления природных ресурсов.

ФГУ ГосНИИЭНП накоплен огромный опыт контроля и мониторинга окружающей среды объектов уничтожения химического оружия. На опыте многолетней работы объекта УХО п. Горный создана и отработана эффективная система контроля подобного рода объектов с характерной только для них методической и приборной базой, подготовлены высококвалифицированные кадры лабораторий, а также организованы службы экологического контроля и мониторинга на объектах силами стационарных и передвижных постов.

Приобретенный опыт распространяется в настоящее время на другие объекты уничтожения химического оружия. Надо отметить, что полученная на объектах УХО практика, позволяет быстро и эффективно развернуть систему мониторинга на вновь вводимых предприятиях не только по химическому разоружению, но и на других опасных промышленных объектах.

Вышеназванные документы, регламентирующие функции Ростехнадзора и Росгидромета, а также многолетний опыт проведения государственного контроля и мониторинга объектов уничтожения химического оружия, позволил впервые разработать систему консолидированного Порядка государственного экологического контроля источников загрязнения и проведения мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий.

ФГУ ГосНИИЭНП, как базовый институт от лица Ростехнадзора и ФУ «Научно-производственное объединение «Тайфун» от лица Росгидромета в этом «Порядке», принимают на себя совместные действия по производству и развитию системы государственного контроля и мониторинга объектов УХО.

«Порядком» предусмотрена единая нормативно-методическая база аналитического обеспечения, нормируемые критерии, по каждому объекту разработаны перечни контролируемых ингредиентов, графики периодичности отбора проб.

Кроме того, формирование государственных информационных ресурсов в области охраны окружающей среды, единообразие государственного фонда результатов наблюдений состояния загрязнения на территории деятельности объ-

екта, позволит производить обработку и распространение данных за любой интересующий потребителя информации период.

Совместный «Порядок» Ростехнадзора и Росгидромета по контролю и мониторингу позволяет полностью закрыть информационный вакуум, который обычно возникает на стыке двух ведомств. Сложно сделать анализ зависимости влияния объектов контроля на объекты мониторинга, которые выполняются различными ведомствами. В данном случае этот вопрос вышел за рамки ведомственной принадлежности, а стал приобретать общегосударственное значение. Единая методическая база и фактический материал, собранный на ее основе, позволяют не только информировать о загрязнении и состоянии окружающей среды всех потребителей информации, но и проводить необходимые исследования, испытания, экспертизы, измерения, заключения, анализы и оценку в области охраны окружающей среды, научные исследования, обеспечивать внедрение результатов НИОКР в соответствии с государственным планом.

Большое значение в развитии системы экологического мониторинга являются биологические методы наблюдения за природной средой, т.е. биологический мониторинг. В отличие от экоаналитического мониторинга, который основывается на системе выявления и констатации фактов изменения качества природных компонентов по соответствию уровням предельно допустимых концентраций, биологический мониторинг прослеживает динамику состояния живых и растительных тест-объектов, которые непосредственно испытывают их воздействие. Именно этот вид исследования окружающей среды позволяет, не разлагая загрязняющие вещества на отдельные химические ингредиенты, оценить комплексное техногенное влияние промышленного объекта, включая влияние продуктов их деструкции, кумуляции, аккумуляции и их синергическое действие.

Известно, что около 10% химических загрязнителей среды являются генотоксикантами или обладают способностью к модификации мутагенных эффектов. Опасные в канцерогенном отношении вещества находятся в окружающей среде, как правило, в незначительных количествах, но действуют совместно; при этом наблюдаются аддитивные эффекты, а также их пролонгация и кумуляция. В этих случаях отнюдь не ПДК является показателем опасности, а наличие комбинаций ряда элементов, содержание которых в среде может быть ниже установленных ПДК, но обладающих повышенной мутагенной активностью.

Генотоксичность почвы, воды и воздуха можно оценить также с помощью методов биотестирования. Для этого используют так называемую «батарею биотестов», в которой тест-объектами являются прокариоты, растения, низшие эукариоты, насекомые, клеточные культуры млекопитающих и человека, целостные организменные системы. Изучают ДНК-повреждения, точковые мутации, хромосомные аберрации, индукцию микроядер, доминантные летали. В настоящее время существует более 200 тестовых систем для определения мутагенного действия химических факторов. За рубежом наиболее часто используют тест Эймса, SOS Chromo test, Mutatox assay, Comet assay.

Биологический мониторинг является наиболее оперативным и экономичным способом оценки, так как откликом на происходящие изменения качественного состояния компонентов природной среды, следуют физиологические, анатомические, поведенческие и другие изменения в биоте.

В России существуют нормативные документы, регламентирующие определение генетической опасности отходов, поступающих в окружающую среду [3], а также ряд методических рекомендаций, утвержденных Министерством здравоохранения [4–7].

ФГУ ГосНИИЭНП в настоящее время большое внимание уделяется развитию этого вида биологического мониторинга. Накоплен большой опыт работы по биологическому мониторингу компонентов природной среды (природная вода, отходы, почва, воздух) животных и на растительных тест-объектах, а также опыт биологической индикации биоты, который позволяет получить поддержку и свое развитие в рамках государственного экологического мониторинга.

#### Литература

1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52–ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 10 января, 30 июня 2003 г., 22 августа 2004 г.).
2. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.5.980–00.
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 16 июня 2003 г. № 144 «О введении в действие СП 2.1.7.1386–03».
4. Моисеева М. В., Кричевская И. Е., Михеев В. С. Методические основы биотестирования и определения генетической опасности отходов, поступающих в окружающую среду. РД 64–085–89. М.: Министерство медицинской промышленности СССР, 1990. 45 с.
5. Журков В. С., Красовский Н. Г., Жолдакова З. И. Методические указания по изучению мутагенной активности химических веществ при обосновании их ПДК в воде. М.: МЗ СССР. Главное санитарное управление, 1986. 26 с.
6. Журков В. С. Оценка мутагенной активности химических веществ микроядерным методом (методические рекомендации). М.: МЗ СССР, 1984. 17 с.
7. Фонштейн Л. М. Методические рекомендации по применению теста Эймса *Salmonella* микросомы. М.: МЗ СССР, 1983. 27 с.

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЦ СГЭЖИМ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОРГАНОВ РОСТЕХНАДЗОРА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА**

*В. Н. Чупис, Ю. А. Семёновых, С. А. Менялин,  
В. А. Титова, Т. Я. Ашихмина*

*ФГУ ГосНИИЭНП (г. Саратов), УТЭН по Кировской области,  
Региональный центр по обеспечению государственного экологического  
контроля и мониторинга по Кировской области*

Основные принципы и направления взаимодействия РЦ СГЭЖИМ и Управления по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кировской области (УТЭН) определяются Соглашением между УТЭН по Ки-



ровской области и ФГУ «ГосНИИЭНП» об использовании Регионального центра для обеспечения деятельности в сфере государственного экологического контроля и надзора объектов по хранению и уничтожению химического оружия на территории Кировской области в рамках федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».

Взаимодействие осуществляется на федеральном и территориальном уровнях в соответствии с Положением о РЦ ГЭКиМ по Кировской области, Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору и Положением о ее территориальных органах.

*В рамках взаимодействия Управление Ростехнадзора по Кировской области:*

- организует проведение государственного экологического контроля в ЗЗМ с использованием специализированных региональных центров (специализированных лабораторных комплексов), данных системы объектового мониторинга для обеспечения необходимой полноты, достоверности и сопоставимости информации об экологически безопасном функционировании объекта 1205 ХУХО;

- участвует в разработке и согласовании программ проведения государственного экологического контроля и мониторинга объектов окружающей среды для РЦГЭКиМ;

- использует созданный Региональный центр (специализированные лабораторные комплексы) для осуществления своей деятельности в сфере государственного экологического контроля за источниками выбросов и сбросов ЗВ в окружающую среду;

- разрабатывает инструктивную документацию по проведению государственного экологического контроля за установленными для объектов ХХО и УХО природоохранными нормативами, порядки проведения государственного экологического контроля в ЗЗМ объектов ХХО и УХО.

- обеспечивает органы и организации, входящие в Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, оперативной фактической и прогностической информацией о результатах контроля в ЗЗМ для обеспечения безопасности населения и снижения ущерба экономике от нештатных ситуаций;

- согласует нормативно-методические и нормативно-технические документы по вопросам организации и осуществления государственного и производственного экологического контроля в ЗЗМ в соответствии с собственными полномочиями.

*В рамках взаимодействия Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области:*

- проводит государственный экологический контроль за содержанием специфических и общепромышленных загрязняющих веществ на объекте ХУХО;

- обеспечивает государственный экологический контроль за соблюдением установленных для объекта ХУХО нормативов выбросов и сбросов ЗВ в

окружающую среду; составом реакционных масс, специфических и общепромышленных отходов, их влиянием на окружающую среду;

– обеспечивает на регулярной основе Управление Ростехнадзора по Кировской области информацией о происходящих и прогнозируемых изменениях состояния окружающей среды.

При осуществлении государственного экологического контроля и мониторинга на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» в полной мере обеспечивается выполнение принципов взаимодействия Регионального центра и территориальных органов Ростехнадзора в рамках федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации».

## **ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА**

*М. А. Хрусталева*

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
mrnhr@rambler.ru*

Геохимические исследования проводились в моренных ландшафтах Смоленской и Московской физико-географических провинций ландшафтно-геохимическим методом, когда профили закладывались в направлении потока вещества от автономных позиций к подчиненным.

Для химического анализа отбирали пробы атмосферных (твердых и жидких осадков, вод весеннего половодья и летне-осенних дождевых паводков, поверхностных, грунтовых и подземных; растительности, фракций древесных и кустарниковых пород, опада; весенних наилок, почв, почвообразующих пород, донных (рек, водоемов, водохранилищ) отложений.

Исследования велись в лесных, луговых, антропогенных, гидроморфных, трансаквальных и аквальных ландшафтах. Их ниже и охарактеризуем.

Лесные ландшафты занимают в основном автономные позиции волн истых и холмистых моренных равнин, занятых елово-широколиственными, еловыми, мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах. Травянистая растительность в этих ландшафтах представлена разнотравием с биопродуктивностью 2–5 ц/га, а на полянах последняя доходила – до 19 ц/га.

Луговые ландшафты приурочены к волнистым, склоновым участкам рельефа с естественными и культурными пастбищами при продуктивности – до 11,0 ц/га на дерново-средне- и дерново-слабоподзолистых почвах.

Антропогенные ландшафты распространены на выровненных и слабо наклонных поверхностях моренных и морено-водноледниковых равнин, занятых посевами зерновых, бобовых и овощных культур на дерново-средне- и дерново-слабоподзолистых почвах.

Гидроморфные или супераквальные ландшафты пойм речных долин являются подчиненными по сравнению с описанными выше ландшафтами. Они

занимают пониженные участки рельефа с неглубоким (0,2–1,0 м) залеганием уровня грунтовых вод и получают питание не только из атмосферы, аналогично предыдущим, но и с жидким и твердым боковым стоком. Продукция фитомассы этих ландшафтов достигала 50, 3 ц/га. Следует отметить, что урожайность травостоя высокой поймы в 1,5–1,7 раза превышала таковую низкой.

Для почвообразовательных процессов гидроморфных ландшафтов характерно развитие факторов аллювиальности и поемности, которые обусловлены продолжительностью нахождения весенних вод в речной долине. Освобождение ландшафтов ото льда произошло в позднюю стадию московского оледенения, когда началось формирование трансаквальных ландшафтов, существующих с небольшими изменениями до настоящего времени.

В результате направленной человеческой деятельности были созданы длинные водохранилища: Истринское, образованное в 1935 г, Можайское (1960), Рузское (1966), Озернинское (1967), Вазузское (1977), предназначенные для водоснабжения населения и хозяйственно-бытовых целей.

Атмосферные осадки оказывают существенное влияние на формирование химического состава поверхностных, грунтовых, подземных вод и геохимические процессы зоны гипергенеза. На химический состав снега оказывают влияние не только природные, но и антропогенные факторы. В состав последних входят населенные пункты с расположенными в них топками-котельнями, промышленные предприятия, нарушение культуры земледелия, животноводческие и птицеводческие комплексы, свалки, различные стоки. Физический и химический состав снега, активного геохимического компонента изменяется в зависимости от температуры воздуха, распределения розы ветров по отношению к источнику загрязнения. Это отражается на свойстве снега сорбировать взвешенные вещества и различные ингредиенты. До начала весеннего половодья последние оказываются законсервированными в снежной толще. Химический состав снега дает возможность выявить степень участия снеговых вод в формировании химического состава поверхностных вод различного генезиса, грунтовых вод и оценить значение как природного, так и антропогенного фактора в изменении состава снега и вод конечного звена геохимической катены.

Данные исследований указывают на гидрокарбонатно-хлоридно- и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав снега. Следует отметить, что встречаемость первого состава снега, отобранного со льда водохранилищ, составляла 45–47%, а второго – в снеге с поверхности льда притоков и с ландшафтов водосбора достигала 75–80%. В задымленной атмосфере от выбросов из топок-котелен и предприятий происходит более интенсивное растворение карбонатов кальция и магния, что обуславливает повышенное содержание гидрокарбонатов в атмосферных осадках, определяя их состав. Результаты химического анализа свидетельствуют о максимальных значениях величин рН, минерализации, общего азота, общего железа в снеге антропогенных ландшафтов. Снег с подветренных сторон топок-котелен был обогащен не только макроэлементами – хлоридами, сульфатами, азотом, но и микроэлементами – стронцием, никелем, кобальтом, ванадием, молибденом по сравнению с таковым с наветренных сторон.

Изучались нами и дождевые воды. В них обнаружено небольшое количество минеральных и органических веществ, но значения рН и минерализация их превышали таковые снега. Химический состав дождевых вод сульфатно-гидрокарбонатно- и сульфатно-хлоридно-кальциевый. Преобладающей формой минерального азота в дожде была аммонийная с максимальными (до 80%) концентрациями ее в весенний период, а в составе общего железа господствовала окисная форма, величины которой превышали 70% от его суммы. Лесные насаждения способствуют аккумуляции из вод большого количества ингредиентов (гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов, аммонийного азота), взвесей и способствуют переводу значительной части поверхностного стока в грунтовый и подземный. Осадки, прошедшие через еловые насаждения, подкисляют их и оказывают влияние на почву в приствольных кругах и распространяются в радиальном направлении на расстоянии 30–50 см от ствола. В почвах под сосной, в связи с повышением кислотности, увеличивается содержание подвижных форм железа и алюминия. Лиственные породы подщелачивают прошедшие через их кроны осадки. Выявлено вымывание осадками значительного количества калия, кальция, серы из дуба и ели. Хвойные породы задерживают нитратный и нитритный азот, а лиственные – фосфор и калий. Установлена значимая коррелятивная связь между содержанием азота в почвах и осадках.

Известно, что миграция химических элементов и изменение их концентрации в компонентах ландшафтов происходит через сток, который связывает между собой сопряженные ландшафты и биологический круговорот в них.

Водный сток равнинных рек с малыми и средними водосборами формируется в основном за счет талых вод весеннего половодья, которые являются важным источником пополнения химическими элементами вод аквальных ландшафтов. Воды весеннего половодья различаются по генезису и приуроченности к типу ландшафтов. В начальной стадии весеннего снеготаяния воды отражают химический состав снега, а затем по мере соприкосновения их с гумусовыми горизонтами почв происходит изменение качественных и количественных показателей. В начальный период весеннего снеготаяния эрозионный врез вод весенних водотоков невелик (2–3 см) потому, что почва мерзлая, и здесь происходит формирование поверхностно-склоновых вод, дренирующих самый верхний гумусовый горизонт почв. Известно, что хорошо увлажненная мерзлая почва имеет низкую влагоемкость, и основная масса воды стекает по ее поверхности. Эти воды слабоминерализованные, слабокислые. Содержание химических элементов в весенних водах по мере оттаивания почвы возрастает. В данном случае происходит формирование на поверхности почвенного покрова в верхнем увлажненном его слое вод поверхностно-почвенного происхождения, которые более обогащены химическими соединениями органического и неорганического происхождения по сравнению с охарактеризованными выше поверхностно-склоновыми. Эрозионный врез этих водотоков увеличивается до 10–12 см, что способствует дренированию более глубоких горизонтов зональных дерново-подзолистых почв. Для последних характерно малое (до 2%) содержание гумуса, высокая (до 4 мг-экв. на 100 г почвы в гор. А) гидролитическая кислотность, низкая (52 и ниже от суммы поглощенных катионов) степень

насыщенности почв основаниями. Состав водных вытяжек из этих почв гидрокарбонатно-кальциевый с минерализацией от 20 до 150 мг. Из почв легко вымываются соединения хлора, серы, катионы – кальций, магний, что и определяет их химический состав. На вынос химических элементов водами весеннего половодья оказывают влияние климатические (зональные) факторы, агрофон (азональные) и внесение удобрений. Расчет выноса элементов, проведенный на основании полученных нами данных, показал, что максимум азота и фосфора содержалось в водах, стекающих с поверхности антропогенных ландшафтов, и особенно в конце половодья в связи с вымыванием внесенных в почву, иногда в избыточных дозах, минеральных удобрений, ядохимикатов и дренированием оттаявших более глубоких почвенных горизонтов. Водами временных водотоков выносятся из пашен хром, цинк, молибден, медь, барий, стронций. Нитраты господствуют в водах колодцев, мигрируют по почвенному профилю и не сорбируются почвенным поглощающим комплексом. Нитраты в избытке трансформируются в нитриты, которые вызывают метгемоглобинемию у детей. Преобладающей формой минерального азота в водах агроландшафтов была нитратная, что также обусловлено внесением удобрений. Вынос минерального фосфора водами временных водотоков в летне-осенний период имел тенденцию к уменьшению по сравнению с весной. Господствующей формой железа в водах была окисная за исключением вод лесных ландшафтов, где перевес был на стороне закисной.

Загрязняющие вещества содержатся в различного рода стоках. Одним из главных источников загрязнения природных вод экосистем в регионе является сельскохозяйственное производство, и животноводческие комплексы зачастую приурочены к берегам рек и водохранилищ. В их стоках зафиксированы значительные концентрации азота и фосфора, которые отрицательно влияют на качество поверхностных, грунтовых вод, растения и почвы. Сток в ручьи и реки продуктов обмена домашних животных, достигающий десятки миллиграмм в литре, вызывает гибель тростника, рогоза, произрастающих в логах. Нарушение нормального азотного, фосфорного циклов, обусловленных деятельностью человека, способствует возникновению эвтрофикации в аквальных ландшафтах, ухудшающей качество вод. Для предотвращения эвтрофикации важно создавать лесополосы у водоема, проводить залужение, очистку сточных вод и др.

Оздораивают экологическую обстановку в ландшафте геохимические (природные и антропогенные) барьеры. Миграция элементов в них происходит в радиальном и латеральном направлении. Следует заметить, что почвы являются своеобразными геохимическими барьерами, а при достаточном содержании органического вещества в них происходит связывание токсичных элементов. В лесных ландшафтах естественными барьерами являются лесная подстилка и природные (в несколько миллиметров или сантиметров) барьеры в гумусовых и иллювиальных горизонтах почв. Кислое выщелачивание катионов из верхних горизонтов почв обусловлено возникновением щелочных барьеров – в нижних. В последних могут концентрироваться гидроокислы железа (в менее щелочных условиях) и марганца (в более щелочной обстановке при pH 8,5–8,8). В антропогенных ландшафтах при внесении удобрений величины выщелачива-

ния элементов из живых растений возрастали. Количество калия в соломе пшеницы во влажные годы уменьшалось в связи с выщелачиванием его атмосферными осадками из стеблей и листьев. В гидроморфных ландшафтах природные механические геохимические барьеры приурочены к заболоченным комплексам в притеррасье, где происходит осаждение приносимых поверхностными водами веществ и взвесей. Биогеохимическими барьерами в водоемах служат макрофиты. Геохимическими адсорбционными барьерами в водоемах являются затопленные почвы и донные отложения. Последние служат комплексными геохимическими барьерами. Аккумуляция загрязняющих веществ в донных отложениях способствует предотвращению и уменьшению загрязнения вод. Самоочищение водоема происходит за счет деятельности зоопланктона и бентоса.

Следовательно, проведенные геохимические исследования в ландшафтах необходимы для создания системы постоянно действующего эколого-геохимического мониторинга.

## **АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВЯТСКО-ЧЕПЕЦКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

*Н. Д. Охорзин*

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

Экологизация исследований является определяющей тенденцией всех современных направлений природопользования, в т.ч. и географии почв. При мониторинге почвенного покрова предметом наблюдения должны быть не только определенные свойства почв, но и трансформация почвенных комбинаций (ПК), их рисунка, компонентного состава и картометрических показателей. Это позволяет оценить направление и степень агрогенной и постагрогенной трансформации структуры почвенного покрова (СПП). Повышается информативность об агроэкологических условиях изучаемой территории. Негативные деграционные процессы и явления нередко связаны не с преобладающими, а сопутствующими компонентами почвенного покрова и при классическом изучении свойств преобладающей почвы, не вскрываются.

Методологической основой наших исследований по агрогенной динамике почвенного покрова являются структурно-функциональные исследования СПП (Апарин, 1992). Сущность их заключается в том, что в разных частях агроландшафта отмечается разная скорость агрогенных процессов. На неоднородном фоне СПП выделяются локальные динамические ареалы («очаги деградации, проградации») и относительно устойчивые ареалы («островки стабильности»). Это позволяет выявить основные тенденции – гетерогенизацию и гомогенизацию почвенного покрова, а также разную скорость и направленность этих агрогенных процессов. Происходит своеобразное картографическое моделирование этих процессов.

В нашей работе использованы материалы двух туров крупномасштабных (1:10000) почвенных обследований с 20-летним интервалом и детального (1:2000) почвенного исследования автора на ключевом участке «Таранки» (Бо-

городский район). Этот участок расположен на северной пологосклонной, грядово-холмистой части Вятско-Чепецкого междуречья (абс. высоты 180–165м) с хорошо развитой овражно-балочной сетью. Основными почвообразующими породами являются покровные пылеватые суглинки и глины. Основное внимание уделяется анализу микроструктуры почвенного покрова (микро-СПП) и ее картометрическим показателям, выполненному на пробных площадках отдельных элементов мезорельефа, в соответствии с методиками, предложенными в работах В. М. Фридланда (1972), Н. П. Сорокиной и др. (2006).

По материалам I тура крупномасштабного обследования на водораздельном плато и приводораздельной части склона была выделена ПК, представленная пятнистостью – комплексом дерново-подзолистых почв разной степени оподзоленности и дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом с микро мозаикой почв дерново-карбонатного типа ( $\Pi_{2,1,3}^D \Pi^{DB} \times D_K$ ).

На полого-покатых средних частях склонов водораздельных пространств – пятнистость дерново-подзолистых обычных и эродированных почв с микро мозаикой почв дерново-карбонатного типа ( $\Pi^{DЭ} \Pi_{1,2}^D \times D_K$ ).

На слаботеррасированных выпукло-вогнутых нижних частях склонов – микросочетание комплекс-пятнистости дерново-подзолистых почв обычных и глееватых почв, дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом, дерново-глееватых почв с почвами овражно-балочного комплекса ( $\Pi_{2,3}^D \Pi^{DB} \Pi_{2,3}^{DГ} D^Г + ОБК$ ).

Материалы II тура крупномасштабного почвенного обследования и детальные почвенные съемки на пробных площадках существенных изменений в видовом составе микро-СПП не выявили, но изменилось соотношение в их компонентном составе, рисунок элементарных почвенных ареалов (ЭПА), их площадь и картометрические показатели (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение компонентного состава и картометрических показателей микро-СПП**

Почвенные комбинации (ПК)	Средняя площадь ЭПА (га)		Коэффициенты							
			Расчленения (КР)		Сложности (КС)		Контрастности (КК)		Неоднородности (КН)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
$\Pi_{2,1,3}^D \Pi^{DB} \times D_K$ * 90 7 3 **	0,58	1,37	1,7		1,4		4,5		6,3	
$\Pi_{2,1}^D \Pi^{DB} \times D_K$ 92 4 4			1,2		1,1		4,4		4,8	
$(\Pi^{DЭ} \cdot \Pi_{1,2}^D) \times D_K$ 56 22 12	0,64	0,37	1,6		1,3		8,2		10,7	
$(\Pi^{DЭ} \cdot \Pi_1^D) \times (D_K \cdot D_K^Э)$ 80 4 5 9			2,7		2,5		9,3		23,2	
$(\Pi_{2,3}^D \Pi^{DB} \Pi_{2,3}^{DГ} D^Г) + ОБК$ 30 21 14 12 23	0,56	1,32	2,3		2,7		7,5		20,2	
$(\Pi_{2,3}^D \Pi^{DB} \Pi_2^{DГ}) + ОБК$ 40 22 15 24			1,4		1,4		6,6		9,1	

\* – индексы почв (расшифровка в тексте)

\*\* – процент почв в составе ПК

В компонентном составе микро-СПП водораздельного плато при втором туре обследования уже не выделяется ЭПА дерново-сильнопodzolistых почв, и уменьшился ареал дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом. Средняя величина ЭПА возросла более чем в два раза, ареалы стали менее расчлененными, уменьшилась их пространственная дифференциация, контрастность и неоднородность. Это позволяет сделать вывод о тенденции к гомогенизации почвенного покрова на водораздельных плато, видовой состав которого отражает снижение влияния подзолообразовательных процессов. Здесь сказались влияние интенсивных агротехнических мероприятий и химической мелиорации почв в период между обследованиями.

В компонентном составе микро-СПП средней части склона водораздела при II туре обследования выделяются ЭПА сильноэродированных дерново-подзолистых почв, при этом сильно сократились ЭПА незэродированных почв. Средняя величина ЭПА значительно уменьшилась и возросла их расчлененность. Интегральный показатель неоднородности почвенного покрова (КН) увеличился в этой ПК более чем в два раза, что связано в основном с резким увеличением пространственной дифференцированности (сложности). Здесь наблюдается тенденция к гетерогенизации почвенного покрова, определяемая развитием плоскостной эрозии и связанная с постоянной основной обработкой почвы вдоль склона.

В компонентном составе микро-СПП нижней части склона водораздела II тур обследований выявил отсутствие в составе микросочетания дерново-глебоватых почв и явное доминирование дерново-среднеподзолистых почв. Картометрические показатели отражают увеличение средней величины ЭПА, уменьшение их расчлененности. ПК стала геометрически менее дифференцирована, менее контрастна и более однородна, что отражает тенденцию к гомогенизации почвенного покрова. Это связано, в основном, с интенсивными осушительно-мелиоративными мероприятиями в период между турами обследования.

Следовательно, в разных частях мезорельефа исследуемой территории трансформация почвенного покрова происходит неравномерно. На водораздельных плато микро-СПП относительно устойчива со слабовыраженной агрогенной гомогенизацией. В средней и нижней части склонов водораздельных пространств проявляется наибольшая динамичность микро-СПП. Но направленности агрогенной трансформации в почвенном покрове этих элементов мезорельефа диаметрально противоположны. В микро-СПП средней части склона наблюдается агрогенная гетерогенизация с отрицательной направленностью при агроэкологической оценке. В микро-СПП нижней части склона – агрогенная гомогенизация с положительной направленностью при агроэкологической оценке. Выделенные микро-СПП являются основой при типизации земель и одним из обоснований в проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий.

### Литература

Апарин, Б. Ф. Географические основы рационального использования почв на двухчленных породах [Текст] / Б. Ф. Апарин. РАН, Русское геогр. об-во. Спб, Наука, 1992. 184 с.



Сорокина, Н. П. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт [Текст] / Н. П. Сорокина, Н. Л. Шишов, Е. И. Панкова. Почв. ин-т им. Докучаева. М.: РАСХН, 2006. 159 с.

Фридланд, В. М. Структура почвенного покрова [Текст] / В. М. Фридланд. М.: Мысль, 1972. 424 с.

## **РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СЪЕМКА В ИССЛЕДОВАНИИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

***В. В. Елсаков***

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

Радиолокация поверхности Земли с летательных аппаратов за последние 30 лет прошла путь от единичных научных экспериментов до устойчиво развивающейся отрасли дистанционного зондирования Земли. Преимущество радиолокации определяется, во-первых, всепогодностью съемки (т. е. не зависит от естественной освещенности и состояния атмосферы), что особенно важно для района северо-востока европейской части России. К примеру, на территории Ненецкого автономного округа большую часть дней в году составляют дни с полужасным и пасмурным состоянием неба, вероятность пасмурного состояния неба по данным метеостанции Пустозерск (Нарьян-Мар) в среднем варьирует от 62 в июле, до 78% в сентябре (Климатологический..., 1932). Во-вторых, возможностью анализа как геометрических свойств подстилающей земной поверхности, так и ее диэлектрической проницаемости, которая во многом определяется механическим составом грунтов, их влажностью и толщиной сезонно-талого слоя (Лабутина, 2004). Т. е. дешифрирование почвенно-растительных контуров территории может восприниматься как основанное на биоценологических системных подходах. Большая часть тундровой и лесотундровой зон Республики Коми и Ненецкого автономного округа относится к территориям с высокой степенью заболоченности и массивно-островного распространения многолетнемерзлых пород с присутствием сезонно-талого слоя. Поэтому, для исследования пространственных закономерностей распределения и оценки количественных параметров почвенно-растительного покрова данные радиолокационной съемки являются достаточно важным источником информации. В-третьих, разрешающая способность наиболее широко используемых радиолокационных снимков высокого разрешения превышает таковую большинства оптических сенсоров (для ERS-2, Landsat и Aster соответственно 12.5 м, 28.5 м и 15 м).

Предметом настоящей работы явились исследования, связанные с изучением возможностей использования данных, полученных радиолокационными станциями бокового обзора радаром с синтезированной апертурой антенны (РСА), применительно оценки временных и пространственных изменений растительного покрова Большеземельской тундры. В отличие от пассивных приборов дистанционного зондирования, использованных нами ранее в целях исследования естественных и нарушенных экосистем РСА обеспечивает активное дистанционное зондирование поверхности Земли.

Наиболее важным демаскирующим признаком съемки РСА является отражательная способность объектов и фона, создающая все прямые и косвенные дешифровочные признаки объектов. В качестве единицы измерения общепринято используется безразмерная величина удельной эффективной площади рассеяния ( $\sigma_0$ , УЭПР), выражающая среднее количество мощности, отраженной в направлении к источнику электромагнитного излучения от единицы площади поверхности при условии, что мощность падающей волны известна (Аковецкий, 1983).

Реализация работы стала возможной после утверждения проекта Европейским астрономическим союзом (*European Space Agency*) «Развитие системы мониторинга Европейских тундр России с использованием радарных данных SAR/ERS (ID 3845)» (*Науч. рук.: к.б.н., доцент В. В. Елсаков*) по системе Category-1 (Scientific) и представления оперативных и архивных изображений съемки РСА за период 1995–2006 гг. Данный прибор установлен на спутнике-носителе ERS-2 (*European Remote Sensing Satellite*) и находится на орбите с апреля 1995 г. Особенность данных состоит в использовании волн длиной 5.66 см, частотой порядка 5.3 ГГц, С диапазона, VV поляризации.

Для двух выбранных модельных участков (100x100 км), расположенных на территории Большеземельской тундры и включающих естественные (ненарушенные) территории, расположенные в географических, экологических, гидрологических, мерзлотных градиентах условий и затронутые хозяйственной деятельностью, была составлена временная серия изображений (различных лет и отдельных их сезонов). Для подготовленных серий проведена географическая коррекция изображений и импорт яркостных характеристик в значения обратного рассеяния (dB). Полученные изображения было возможно объединять с данными цифровых моделей рельефа для анализа особенностей ландшафтной приуроченности контуров. Полученные серии изображения использовались для классификации почвенно-растительных контуров.

Оценка количественных изменений величины УЭПР, связанная с сезонной изменчивостью растительных сообществ, была выполнена при анализе изображений, полученных в наиболее близких условиях съемки (угол съемки, атмосферные условия, влажность субстратов). Для этого была выбрана серия «эталонных» поверхностей, незначительно меняющих свои характеристики в течение сезона. В качестве одной из таких поверхностей выбран участок взлетно-посадочной полосы аэропорта г. Воркута. На основании проведенного отбора выделена группа снимков, включающая шесть изображений, приуроченных к поздневесеннему – раннеосеннему периоду с наиболее стабильными показателями признака, расположенными в пределах доверительного интервала ( $n=6$ ,  $p<0.05$ ).

По полученным изображениям установлены особенности изменения величины УЭПР в течении вегетационного периода, связанные с развитием растительного покрова для отдельных групп сообществ при относительно стабильных условиях увлажнения (рис. 1). Полученные закономерности использованы для увеличения степени распознавания объектов при проведении тематического картографирования.

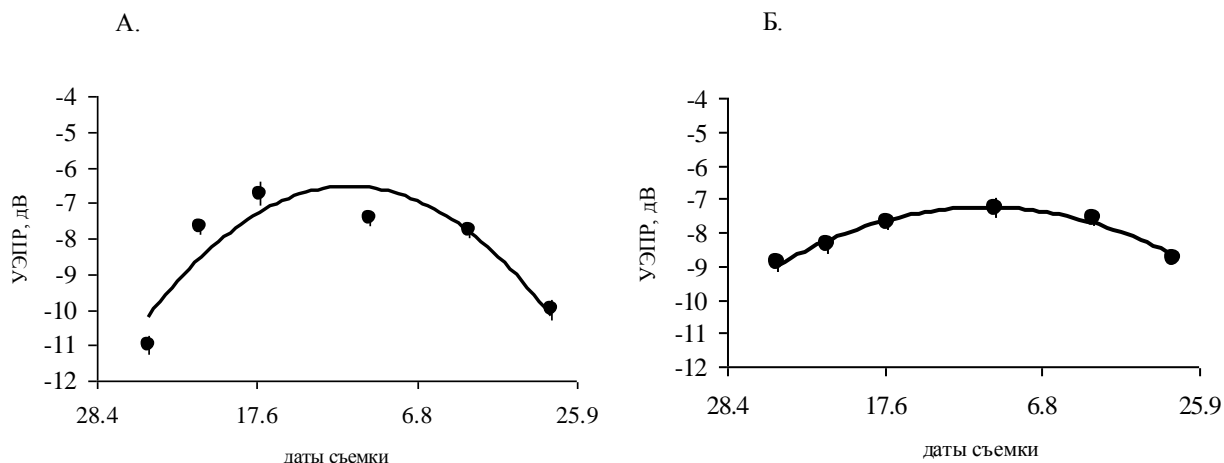


Рис. 1. Динамика величины УЭПР для групп сообществ: ивняков-травяных и островных ельников. Представлены средние значения и размах ошибки средней

### Литература

- Климатологический справочник по СССР. Вып. I. Европейская часть СССР. Л.: Главная геофизическая обсерватория, 1932. 118 с.
- Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект Пресс, 2004. 182 с.
- Аковецкий В. И. Дешифрирование снимков. М.: Недра, 1983. С. 205–237.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗИМНЕГО ПОКОЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В БИОМОНИТОРИНГЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

*Ю. С. Григорьев, Н. В. Пахарькова, Г. А. Сорокина*  
 Сибирский федеральный университет, [grig@lan.krasu.ru](mailto:grig@lan.krasu.ru)

В связи с загрязнением окружающей среды и глобальным потеплением климата изменяются эволюционно сложившиеся комплексы приспособительных реакций живых организмов к условиям существования [2]. Одним из проявлений такого воздействия является нарушение естественной динамики перехода древесных растений умеренного климата в состояние покоя и выхода из него. Одновременно с этим уменьшается глубина зимнего покоя растений, произрастающих в загрязненных районах [5], что приводит к их усыханию, вследствие потерь влаги при транспирации и преждевременному выходу из состояния покоя при кратковременных оттепелях.

Известно, что при переходе к состоянию зимнего покоя в растениях наблюдается ряд важных изменений, обеспечивающих его выживание в жестких условиях зимнего периода [6, 7]. Загрязнение воздуха может нарушать нормальный сезонный ритм, в результате чего растения из загрязненных районов входят в зиму менее подготовленными. Способность противостоять низким отрицательным температурам – одно из интересных и малоизученных свойств хлоропластов «вечнозелёных» тканей деревьев и кустарников. Известно, что переход хлоропластов в криорезистентное состояние (состояние покоя) сопро-

вождается снижением фотосинтетической активности, изменением химического состава и структурной организации мембран хлоропластов. На этой основе можно отслеживать динамику ухода растений в состояние зимнего покоя и его глубину.

С этой целью в данной работе методами регистрации замедленной флуоресценции (ЗФ) хлорофилла и термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции хлорофилла (ТИНУФ) была изучена сезонная динамика фотосинтетической активности и структурной организации пигментного аппарата у растений, произрастающих в условиях различного загрязнения воздушной среды.

Регистрацию замедленной флуоресценции (ЗФ) проводили на компьютеризированном флуориметре «Фотон–7–1» [4]. В качестве показателя замедленной флуоресценции было взято отношение значений интенсивности быстрой и медленной компонент затухания свечения, измеряемых на высоком ( $120 \text{ Вт/м}^2$ ) и низком ( $10 \text{ Вт/м}^2$ ) возбуждающем свете, соответственно (ОП ЗФ). Благодаря относительности измеряемой величины, данный показатель практически не зависит от массы и размера исследуемого растительного образца, а при подавлении фотосинтетической активности значительно снижается [3].

ТИНУФ регистрировали на флуориметре «Фотон–5». Нагрев образцов, погруженных в воду, производился в диапазоне от 20 до 80 °С. В качестве показателя глубины покоя использовалось отношение интенсивностей быстрой флуоресценции при 50 °С и 70 °С (коэффициент К) [1]. Оба флуориметра разработаны на кафедре экотоксикологии и микробиологии Красноярского государственного университета (ныне СФУ).

В качестве объектов исследований были взяты деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth.) 20–30 летнего возраста, входящие в состав искусственных насаждений в районах г. Красноярска. Для измерения флуоресцентных параметров использовалась хвоя второго года сосны и ели и феллодерма двухлетних побегов лиственных деревьев.

Как видно из рис. 1, в зимние месяцы регистрируются практически нулевые значения ЗФ в связи с переходом растений в состояние «зимнего покоя». Летом относительный показатель ЗФ наиболее высок для хвои с контрольной пробной площади. Весной и осенью показатели замедленной флуоресценции были всегда выше у хвои из загрязненных районов.

Для выявления особенностей флуоресцентных показателей сосны обыкновенной в течение всего года, в период с ноября по апрель побеги искусственно выводились из состояния зимнего покоя путем 6-ти дневной выдержки в специально оборудованном боксе при комнатной температуре, 100% относительной влажности и освещении лампами дневного света. Однако и в этих условиях показатели ЗФ в осенне-зимне-весенний период были более высокими у хвои деревьев из загрязненных районов, что свидетельствует о их большей фотосинтетической активности.

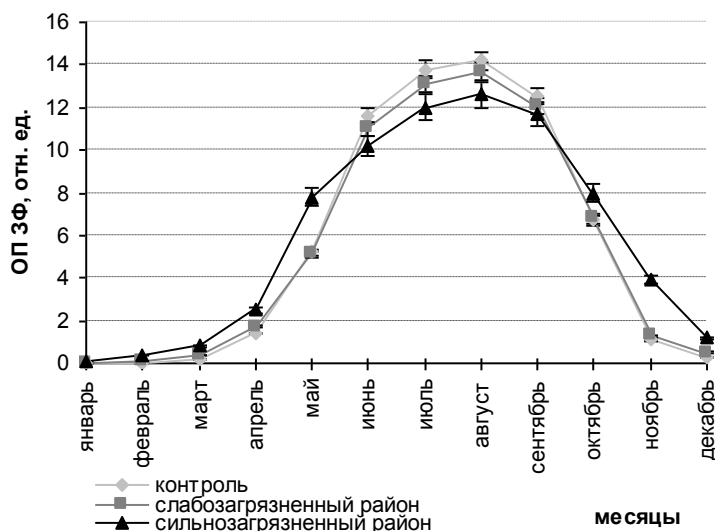


Рис. 1. Годовая динамика ОП ЗФ хвои сосны обыкновенной, произрастающей в районах с различным уровнем промышленного загрязнения воздуха

Для получения более точной информации о процессе выхода хвои из состояния зимнего покоя были изучены кривые ТИНУФ. Было обнаружено, что хвоя сосен, произрастающих в районах г. Красноярска с высоким уровнем атмосферного загрязнения в лабораторных условиях значительно быстрее выходит из состояния зимнего покоя (рис. 2А). В естественных условиях переход в состояние зимнего покоя у этих растений по сравнению деревьями из чистых районов происходит в более поздние сроки, тогда как выход из него начинается раньше (рис. 2Б).

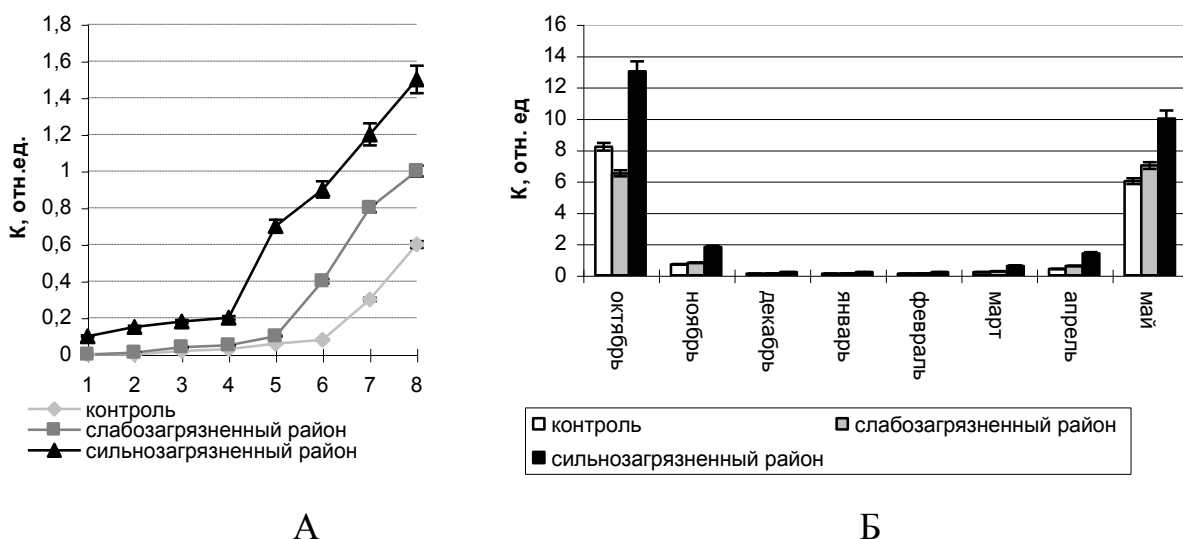


Рис. 2. Изменение отношения низко- и высокотемпературного максимумов ТИНУФ (К) хвои сосны из различных районов г. Красноярска по мере выхода из состояния зимнего покоя А – в лабораторных условиях; Б – в период перехода в состояние зимнего покоя и выхода из этого состояния в природных условиях

Ель в целом более чувствительна к загрязнению, чем сосна, поэтому в районах с высоким и средним уровнем загрязнения практически не встречается. Особенность сезонной динамики ели заключается в более раннем выходе ее из состояния зимнего покоя весной и более позднем уходе в покой осенью. При этом, как и у сосны, глубина покоя у растений из загрязненных районов произрастания была меньшей.

При изучении динамики выхода из состояния покоя тополя бальзамического, определяемой по ТИНУФ «вечнозеленой» феллодермы коры дерева, обнаружено, что растения из загрязненных районов раньше выходят из состояния покоя, как в лабораторных, так и в естественных условиях. Для феллодермы березы повислой наблюдается аналогичная закономерность.

Таким образом, деревья, произрастающие в загрязненных районах, позже переходят в состояние покоя и раньше выходят из него. При этом глубина покоя у них на протяжении всего зимнего периода меньше, о чем можно судить по скорости выхода побегов из покоя в лабораторных условиях. Возможно, именно неполным уходом в покой и образующимся вследствие этого водным дефицитом объясняется усыхание деревьев из районов с высоким уровнем загрязнения воздуха и особенно сильное поражение их в зимний период. Повреждение растений в экологически неблагоприятных районах может происходить и в весенний период, когда они после кратковременных оттепелей преждевременно выходят из состояния зимнего покоя.

Данное явление можно использовать как информативный биоиндикационный показатель степени загрязнения атмосферы вокруг промышленных предприятий и в городской среде. Он удобен тем, что образцы растений на определение состояний покоя можно собирать зимой сразу в больших количествах и на больших территориях, поскольку сохраняя ветки в замороженном виде, можно не опасаться их повреждения при транспортировке и хранении.

### Литература

1. Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гехман А. В., Фомин С. А., Гольд В. М. Способ определения степени глубины покоя древесных растений. Авторское свидетельство № 1358843 от 15.08.87.
2. Горышина Т. К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: ЛГУ. 1982. С. 152–158.
3. Григорьев Ю. С., Фуряев Е. А., Андреев А. А. Способ определения содержания фитотоксических веществ // Патент №2069851. Бюлл. изобр., № 33 от 27.11.96.
4. Григорьев Ю. С., Бучельников М. А. Биоиндикация загрязнений воздушной среды на основе замедленной флуоресценции хлорофилла листьев и феллодерма деревьев // Экология. 1999. № 4. С. 23–27.
5. Григорьев Ю. С., Пахарькова Н. В. Влияние техногенного загрязнения воздушной среды на состояние зимнего покоя сосны обыкновенной // Экология. 2001. № 6. С. 471–473.
6. Huttunen S., Havas P., Laine K. Effects of air pollutants on wintertime water economy of the Scots Pine (*Pinus Sylvestris* L.). *Holarctic Ecology*. 1981. 4. P. 94–101.
7. Oquist G. Seasonally Induced Changes in Acid Lipids and Fatty Acids of Chloroplast Thylakoids of *Pinus sylvestris* // *Plant Physiol*. 1982. V. 69. N 5. P. 865.

## КЛЮЧЕВЫЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*В. А. Костина, О. А. Белкина, Н. А. Константинова*  
*Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН,*  
*Nadya50@list.ru*

Мировое ботаническое сообщество весьма обеспокоено ухудшением состояния фитобиоты, вызванным глобализацией экономики, ростом урбанизации, разрушением среды обитания растений. Выявление и изучение наиболее ценных для сохранения растительного мира объектов лежит в основе программы «Ключевые ботанические территории» (Андерсон, 2003). Исследования, проводимые в России (Юрцев и др., 2003 и др.), в том числе и в Полярно-альпийском ботаническом саду-институте КНЦ РАН (г. Кировск Мурманской обл.) всегда направлены на выполнение основных задач стратегии сохранения растений: поиск и обследование интересных ботанических участков; анализ состава, структуры и особенностей распределения флороценологических комплексов; мониторинг состояния популяций видов и растительных сообществ. Работы по изучению биоразнообразия растительного покрова Мурманской обл., по выявлению редких видов растений и мест их концентрации проводились комплексно, что позволило выделить такие особо охраняемые природные территории, как ботанические видоохранные памятники природы (Крючков, и др., 1988; Особо охраняемые..., 2003). Многие из них по своей уникальности и ценности вполне соответствуют стандартам ключевых ботанических территорий (Андерсон, 2003). Наиболее интересными являются мыс Турий (южная оконечность одноименного полуострова на побережье Белого моря), низовья реки Поной и ущелье Пюхякуру (бассейн реки Кутсайоки).

Мыс Турий представляет собой разбитый трещинами блок скал, постепенно снижающийся к западу и востоку, а на юге круто обрывающийся в море. Слагающие породы довольно богаты кальцием, что в сочетании с условиями географического положения (юг области) и геологической истории способствовало формированию на скалах и прилегающих участках побережья своеобразных растительных комплексов.

Вершины и верхние уступы скал заняты обычными для северотаежных лесов *Betula pubescens* Ehrh. s. l., *Campanula rotundifolia* L., *Empetrum hermaphroditum* Hagerup, *Geranium sylvaticum* L., *Juniperus sibirica* Burgcd. и др. На карнизах и в трещинах средней части скальных обнажений произрастает *Taraxacum leucoglossum* Wrenn. – узколокальный эндемичный вид, тесно связанный с приморским характером местообитания. У восточной границы обнажений на самых нижних уступах скал, на полузадернованных галечниках близ верхней границы литорали, а также на луговинах и по опушке леса, примыкающего к скалам, встречается второй эндемичный вид Турьего мыса - *Helianthemum arcticum* (Grosser) Janch. Само существование этих двух видов является основанием считать юг Турьего полуострова ключевой ботанической территорией (КБТ). Кроме того, сообщества отвечают еще одному основополагающему

принципу выделения КБТ (Андерсон, 2003) : они обладают значительным флористическим богатством. Помимо широко распространенных в регионе видов, здесь зарегистрированы весьма редкие, в том числе внесенные в список охраняемых (Красная книга..., 2003) лишайники *Cladonia scabriuscula* (Del.) Nyl., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., печеночники *Barbilophozia rubescens* (Schust. et Damsh.) Karttunen et Soederstoem, *Radula complanata* (L.) Dum., *Radula lindenbergiana* Gott. ex Hartm.f., *Schistochilopsis laxa* (Lindb.) Konst. и др., листовые мхи *Buxbaumia aphylla* Hedw., *Desmatodon cernuus* (Hueb.) Bruch et Schimp. in B.S.G. (в Мурманской обл. только здесь), *Gymnostomum aeruginosum* Sm., *Meesia longiseta* Hedw. и др., сосудистые *Actaea spicata* L. (в Мурманской обл. только здесь), *Calypso bulbosa* (L.) Oakes, *Cotoneaster cinnabarinus* Juz. (эндем Фенноскандии), *Hedysarum alpinum* L., *Inula salicina* L. (в области единственное местонахождение), *Rhodiola rosea* L. и др. Именно уникальность южной части полуострова Турий с ботанической точки зрения позволила обосновать идею присоединения территории к Кандалакшскому заповеднику (Особо охраняемые..., 2003).

Низовья реки Поной являются частью государственного природного биологического (рыбохозяйственного) заказника «Понойский» (Особо охраняемые..., 2003). Предлагаемые границы КБТ – береговые склоны (1000 м выше уреза воды по обоим берегам реки) от устья ручья Большой Бревенный (правый берег) до порога Малый (1 км выше нежилого пос. Корабельное). На склонах каньонообразной долины и в пойме представлены лесотундровые, низкогорные, приречные, болотные и др. сообщества, часть из которых по видовому составу не имеет аналогов в растительном покрове не только Мурманской обл., но, пожалуй, Европы в целом. Речь идет о ценозах с *Anemonoides nemorosa* (L.) Holub. Не редкий в России, на Кольском полуострове вид находится в изоляции от основного ареала. Он растет в средней части крутого левого берега под пологом кустарничково-разнотравных березовых редколесий, по берегам и днищам весенних водотоков и реже – на открытых участках близ подножий скальных обрывов. В составе сообществ с *Anemonoides nemorosa* зарегистрировано 73 вида сосудистых растений. Это и обычные в области *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., *Vaccinium myrtillus* L., и редкие, охраняемые *Aconitum septentrionale* Koelle, *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Ligularia sibirica* (L.) Cass. и др. Заслуживает интереса факт произрастания *Anemonoides nemorosa* совместно с *Galium boreale* L., *Rosa majalis* Herrm. или с *Saussurea alpina* (L.) DC., *Viola montana* L.

В 1899г. финским ботаником J. Montell в низовьях р. Поной был собран также *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. К сожалению, пока не удалось посетить район в период цветения этого растения-эфемероида, чтобы уточнить состояние популяции. Надеемся, что вид благополучно существует. Вероятно, эти неморальные по своему происхождению виды в растительном покрове долины реки являются реликтами древних сообществ (Hiitonen, 1971). В настоящее время здесь преобладают арктические, арктоальпийские, гипоарктические и бореальные виды, среди которых немало редких (Красная книга..., 2003) : лишайники *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo et D. Hawksw, *Lobaria linita* (Ach.) Rabenh., пече-



ночник *Protolophozia elongata* (Steph.) Schljak., листостебельные мхи *Psilopodium cavifolium* (Wils.) Hag., *Scleropodium ornellanum* (Mol.) Lor., сосудистые *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Gentiana nivalis* L., *Hedysarum arcticum* В. Fedtsch. и др. Несмотря на изоляцию многих растений от своих основных ареалов, их популяции вполне жизнеспособны, а сообщества в целом сохраняют высокий уровень видового и ценотического разнообразия.

Ущелье Пюхякуру находится на территории заповедника «Кутса» (Особо охраняемые..., 2003). Оно вытянуто с запада на восток и имеет каньонообразную форму. Слагающие породы содержат кальций, что обусловило специфику и богатство флоры. Здесь произрастают виды различных биогеографических элементов, часто находящиеся близ северных или южных пределов распространения (Ulvinen, 1996). Экосистемы ущелья содержат уникальный для Мурманской области флористический и ценотический комплекс. Только здесь в области найдены лишайник *Graphis scripta* (L.) Ach., печеночник *Scapania sphaerifera* Buch et Tuomik., папоротник *Asplenium ruta-muraria* L. В целом не менее 300 видов мохообразных, более 200 сосудистых растений известны для флоры ущелья. Количество лишайников постоянно уточняется, поскольку скалы дают приют многочисленным трудноопределяемым эпилитным видам. В составе сообществ наряду с обычными видами присутствует достаточно редкие, в том числе охраняемые (помимо уже названных выше) : лишайники *Collema nigrescens* (Huds.) DC., *Leptogium rivulare* (Ach.) Mont., *Peltigera collina* (Ach.) Schrad. и др., печеночники *Metzgeria furcata* (L.) Dum., *Scapania spitsbergensis* (Lindb.) K. Muell. и др., листостебельные мхи *Homalia trichomanoides* (Hedw.) Bruch et Schimp. in B.S.G., *Hygrohypnum norvegicum* (Schimp. in B.S.G.) Amann., *Neckera pennata* Hedw. и др., сосудистые растения *Arnica fennoscandica* Jurtz. et Korobkov (эндем Фенноскандии), *Circaea alpina* L., *Draba norvegica* L., *Viola selkirkii* Pursh ex Goldie и др.

Ущелье Пюхякуру весьма привлекательно с эстетических позиций. Массовый наплыв туристов способствует проникновению в растительный мир урочища инорайонных растений, что нарушает первозданность сообществ. Вероятно, следует выделить этот участок как строго охраняемый.

В настоящее время продолжается сбор фактических данных по ряду известных своей уникальностью объектов, проводятся экспедиционные обследования малоизученных районов области с целью выделения новых КБТ. Весьма перспективны окрестности губы Ивановской (Баренцево море), где найдены самые восточные в области места произрастания *Arnica fennoscandica* и папоротника *Polystichum lonchitis* (L.) Roth. Интересен юг области. Например, в верховьях реки Толванд (бассейн оз. Ковдозеро) зарегистрированы редкий печеночник *Haplomitrium hookeri* (Sm.) Nees и новый для флоры сосудистых растений вид *Lycopodiella inundata* (L.) Holub. Окрестности губы Ивановка, бассейн оз. Ковдозеро и многие другие объекты имеют большое познавательное, историческое, средообразующее и эстетическое значение, отличаются богатством и своеобразием растительного покрова, заслуживают защиты и сохранения как ключевые ботанические территории.

Принципам сохранения разнообразия современного растительного мира не противоречит создание КБТ на землях, бывших или находящихся до сих пор в хозяйственном обороте (Андерсон, 2003). С этой точки зрения представляют интерес территории разрушенных хуторов, окрестности маяков и т.д. Обычно подобные участки выделяются на фоне северотаежных лесов или кустарничково-лишайниковых тундр пышной луговой растительностью. В долине реки Эйна (полуостров Рыбачий), например, в составе полунатуральных ценозов отмечены вполне устойчивые, но для Севера экзотичные *Astragalus danicus* Retz., *Leontodon hispidus* L., и др. соседствующие с обычными аборигенными *Avenella flexuosa* (L.) Drej., *Trientalis europaea* L и др. и редкими *Alchemilla alpina* L., *Gentiana nivalis* L. и др. На скалах, возвышающихся над антропогенной луговой в окрестностях Городецкого маяка (полуостров Рыбачий) произрастает редкий листостебельный мох *Andreaea blytii* Schimp. Организация КБТ предоставит растениям и местам их обитания возможность долговременного существования как памятникам истории, отличающимся по характеру флоры от окружающих их территорий.

Работы проводятся при поддержке гранта 07-04-96902-Р-север-а.

#### Литература

Андерсон Ш. Идентификация ключевых ботанических территорий: Руководство по выбору участков в Европе и основа развития этих правил для всего мира. М., 2003. 39 с.

Красная книга Мурманской области. Мурманск, 2003. 400 с.

Крючков В. В., Кондратович И. И., Андреев Г. Н. Красная книга экосистем Кольского Севера. Апатиты, 1988. 102 с.

Особо охраняемые природные территории Мурманской области (Справочное пособие). Изд. 2. Мурманск-Апатиты, 2003. 72 с.

Юрцев Б. А., Катенин А. Е., Королева Т. М., Кучеров И. Б., Петровский В. В., Ребристая О. В., Секретарева Н. А., Хитун О. В., Ходачек Е. А. Опыт создания сети пунктов мониторинга биоразнообразия азиатской Арктики на уровне локальных флор: зональные тренды // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 9. С. 1–27.

Hiitonen I. Uber die Verkommen einiger Anemone – arten in Nordeuropa // Mem. Soc. «Vanamo». 1971. Т. 47. S. 8–32.

Ulvinen T. Vascular plants of the former Kutsa Nature Reserve // Oulanka Reports. 1996. V. 16. P. 39–52.

# БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО ПАРКА ЛЕСОВОДОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ЛАНДШАФТА

*С. А. Мальцева, Л. В. Кондакова, Т. Я. Ашихмина*  
*Лаборатория биомониторинга Института биологии*  
*Коми НЦ Уро РАН и ВятГГУ,*  
*Региональный центр государственного экологического контроля*  
*и мониторинга комплекса объектов хранения и уничтожения*  
*химического оружия по Кировской области*

Во время различных видов отдыха люди по-разному воздействуют на природу, а природные комплексы неодинаково на это реагируют. Одни из них разрушаются быстрее, другие – медленнее. В пределах каждого отдельного ландшафта может находиться строго определенное число отдыхающих. Оптимальное количество людей, при отдыхе которых сохраняются основные качества природной среды, называется рекреационной емкостью ландшафта (Родзевич, 2003).

Дендрологический парк создан для изучения, акклиматизации и селекции древесных пород, не встречающихся в нашей области. Он используется как место отдыха жителей г. Кирова, а также в качестве объекта учебно-полевой практики студентов и экскурсий учащихся средних школ. Значительный вклад в ухудшение состояния парка вносит рекреационная нагрузка. Мы подсчитали число рекреантов в выходные дни (суббота и воскресенье) четырех недель каждого месяца с 2005–2006 гг. и нашли среднее число рекреантов за этот период. Для получения достоверных данных подсчет велся в одни и те же часы (12 часов дня). Число рекреантов отмечалось визуально на все территории парка. Рекреационная емкость территории равна 1,5 человека/га. Это не превышает нормы, не более 2 человек/га, исходя из литературных данных (Реймерс, 1990).

Биоиндикационные исследования территории парка проводились в 2003–2006 гг. Оценивалось состояние атмосферного воздуха с помощью лишайников по методу Х. Х. Трасса, состояние почв – методом альгоиндикации, поверхностных вод с помощью биотического индекса и биоты по методу В. М. Захарова (1986). В ходе анализа результатов исследования сделаны выводы:

– об относительной чистоте атмосферного воздуха (индекс полеотолерантности находится в диапазоне [1,0–1,3], что соответствует «нормальной зоне» по шкале Трасса Х. Х.). Замечено, что состояние лишайнофлоры имеет тенденцию к ухудшению: уменьшилось обилие и встречаемость *Physcia aipolia*, *Physcia stellaris*, *Hypogymnia physodes*, *Cetraria pinastri*; увеличилась встречаемость накипных лишайников *Caloplaca cerina* и *Biatora symmicta*. Индикаторный вид *Usnea comosa* чувствует себя в угнетенном состоянии, на что указывает чрезвычайно скудное обилие и длина слоевища, равная 1 см (норма 5–7 см.).

Нами была выявлена закономерная смена видов и уменьшение числа нездоровых видов при удалении от автотрассы;

– о незагрязненности и ненарушенности природного равновесия почвы территории парка, так как присутствуют индикаторные желтозеленые водоросли (9 видов или 17,6% от общего числа). Обнаружен 51 вид водорослей, свойственных почвам Кировской области;

– о чистоте поверхностных вод искусственного водоема (биотический индекс 9 баллов);

– об ухудшении условий произрастания *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia cordata* в связи с увеличением показателя стабильности развития биоты с 1 до 4 баллов, исходя из 5-балльной шкалы Захарова В. М.

Таким образом, состояние природной среды парка относительно удовлетворительное. Несмотря на то, что дендрологический парк является преобразованным природным комплексом, он не утратил способность к самоочищению и поддержанию гомеостаза при современном уровне антропогенного воздействия.

## ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЕЛОВОМ ДРЕВОСТОЕ

*Е. А. Робакидзе, Н. В. Торлопова, К. С. Бобкова*

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

Атмосферные выпадения являются важным источником питания растений бореальных лесов. Состав атмосферных выпадений характеризуется пространственной и сезонной вариабельностью (Лукина, Никонов, 1998). Вместе с тем, снежный покров, обладая свойством интегрального накопления загрязняющих веществ, используется в качестве индикатора загрязнения (Василенко и др., 1985; Кондратенко и др., 1995).

Цель данной работы – изучение сезонной динамики химических элементов снежного покрова в еловом древостое. Исследование проводили в ельнике разнотравно-черничном (*Piceetum herboso-myrtillosum*) на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН в подзоне средней тайги (62°17' с.ш, 50°40' в.д.). Он является экспериментальным объектом для изучения закономерностей развития таежных лесов и организации комплексного фонового мониторинга лесов.

Ельник разнотравно-черничный располагается на очень пологом юго-восточном склоне. Фитоценоз данного сообщества имеет признаки систем, достигших стадии стабилизации (спелости), и характеризуется сравнительно простым строением. Древесный ярус состоит из *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Betula pubescens*, *B.pendula*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, имеет состав 7ЕЗБ+Пх,Сед.Ос. Характеризуется он более или менее равномерным распределением деревьев по площади. Древостой с умеренной численностью деревьев (966 шт·га<sup>-1</sup>), относительно разновозрастный, его основу составляют деревья 100–120 лет. Молодые (70–80 лет) и более старшей генерации ели (130–160 лет)

представлены небольшим числом особей. Древостой соответствует состоянию предшествующей выработанности. Вертикальная структура полога разновысотная, но ярусность не выражена. Древостой формируют в основном деревья ели трех генераций. Древостой IV класса бонитета, полнотой 1.02 продуцирует  $311 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$  стволовой древесины. Подлесок почти не развит. Редко встречаются единичные кусты *Juniperus communis*, *Rosa acicularis*, *Sorbus aucuparia*, *Salix sp.*. Травяно-кустарничковый ярус имеет простое синузальное строение, его составляют типичные бореальные растения 17 видов. Доминируют черника, брусника, майник двулистный, северная линнея, седмичник европейский. Моховой покров почти сплошной и образован в основном из *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* с незначительной примесью *Dicranum polysetum*, *Polytrichum commune*, встречаются пятна сфагновых мхов. Микрорельеф биогенный из отпавших и заросших деревьев, старых пней. Почва типичная подзолистая.

Снег отбирали с декабря по март в 2006 и 2007 гг. Снегоприемники были установлены под кронами ели и березы, а также в межкрупных пространствах («окнах»). Химический анализ проводили в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН по аттестованным методикам количественного химического анализа (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511257). Методы количественного анализа: рН–потенциометрия электродами низкой ионной силы; растворенный органический углерод – термическим сжиганием с инфракрасным детектированием на ТОС-анализаторе (SHIMADZU, Япония); сульфаты – турбидиметрия на КФК–3 (Россия); ионы аммония – фотометрия КФК–3; кальций, магний, калий, натрий – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.

В соответствии с агроклиматическим районированием Республики Коми Ляльский стационар расположен на границе прохладного и умеренного районов. Твердые осадки (около 40%) выпадают, главным образом, в виде снега, который в зимний период образует сплошной покров. Формирование устойчивого снежного покрова приходится в среднем на 1 ноября. Снежный покров сохраняется в течение 6 месяцев (Бобкова, Галенко, 2001).

Общая минерализация снежного покрова наиболее высокая в декабре и под кронами ели она достигает  $5.04 \text{ мг/дм}^3$ . В период устойчивого снежного покрова (январь–февраль) она уменьшается и в марте снова возрастает. Более четко эта тенденция прослеживается в пробах, собранных под кронами деревьев ели и березы. Это может быть связано с тем, что в декабре и марте было отмечено снеготаяние, и снег, прошедший через кроны, был более минерализован в связи с вымыванием элементов из полога леса.

Кислотность снеговой воды варьирует от 4.9 до 5.9 (рис.). В декабре величина рН была максимальной в межкрупном пространстве и под кронами деревьев. В январе–марте снег был более кислым. Равномерное увеличение кислотности снеговой воды с декабря по март отмечено во всех точках отбора. В то же время выявлено уменьшение аммиачного азота и увеличение содержания сульфат-ионов в снеговом покрове. Большая концентрация сульфат-ионов отмечена в снеге «окон» в феврале –  $0.91$  и марте –  $0.57 \text{ мг/дм}^3$ . В марте также

отмечено повышение содержания  $\text{SO}_4^{2-}$  и в снеге под кронами деревьев ели и березы. Выпадение сульфат-ионов приводит к увеличению кислотности атмосферных осадков, рН которых в норме при  $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$  составляет 5.6. Корреляционный анализ выявил зависимость значений рН от содержания ионов аммония ( $r=0.98$ ) и сульфат-ионов ( $r=-0.40$ ). Концентрация ионов  $\text{NH}_4^+$  была максимальна в декабре и составляла в «окнах» и под кронами елей и берез соответственно 0.21, 0.12, 0.08 мг/дм<sup>3</sup>. К марту содержание аммиачного азота в снеге равномерно снизилось.

Содержание кальция и магния в снеговой воде в декабре было довольно высоким, особенно под кронами елей (рисунок). К периоду устойчивого снежного покрова (январь) их содержание уменьшилось во всех точках отбора. К марту концентрация кальция и магния увеличилась во всех пробах.

Динамика содержания калия в снеговой воде сходна с динамикой кальция и магния. Наибольшее его количество в снеге отмечено в декабрьских пробах под кронами деревьев ели – 0.78 мг/дм<sup>3</sup>. В январе концентрация калия упала и под кронами древостоя и на открытом пространстве. К весне происходило насыщение калием снеговых вод (до 0.6 мг/дм<sup>3</sup>).

Значительная доля в сумме элементов снежного покрова приходится на натрий. Наибольшая его концентрация отмечена в декабре, под кронами елей – 0.91 мг/дм<sup>3</sup>. В последующие месяцы содержание натрия изменялось незначительно.

В составе выпадений отмечена высокая концентрация растворенного углерода. В декабре в снежном покрове межкрупных пространств углерод не был обнаружен. Вместе с тем отмечено его накопление с января по март. Высокое содержание углерода обнаружено в снеге под кронами деревьев.

Таким образом, изучение химического состава снежного покрова позволяет оценить влияние древесного полога на атмосферные выпадения. Данные по химическому составу снега на фоновой территории могут быть использованы при организации комплексного мониторинга лесов.

Работа выполнена по госконтракту «Организация сети слежения за состоянием лесов в условиях воздушного промышленного загрязнения в соответствии с международными стандартами».

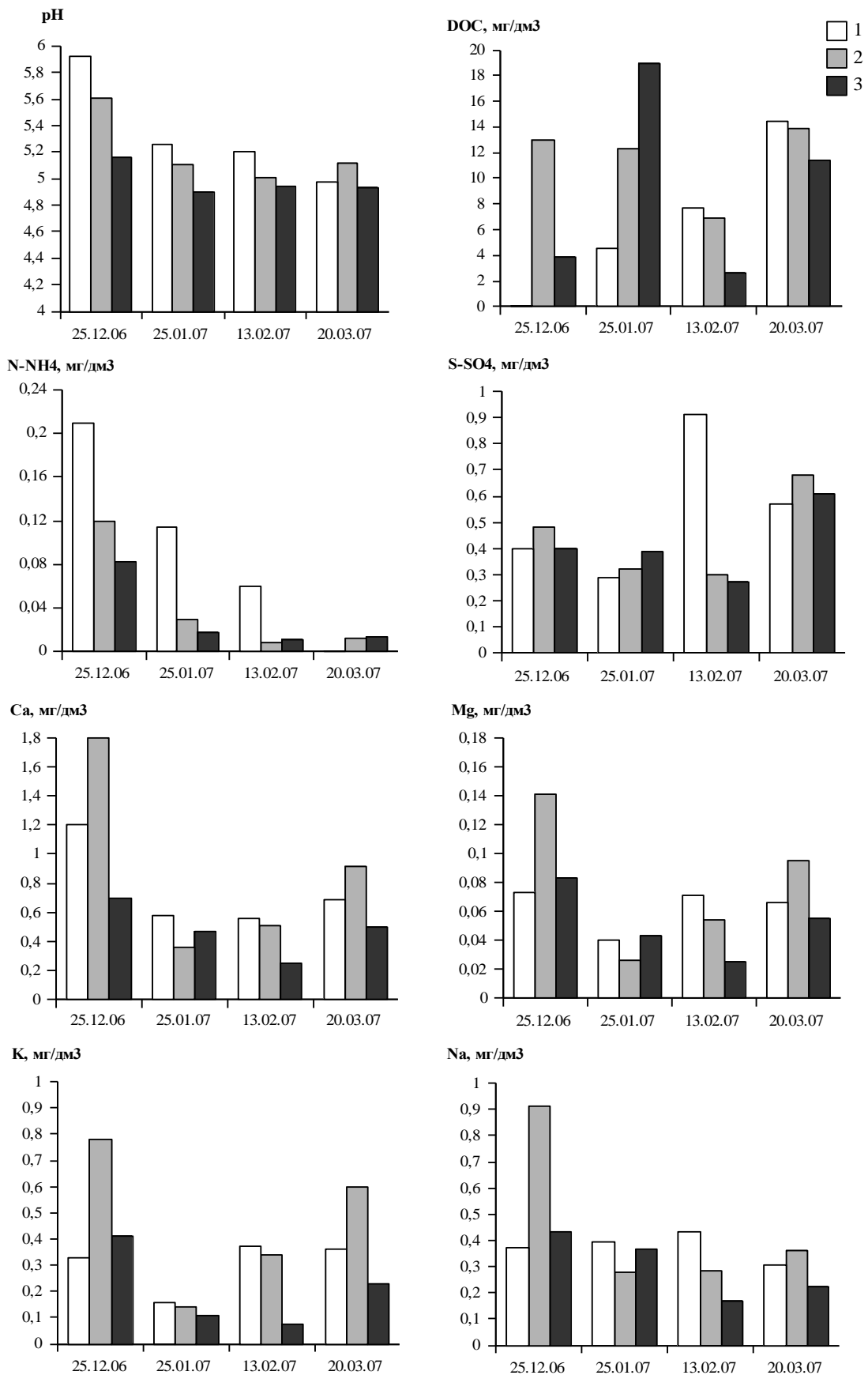


Рис. Концентрации элементов в снежном покрове: 1 – межкروновое пространство, 2 – под кронами ели, 3 – под кронами березы

## Литература

Бобкова К. С., Галенко Э. П. Физико-географические условия Ляльского лесозоологического стационара // Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера / Отв. ред д.б.н. К. С. Бобкова, к.г.н. Э. П. Галенко. Спб.: Наука, 2001. С. 7–21.

Василенко В. Н., Наумов И. М., Фридман Ш. Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.

Кондратенко Б. М., Лукша В. Г., Тентюков М. П. и др. Эколого-химический мониторинг урбанизированных территорий на Севере (на примере г. Сыктывкара). Сыктывкар, 1995. 24 с. (Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 354).

Лукина Н. В., Никонов В. В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты, 1998. 316 с.

## ОПЕРАТИВНЫЙ БИОТЕСТ НА ОСНОВЕ ТРОФИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАЧКОВ *DAPHNIA MAGNA*

*Т. Л. Шашкова, Ю. С. Григорьев*

*Сибирский федеральный университет, tatyana\_eco@inbox.ru*

Трофическая активность ракообразных как тест-функция в биотестировании токсичности воды интересна тем, что позволяет до наступления летального исхода установить неблагоприятное воздействие токсикантов на тест-организм.

Исследованием изменений скорости потребления пищи рачками под воздействием токсичных веществ занимались как в России, так и за рубежом [Цвылев, 1984; Orchard, 2002; Kim, 2003]. Для регистрации снижения количества клеток водоросли в воде предлагалось использовать методы подсчета клеток под микроскопом с помощью автоматического счетчика частиц, а также посредством измерения флуоресценции хлорофилла водоросли. При этом ряд исследователей [Цвылев, 1984; Маторин, 1990] отдают предпочтение использованию параметров замедленной флуоресценции (ЗФ), объясняя это тем, что данный вид свечения свойственен только живым клеткам водоросли и отсутствует у клеток, инактивированных желудочным соком дафний. Это имеет значение, если в момент измерения показаний рачки находятся в исследуемой воде. Однако, интенсивность ЗФ в этом случае будет определяться не только количеством клеток в среде, но и степенью воздействия на них токсических веществ, содержащихся в тестируемой пробе воды.

В этом плане для регистрации трофической активности рачков корректнее использовать изменение интенсивности нулевого уровня быстрой флуоресценции (БФ) водоросли. Величина данного показателя напрямую связана с концентрацией клеток в среде и при этом мало зависит от их физиологического состояния.

Измерение интенсивности флуоресценции хлорофилла водоросли хлореллы (*Chlorella vulgaris*), используемой в качестве корма для рачков дафний (*Daphnia magna*), проводились с помощью флуориметра Фотон-10, разработанного на кафедре экотоксикологии и микробиологии КрасГУ (ныне СФУ). Он позволяет надежно регистрировать значения как быстрой ( $F_0$ -уровень), так и миллисекундной замедленной флуоресценции низкоконцентрированной сус-



пензии водоросли, что имеет большое значение при исследовании скорости питания рачков.

На первом этапе этих исследований стояла задача разработать на основе измерения трофической активности рачков наиболее оперативную процедуру биотестирования токсичности вод. Для этого по 5 особей трехсуточного возраста помещались в суспензию водоросли хлорелла малой плотности ( $D=0,02$ , кювета 1 см) объемом 8 мл при температуре  $20\pm 1^\circ\text{C}$ . За 4-х часовой период в контрольном варианте дафнии поглощали 60–70% корма. В присутствии токсиканта трофическая активность рачков снижалась с ростом его концентрации в среде (рис. 1).

При этом показатели быстрой и замедленной флуоресценции по-разному реагировали на наличие бихромата в среде (рис. 1.). Хорошо заметное снижение ЗФ под действием данного токсиканта наблюдалось не только в присутствии дафний, но и в их отсутствии, в то время, как  $F_0$  уровень практически не изменялся в среде без дафний даже при более высоких концентрациях этого токсического вещества.

Прямое воздействия тестируемых вод на клетки водоросли при одновременном внесении водоросли и рачков в пробу воды указывает на то, что токсические вещества поглощаются не только дафниями, но и клетками хлореллы. При связывании их водорослью не только изменяется ее физиологическое состояние, но и в результате снижения действующей концентрации токсикантов в среде уменьшается воздействие на сами рачки.

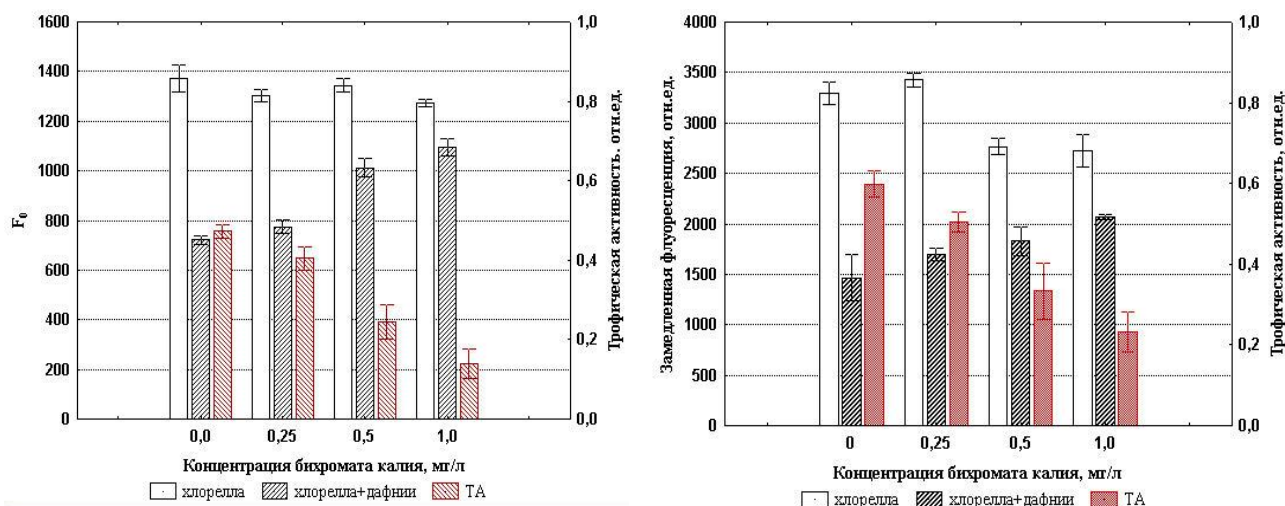


Рис. 1. Зависимость показателей БФ (А) и ЗФ (Б) водоросли хлорелла, трофической активности дафний от концентрации бихромата калия в среде

Для проверки данного эффекта нами были проведены эксперименты, в которых суспензия водоросли вносилась через 2 часа после помещения дафний в пробу с токсикантом. В условиях такой предварительной затравки токсический эффект был более выраженным и при этом происходило общее увеличение трофической активности рачков (рис. 2).

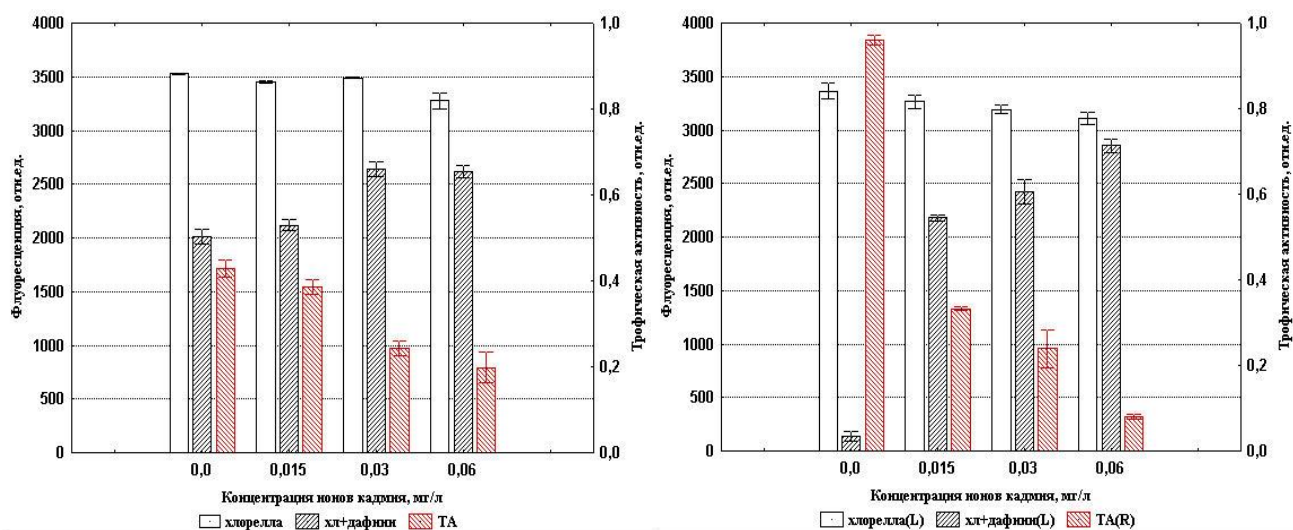


Рис. 2. Влияние ионов кадмия на трофическую активность дафний при одновременном внесении рачков и водоросли (А) и в эксперименте с предварительной затравкой (Б)

Таким образом, проведенные эксперименты свидетельствуют о возможности использования тест-функции трофическая активность для оперативного биотестирования токсичности вод на дафниях.

Однако и более длительное экспонирование тест-организмов при регистрации трофической активности рачков также может иметь свои преимущества. Так если время нахождения рачков в анализируемой пробе воды приурочить к вечернему и ночному время, то это не потребует дополнительного рабочего времени, но существенно увеличит длительность воздействия токсиканта на тест-организм. В результате этого можно повысить чувствительность метода и снизить ошибки эксперимента, обусловленные существованием суточных ритмов в питании рачков.

С этой целью нами были проведены исследования, в которых опыты по биотестированию воды закладывались в конце рабочего дня, а регистрация показателей трофической активности рачков осуществлялась в начале следующего. Первоначально были определены оптимальные условия проведения биотеста (возраст и плотность посадки рачков, количество добавляемого корма, время затравки и экспонирования), при которых регистрируется высокий уровень трофической активности в контроле и наблюдается высокая чувствительность тест-организмов к токсическим веществам.

В результате было установлено, что рачки дафний возрастом чуть более 1 суток при плотности посадки 10 организмов на 50 мл воды за 17–18 часов съедают 60–80% клеток водоросли от исходного их количества, эквивалентного оптической плотности суспензии, равной 0,02 в 1 см. кювете. В среде с токсикантом трофическая активность дафний начинала снижаться в концентрациях, которые еще не вызывали их гибели (рис. 3). При этом за счет возможности использования более молодых особей и большего объема тестируемой воды удастся увеличить чувствительность биотеста к токсиканту.

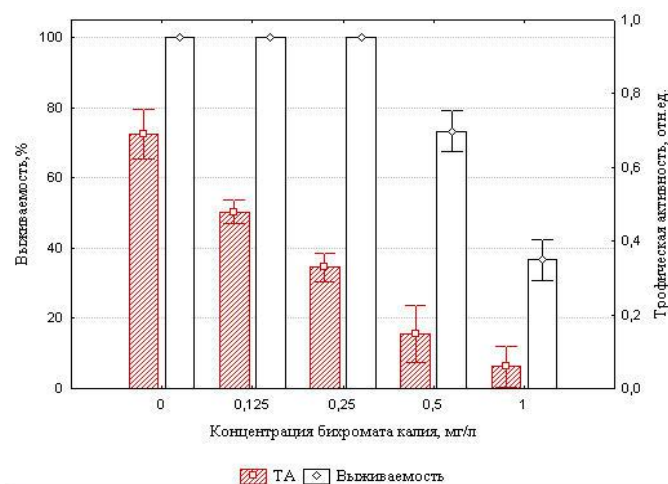


Рис. 3. Зависимость выживаемости и трофической активности дафний от концентрации бихромата калия в среде при экспонировании в течение 17 час

Увеличение трофической активности и чувствительности рачков к модельному токсиканту наблюдалось так же при повышении температуры до 25–27°C. Очевидно, это связано с ускорением процесса обмена веществ в организме рачков, который способствует более быстрому проникновению токсиканта в тест-организм.

Оба предложенных нами варианта биотестирования токсичности воды по регистрации снижения скорости потребления пищи рачками позволяют получить достоверный ответ о токсичности водной среды. Кроме того, в сравнении с результатами острого токсикологического эксперимента по выживаемости рачков, метод регистрации трофической активности позволяет быстрее дать ответ о токсичности водной пробы, проявляя при этом большую чувствительность.

### Литература

Маторин Д. Н., Вавилин Д. В., Венедиктов П. С. О возможности использования флуоресцентных методов для изучения питания ракообразных // Биологические науки. 1990. № 1. С. 146–152

Цвылев О. П., Переладов М. В., Патин С. А. Авторское свидетельство СССР № 1029079, Кл. G 01 N 33/52, 1983.

Kim J.-H., Yoon B.-D., Oh H.-M. Rapid Bioassay for Microcystin Toxicity Based on Feeding Activity of *Daphnia* // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2003. Т. 70. Р. 861–867.

Orchard S. J., Holdway D. A., Barata C. and Van Dam R. A. A Rapid Response Toxicity Test Based on the Feeding Rate of the Tropical Cladoceran *Moinodaphnia macleayi* // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2002. Т. 53. Р. 12–19.

# ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЗЕР ЮЖНОЙ ЧАСТИ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

*О. Ю. Морева, С. И. Климов, Т. Я. Воробьева*

*Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск  
МарусR1@yandex.ru*

Одной из задач экологического мониторинга озер является выявление естественных факторов, приводящих к негативным последствиям для их экосистем. В данной работе представлены результаты гидролого-гидрохимических исследований в июле 2006, 2007 гг. и в марте 2007г. на озерах Кенозерского национального парка Лекшмозере, Масельгском и Вильно, который расположен в среднетаежной географической зоне в юго-западной части Архангельской области. Морфометрические характеристики озер представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Морфометрические характеристики исследуемых озер**

Характеристики	Озера		
	Лекшмозеро	Масельгское	Вильно
Длина, км	12.6	6.5	3.0
Наибольшая ширина, км	6.0	1.0	1.4
Средняя глубина, м	5.9	2.9	2.3
Наибольшая глубина, м	30.0	20.0	6.0
Площадь зеркала озера, км <sup>2</sup>	53.8	3.44	2.70
Объем озера, км <sup>3</sup>	0.316	0.01013	0.00577

Лекшмозеро – второй по величине водоем на территории Кенозерского национального парка. Рельеф дна озера очень прост по сравнению с рельефом Кенозерских водоемов. Дно ровное без резких перепадов глубин. Форма котловины близка к овальной. По характеру водообмена водоем сточный. Притоки его представлены маловодными ручьями, равномерно распределенными вдоль побережья. Озеро Масельгское – узкий по форме водоем, вытянутый в северо-западном направлении. Южная часть озера мелководна, наибольшие глубины расположены в северо-восточной и относительно изолированной северной (так называемое оз. Пежехерье) частях озера. Озеро Вильно – верховой водоем, не имеющий притоков. Западный берег в средней своей части глубоко вдается в озеро, деля его на два примерно равных плеса. Дно плоское без значительных понижений с постепенным свалом глубин. По значению удельного водосбора исследуемые озера относятся к озерам с малым удельным водосбором (<10) (Григорьев, 1959; Драбкова, Сорокин, 1979). По значению условного водообмена оз. Лекшмозеро и оз. Вильно относятся к озерам с малой величиной водообмена (<0.5), в первом – полный водообмен происходит в течение около 5, а во втором – в течение 2 лет. Отсутствие крупных притоков предопределяет высокую степень автохтонности гидрохимических процессов. Лекшмозеро – важный рыбохозяйственный водоем. Летом 1996 г. на нем отмечался массовый замор рыбы. Изучение механизма возникновения замора, прогноз его, разработка мероприятий по его предотвращению имеют важное практическое значение.

Гидрологические исследования велись с применением зонда STD-90 и глубоководных опрокидывающихся термометров. Электропроводность вод измерялась портативным кондуктометром HI 8733 на комплексных станциях. Отбор проб выполнялся батометром Нискина. Пробы отбирались с поверхностного, придонного горизонтов и с горизонтов, расположенных над и под термоклином. Для проведения гидрохимических анализов использовались стандартные методики. В комплекс гидрохимических наблюдений входили: измерение содержания растворенного кислорода  $O_2$ , БПК<sub>5</sub>, (модифицированный метод Винклера), рН (с помощью переносного рН-метра), определение биогенных веществ (общего фосфора, фосфатов, нитратов, нитритов, железа, кремния).

Летом 2006 г. температура воды на поверхности изменялась от 17.9 до 19.0°C. В Лекшмозере в верхнем пятиметровом слое наблюдалась гомотермия вод, доходящая до дна в южной части. В северной части глубже 5 м отмечалась слабая стратификация с градиентом 0.5°C/м. На Масельгском озере ниже квазиоднородного слоя, заглубленного на 4 м, сформировался резкий термоклин с максимальными градиентами 3.30°C/м в слое 5–6 м в северо-восточной части и 6.74°C/м в слое 4–5 м в северной части озера. Температура воды у дна составила, соответственно, 5.51°C (17.5 м) и 5.03°C (20 м), средневзвешенные температуры – 11.54 и 8.76°C. В южной части озера отмечалась слабая стратификация с температурой у дна 17.5°C. В оз. Вильно вода была слабо стратифицирована.

В летний период 2007 г. поверхностная температура озер изменялась в пределах 19.5–20.5 °C. В оз. Пежехерье слой скачка температуры выражен наиболее резко в слое 4–8 м с максимальным градиентом на 4.5 м 3.34 °C/м, в оз. Масельгском – в слое 4–12 м с двумя максимумами градиентов на 5 и 10 м, соответственно 1.62 и 1.85 °C/м. В Лекшмозере слои с температурными скачками (до 0.8 °C/м) чередуются с малоградиентными слоями. Придонные температуры в глубоководных районах озер составили в Масельгском – 7.0°C, Пежехерье – 5.5°C и в Лекшмозере – 13.5°C. Наиболее интенсивный прогрев вод наблюдается в Лекшмозере. Средневзвешенная температура воды (табл. 2) в 20-метровом слое в Лекшмозере в 1.8 раз выше, чем в Пежехерье, и в 1.4 раза – чем в оз. Масельгском. По сравнению с 2006 г. средневзвешенная температура была выше на 2.0 °C в оз. Масельгском и на 0.9 °C – в Пежехерье. В оз. Вильно отмечалась гомотермия, температура воды превышала на 2.0 °C ее значение в 2006 г. Средневзвешенная температура по станции в северной части Лекшмозера сравнима с 2006 г.

В зимний период (18–25 марта 2007 г.) придонные температуры воды в озерах достигали максимальных значений: в Лекшмозере – 3.24°C, Масельгском – 2.98°C, Пежехерье – 3.70°C, в Вильно – 4.27°C. В Лекшмозере в верхнем 4-метровом слое отмечается гомотермия, наблюдались градиенты в слое 7–9 м до 0.30 °C/м и в придонном слое до 0.53 °C/м. В оз. Масельгском наибольший прирост температуры, напротив, отмечается в верхнем 4-метровом слое (до 0.38 °C/м), а также в придонном слое. В оз. Пежехерье, кроме подледного скачка температуры, с 14 м наблюдался устойчивый рост температуры ко дну со

средним градиентом до 0.25 °С/м. Максимальные температуры и их градиенты наблюдаются в оз. Вильно – до 1.06 °С/м.

Таблица 2

**Средневзвешенные температура воды (°С) озер  
на комплексных станциях в июле 2007 г.**

Слой, м	Озеро			
	Лекшмозеро	Масельгское	Пежехерье	Вильно
0–5	19.4	19.0	18.0	20.4
0–10	18.8	16.8	13.3	
10–20	15.6	8.3	5.7	
0–20	17.2	12.6	9.5	

В табл. 3 приведены средневзвешенные температуры воды в зимний период на озерах. Наименьший теплозапас в верхнем 5-метровом слое характерен для Лекшмозера. Поскольку температура воды в зимний период определяется выхолаживанием вод в предледоставный период и теплообменом с донными отложениями, то меньший теплозапас определяется сильным выхолаживанием вод озера и донных отложений мелководья осенью в связи с открытостью озера. На глубоководных станциях наибольший теплозапас характерен для северной части Масельгского озера.

По термическому режиму для Лекшмозера характерно более интенсивное прогревание в летний период без формирования гипolimниона, и выхолаживание в осенний период по сравнению с более закрытыми озерами. Наиболее выражена стратификация в оз. Пежехерье, обусловленная его закрытостью от ветрового воздействия и малыми размерами. Температура воды в оз. Масельгском выше, чем в Лекшмозере, вероятно, вследствие более раннего становления ледостава и уменьшения теплопотерь в атмосферу.

Таблица 3

**Средневзвешенные температуры воды (°С) на комплексных станциях  
в исследуемых озерах в марте 2007 г.**

Слой, м	Озеро						
	Лекшмозеро			Пежехерье	Масельгское		Вильно
	север	центр	юг		север	юг	
0–5	0.19	0.37	0.32	0.83	1.09	1.33	2.06
5–10	0.94			1.29	2.02		
10–15	1.62			1.73	2.19		
15–20	1.93			2.84	2.39		
0-дно	1.42	0.68	0.42	1.77	1.94	1.33	2.08

Активная реакция среды рН в исследуемых озерах близка к нейтральной.

Содержание растворенного кислорода обуславливается вертикальным профилем температуры воды. На глубоководных станциях озер Масельгское и Лекшмозеро четко выражен анаэробный слой. В периоды температурной стратификации озера (летом и зимой) наблюдается выраженная послойная неоднородность в содержании растворенного кислорода на глубоководных станциях.

Содержание растворенного кислорода уменьшалось по вертикали от 90 до 11% зимой и от 117 до 56% летом на оз. Лекшмозеро и от 87 до 1% зимой и от 104 до 4% летом на оз. Масельгском. В мелководной части озер содержание растворенного кислорода примерно одинаковое как в поверхностном, так и в придонном слоях, и составляет для оз. Лекшмозеро 80–92% зимой и 63–91% летом; для оз. Масельгского – 80–91% зимой и 97–103% летом. Содержание растворенного кислорода в мелководном оз. Вильно составило 47–83% зимой и 99–110% летом.

Лесные и заболоченные участки, преобладающие на водосборах озер, служат геохимическим барьером для притока в них минеральных веществ. В период исследований вода оставалась устойчиво маломинерализованной. Электропроводность воды в озерах составляла: оз. Масельгское – зимой 35.0–73.8 мкСм/см, летом – 45.5–71.4 мкСм/см; оз. Лекшмозеро – зимой 102.4–137.8 мкСм/см, летом – 100.3–109.5 мкСм/см; оз. Вильно зимой – 47.4–56.4 мкСм/см, летом – 51.5–60.5 мкСм/см. На мелководных станциях озер Масельгское и Лекшмозеро, а также на станциях оз. Вильно, значения электропроводности выравнены по всему водному слою, а на глубоководных – увеличиваются в придонных слоях.

Для глубоководных станций озер Масельгское и Лекшмозеро характерно увеличение ряда показателей в придонном слое. Вследствие интенсивных обменных процессов между водой и донными осадками в анаэробных условиях отмечаются повышенные концентрации следующих компонентов:  $Fe_{вал}$  – оз. Масельгское от 0.07 до 1.64 мг/л зимой и от 0.11 до 3.33 мг/л летом, оз. Лекшмозеро – от 0.12 до 0.5 мг/л зимой; Si – оз. Масельгское от 289.8 до 1231.7 мкг/л зимой и от 134.5 до 946.0 мкг/л летом, оз. Лекшмозеро – от 527.9 до 1757.4 мкг/л зимой и от 573.4 до 1250.0 мкг/л летом; фосфаты – оз. Масельгское от 5.87 до 15.82 мкг/л зимой и от 4.07 до 9.49 мкг/л летом, оз. Лекшмозеро – от 9.04 до 12.66 мкг/л зимой и от 4.52 до 16.27 мкг/л летом.

Из минеральных соединений азота всегда преобладают нитраты, а нитритов всегда очень мало. Только в придонном анаэробном слое их концентрация возрастает, но не превышает 10 мкг/л. Аммонийный азот содержится в количествах 15.77–41.61 мкг/л – оз. Лекшмозеро и 26.41–53.77 мкг/л – оз. Масельгское в поверхностных слоях озер, но в глубинном анаэробном слое его концентрация увеличивается до 106.02 мкг/л в оз. Лекшмозеро и до 321.48 мкг/л в оз. Масельгское.

Оз. Вильно мелководное, поэтому гидрохимические показатели изменяются незначительно по глубине и по акватории.

Потенциальные негативные тенденции развития экосистем озер Масельгского и Лекшмозера предопределяются формированием дефицита кислорода в придонных слоях глубоководных станций в летнюю и зимнюю стагнации вод и явлениями миромиксии.

#### Литература

1. Григорьев С. В. О некоторых определениях и показателях в озераведении. Тр. Карельск. фил. АН СССР, 1959. в. 18. С. 29–45.

2. Драбкова В. Г., Сорокин И. Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л.: Наука, 1979, 195 с.

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭПИФИТОНА РЕКИ АЙ

*М. Ю. Шарипова*

*Башкирский государственный университет, sharipovamy@mail.ru*

Русла рек представляют собой мозаику разнообразных местообитаний, формируемых взаимодействием между субстратом и течением (Комулайнен, 2005). На субстратах, в том числе и макрофитах, как пограничных поверхностях, формируются биоценозы, неизменным компонентом которых являются водоросли.

Река Ай относится к большим рекам, длина ее 549 км. И если верхняя часть ее бассейна находится в пределах горной и предгорной части территории Южного Урала и покрыта лесом, то нижняя часть – лесостепь (Гареев, 2001). Пробы эпифитона отбирали на водных растениях: *Potamogeton crispus*, *Potamogeton trichoides*, *Potamogeton perfoliatus*, *Bytomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Elodea canadensis* на 4 станциях вниз по течению реки от г. Златоуста. Станции расположены на участках, различающихся по гидробиологическим показателям. Как правило, дно песчано-гравелистое на перекатах, илистое или торфянистое на плесах, на всем протяжении густо заросшее водной растительностью. В нижнем течении вода мутная, местами заболачивание. Заболачивание поймы составляет 1%. Характерно сильное затенение воды прибрежной растительностью. Минерализация 70 мг/л в верховье, 300 мг/л в устье. Вода гидрокарбонатная с преобладанием ионов кальция (23–46% экв) (Ресурсы ..., 1973).

Доля водорослей отдела *Chlorophyta* в реке Ай была больше, чем в других реках – 33%, и здесь отмечено самое низкое значение отношения *Cyanophyta/Chlorophyta* (0,34). Всего в составе эпифитона выявлено 96 видов водорослей.

Ведущими семействами водорослей по количеству видов были *Naviculaceae*, *Cymbellaceae* и *Achnanthaceae* (*Bacillariophyta*), *Cosmariaceae* (*Chlorophyta*), *Oscillatoriaceae* (*Cyanophyta*), *Euglenaceae* (*Euglenophyta*). Вниз по течению реки в составе альгофлоры наблюдается снижение доли *Cyanophyta* и увеличение доли *Chlorophyta* (с 30 до 40%) (табл. 1).

Причем в составе отдела *Chlorophyta* преобладают десмидиевые водоросли, что, вероятно, связано с заболачиванием поймы в нижнем течении реки. Вид *Cosmarium reniforme* входит в состав доминантного комплекса. Значение индекса сапробности (табл. 2) остается в целом постоянным на всем протяжении реки, а его значения позволяют отнести ее воды к III классу чистоты (Барина, Медведева, 1996).



Таблица 1

**Изменение видового состава водорослей по продольному профилю реки Ай**

Отдел	Станция отбора проб								Всего	
	Златоуст		Межевой		Месягутово		Метели			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Cyanophyta</i>	4	7	6	17	6	13	2	7	11	11
<i>Euglenophyta</i>	5	9	0	0	0	0	0	0	5	5
<i>Bacillariophyta</i>	25	45	18	53	21	45	16	53	42	42
<i>Xanthophyta</i>	5	9	0	0	2	4	0	0	7	7
<i>Chlorophyta</i>	17	30	10	30	18	38	12	40	32	32
Всего	56	100	34	100	47	100	30	100	97	100

Таблица 2

**Изменение значений сапробности по течению реки Ай**

	Златоуст	Межевой	Месягутово	Метели
Индекс сапробности	2,02	1,77	2,1	2,09
Зона	β	β-0	β	β

Численность *Navicula exiqa*, *Navicula placentula*, *Cocconeis pediculus* были максимальными по сравнению с другими видами водорослей из отдела *Bacillariophyta*. Среди водорослей отдела *Cyanophyta* доминирующим видом по численности является *Phormidium ambiguum*, а из отдела *Chlorophyta* доминировали виды *Chlorella vulgaris*, *Cosmarium reniforme*. Статистическая обработка показала достоверные различия ( $P < 0,05$ ) в численности эпифитных водорослей в зависимости от станции отбора проб. Из табл. 3 видно, что численность водорослей отделов *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* достигает максимального значения в нижнем речении реки (д. Метели).

Таблица 3

**Численность (тыс. клеток/см<sup>2</sup>) водорослей эпифитона основных отделов в реке Ай (\*глубина: 1 – у поверхности; 2 – у дна)**

		<i>Potamogeton crispus</i>		<i>Bytomus umbellatus</i>		<i>Potamogeton trichoides</i>		<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
		1*	2	1	2	1	2	1	2
1 станция п. Межевой	<i>Cyanophyta</i>	1.87	0.12	0.88	1.4	3.85	0.31	2.1	5.07
	<i>Chlorophyta</i>	6.97	4.56	2.7	3.51	5.62	2.88	10.45	1.99
	<i>Bacillariophyta</i>	16.79	10.08	8.89	5.74	6.63	1.94	16.8	6.06
	Итого	25.63	14.76	12.47	10.65	16.1	5.13	29.35	13.12
2 станция д. Месягутово	<i>Cyanophyta</i>	0	0	0	0	1.34	5.54	0.83	2.83
	<i>Chlorophyta</i>	6.94	8.8	6.4	7.46	18.38	6.27	3.6	0.98
	<i>Bacillariophyta</i>	10.01	8.64	7.04	14.5	1.68	2.48	3.84	5.88
	Итого	16.95	17.44	13.44	21.96	21.4	14.29	8.27	9.69

		<i>Potamogeton crispus</i>		<i>Bytomus umbellatus</i>		<i>Potamogeton trichoides</i>		<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
		1*	2	1	2	1	2	1	2
3 станция д. Метели	<i>Cyanophyta</i>	6.97	5.07	6.87	5.4	3.85	1.34	16.3	4.07
	<i>Chlorophyta</i>	13.12	4.08	10.08	28.8	2.4	5.43	32.9	5.4
	<i>Bacillariophyta</i>	23	14.16	3.6	23.4	22.8	16.8	16.3	14.2
	Итого	43.09	23.31	20.55	57.6	29.05	23.57	65.5	23.67

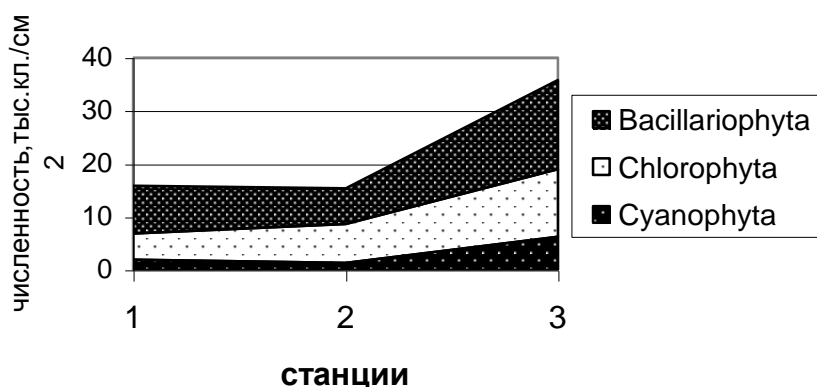


Рис. 1. Изменение численности (тыс. клеток/см<sup>2</sup>) основных отделов водорослей по продольному профилю реки Ай (1 – Межевой, 2 – Месягутово, 3 – Метели)

В целом, численность эпифитона повышается вниз по течению реки Ай. Количество видов водорослей и коэффициент Шеннона снижаются (рис. 1).

Таблица 4

**Численность эпифитона (тыс.кл/см<sup>2</sup>) на разных макрофитах у поверхности воды (1) и у дна (2) (река Ай, 1999г.)**

глубина	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Bytomus umbellatus</i>	<i>Potamogeton trichoides</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
1	28.56	15.49	22.18	34.37
2	18.5	30.07	14.33	15.49
среднее	23.53	22.78	18.26	24.93

Примечание: обозначения как табл. 3.

Вертикальное распределение водорослей эпифитона рассматривали только по двум грациям: «у дна» и «у поверхности». Численность водорослей эпифитона разных макрофитов в поверхностных слоях и у дна различалась (табл. 4). Так, на всех видах рдестов (типичные гидрофиты) обрастания были обильнее у поверхности, а на *Bytomus umbellatus* (относящегося к группе низкотравных гелофитов и произрастающего в более мелководной части рек) наблюдали обратное распределение, хотя оно проявлялось только на станциях среднего и нижнего течения реки. Численность водорослей на *Potamogeton crispus* колебалась на разных станциях от 14.76 до 43.09 тыс.кл/см<sup>2</sup>, на *Bytomus umbellatus* от 10.65 до 57.6 тыс.кл/см<sup>2</sup>, *Potamogeton trichoides* от 5.13 до 29.05 тыс.кл/см<sup>2</sup>, *Potamogeton perfoliatus* от 8.27 до 65.5 тыс.кл/см<sup>2</sup>.

Изменение структуры экотонных сообществ от истока к устью реки Ай характеризуется снижением видового разнообразия и увеличением обилия водорослей (рис. 1, 2). Таким образом, высокое видовое разнообразие эпифитона характерно для рек с выраженным экотонном, в данном случае с изменением характера водотока (от горного к равнинному), связанного с переменной ландшафтной зоны.

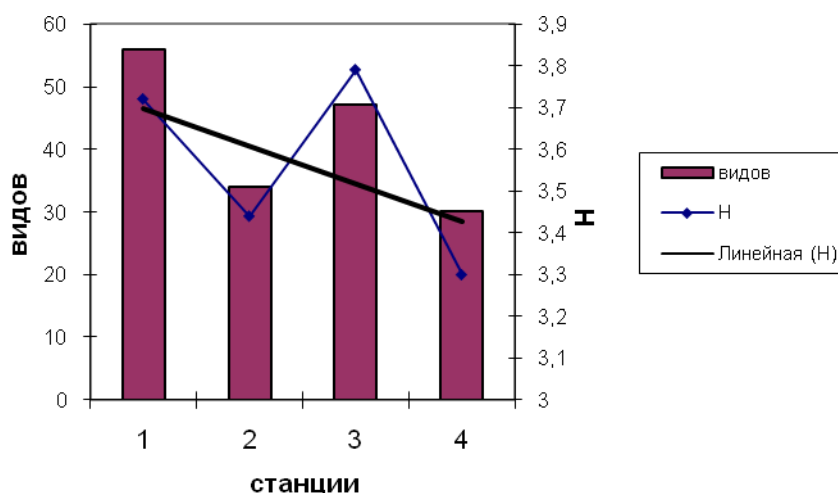


Рис. 2. Изменение количества видов и коэффициента Шеннона (H) по продольному профилю реки Ай (1 – г. Златоуст, 2 – пос. Межевой, 3 – д. Месягутово, 4 – д. Метели). Дана линейная линия тренда по H.

#### Литература

- Барина С. С., Медведева Л. А. Атлас водорослей-индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток: Дальнаука, 1996. 364 с.
- Гареев А. М. Реки и озера Башкортостана. Уфа: Китап, 2001. 260 с.
- Комулайнен С. Ф. Структуры и функционирование фитоперифитона в малых реках Восточной Финноскандии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. С.-Пб., 2005. 43 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. т. 11. Средний Урал и Приуралье. Гидрометеиздат, Л. 1973. 848 с.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЛАНКТОНА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕР (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

*Г. А. Гуламанова*  
 ГОУ ВПО Башкирский государственный университет,  
 Gulamanovaga@mail.ru

Проблема загрязнения пресноводных озер особенно актуальна, так как они являются одним из источников чистой воды.

Фитопланктон, будучи одним из основных компонентов водных экосистем и основным продуцентом органического вещества, первым вступает в

контакт с поступающими соединениями, что сказывается на видовой структуре, численности и продолжительности вегетации (1, 2). В данной работе мы попытались дать оценку экологического состояния водоемов по степени эвтрофирования. Использовали качественные и количественные характеристики фитопланктона – видовое разнообразие флоры водорослей, численность, биомассу, и физический показатель водоемов – прозрачность.

Методика сбора и обработки материалов соответствовала общепринятым подходам в изучении водорослей (3). Для исследования были выбраны пять озер, расположенных в лесостепной и степной зонах Республики Башкортостан: оз. Татышево, оз. Шамсутдин (пойменные), оз. Кандры-куль, оз. Аслы-куль (карстовые), оз. Якты-куль (тектоническое).

За период исследования 2005–2007 гг. выявлено 333 вида, разновидности и формы водорослей. По числу видов отделы распределились следующим образом: Chlorophyta – 127 видов и разновидностей, Bacillariophyta – 110, Cyanophyta – 52, Euglenophyta – 22, Dinophyta – 10, Chrysophyta и Xanthophyta – по 6 видовых и внутривидовых таксонов.

В фитопланктоне оз. Татышево выявлено 250 видов и разновидностей водорослей. Вклад видового разнообразия фитопланктона озера составляет 75% от общего числа обнаруженных водорослей. Высокое видовое разнообразие синезеленых, наряду с зелеными и диатомовыми водорослями, свидетельствует о повышенной эвтрофикации этого озера.

В фитопланктоне оз. Шамсутдин обнаружено 99 видов и разновидностей водорослей. По числу таксономических единиц преобладают зеленые и диатомовые водоросли (67 и 51 вид), что составляет 65% от числа обнаруженных видов.

Для остальных озер характерна иная структура фитопланктона: по видовому разнообразию преобладают диатомовые водоросли, на втором месте – отдел Chlorophyta, далее – со значительно меньшим количеством видов – синезеленые водоросли, участие остальных отделов незначительно и меняется в зависимости от водоема.

В оз. Кандры-куль в фитопланктоне обнаружено 156 видов и разновидностей водорослей. По количеству видов доминировали диатомовые водоросли (43% от общего числа), отдел зеленых водорослей представлен 53 видами и разновидностями, синезеленые – 21, эвгленовые – 7, участие остальных отделов было незначительным.

В оз. Аслы-куль обнаружено 128 видов водорослей. Систематическая структура фитопланктона аналогична с фитопланктоном оз. Кандры-куль.

В оз. Якты-куль выявлено 106 видов водорослей из 6 отделов. По числу видов лидировали диатомовые водоросли. Отдел Chlorophyta представлен 35 видами. Синезеленые водоросли составили 12% от общего числа видов, наибольшим видовым разнообразием характеризовался род *Gloeocapsa* (Kütz.) Hollerb.

В пойменных озерах (Татышево, Шамсутдин) наблюдается увеличение числа таксонов, происходит рост таксономического разнообразия синезеленых, хлорококковых и эвгленовых водорослей. В период весеннего половодья эти

озера соединяются с рекой, флора их обогащается за счет заносных видов. Летом, в результате испарения, уровень воды в них снижается, биогенная нагрузка, напротив, усиливается, что вызывает массовое развитие водорослей. Помимо этого, эти озера испытывают возрастающую хозяйственную нагрузку, быстро возрастает рекреационное значение, особенно в период летнего массового отдыха, что стало причиной нарастания в них процессов эвтрофирования. В трех остальных озерах (Кандры-куль, Аслы-куль, Якты-куль), с большей площадью и глубиной, качественные показатели фитопланктона ниже. По видимому, это связано с геоморфологическими, химическими и физическими особенностями озера. В настоящее время самоочистительные возможности их превосходят антропогенное влияние.

Была изучена также динамика количественных показателей – численность и биомасса фитопланктона (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели численности и биомассы фитопланктона**

озера / показатели	Татышево	Шамсутдин	Кандры-куль	Аслы-куль	Якты-куль
численность (тыс. кл/л)	8493.0	5410.4	1286.9	1005.6	749.6
биомасса (г/м <sup>3</sup> )	13.3	11.5	6.5	5.2	4.1

В оз. Татышево наиболее многочисленными были отделы *Chlorophyta* и *Cyanophyta*, численность зеленых водорослей составила 3.2 млн.кл/л, синезеленых – 2.7 млн. кл/л соответственно. Доля *Bacillariophyta* в образовании численности достигала 25%. Основная масса фитопланктона (9.75 г/м<sup>3</sup>, 73% от всей биомассы) складывалась за счет отделов диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей.

В оз. Шамсутдин наиболее многочисленными были виды отделов *Cyanoprokaryota* и *Chlorophyta*: *Microcystis aeruginosa* Kütz., *Dactylococcopsis acicularis* (Lemm.), *Chlorella vulgaris* Beijer, *Coelastrum microporum* Näg., вместе составившие 1.6 млн.кл/л – 30% всей численности. Основную долю биомассы составляли диатомовые, зеленые и эвгленовые водоросли.

В остальных озерах количественные показатели фитопланктона характеризовались более низкими значениями. В оз. Кандры-куль по численности преобладали отделы *Chlorophyta* и *Bacillariophyta* (464.5 тыс.кл/л и 383.1тыс.кл/л соответственно). Биомасса фитопланктона характеризовалась равнозначным участием отделов диатомовых – 2.15 г/м<sup>3</sup> и зеленых водорослей – 2.13 г/м<sup>3</sup>. Доля отделов *Cyanophyta* и *Dinophyta* составила 20.5% и 10.5% соответственно.

В оз. Аслы-куль наиболее многочисленными были виды *Chlorella vulgaris* Beijer, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh, *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz. Биомасса слагалась в основном за счет отделов *Bacillariophyta* и *Dinophyta*.

В фитопланктоне оз. Якты-куль численность составила 749 тыс. кл/л., биомасса – 4.1 г/м<sup>3</sup>. Существенный вклад в численность вносили золотистые водоросли, в частности *Dinobryon divergens* Imhof. Основную долю биомассы

фитопланктона составляли отдел *Bacillariophyta*, за счет большого объема клеток, *Chrysophyta* и *Chlorophyta*.

Анализ динамики численности и биомассы также выявил, что в пойменных озерах уровень развития фитопланктона выше.

Помимо биологических показателей, в работе мы использовали физический показатель – прозрачность. Известно, что повышение продуктивности водоема влечет за собой уменьшение прозрачности.

Для определения трофического статуса нами был использован индекс трофического статуса TSI, предложенный Робертом Карлсоном, рассчитываемый по показателю прозрачности воды (4).

$$TSI=60-14,41 \cdot \ln \text{Secchi}$$

Таблица

### Прозрачность и индекс трофического статуса озер

Озеро	Прозрачность (м)	TSI	Значение статуса
Татыш	1,1–3,6	42,0–58,7	мезо-эвтрофный
Шамсутдин	1,7–4,6	38,0–52,35	мезо-эвтрофный
Кандры-куль	5,9–7,1	31,7–34,5	олиготрофный
Аслы-куль	5,4–7,8	30,5–35,70	олиготрофный
Якты-куль	2,1–6,0	34,18–49,31	олиго-мезотрофный

Индексы были наименьшими в оз. Кандры-куль и Аслы-куль: индекс TSI характеризовал олиготрофные условия. В оз. Якты-куль индекс TSI составил в среднем 34,6, что соответствует олиго-мезотрофным условиям, в оз. Татыш и оз. Шамсутдин индекс TSI характеризовал мезо-эвтрофные условия.

В целом, по результатам исследования сделан вывод о том, что оз. Кандры-куль, Аслы-куль, Якты-куль по трофическому статусу соответствуют олиготрофным озерам, оз. Шамсутдин – мезо-эвтрофным, в оз. Татышево усиливаются процессы антропогенного эвтрофирования.

### Литература

1. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов Северо-Запада России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 367 с.
2. Шкундина Ф. Б. Антропогенное эвтрофирование озер республики Башкортостан // Вестник Академии наук РБ. 2006. Том 11. № 2. С. 24–29.
3. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. Киев: Наук. думка, 1989. 608 с.
4. Carlson R. E. Trofic state index for lakes // Limnology and Oceanography. 22, 1977. P. 361–369.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ

*А. И. Антонова, Е. В. Кириллова, И. И. Семенова, Р. Х. Акбердина*  
Филиал Российского государственного социального университета,  
Чебоксары, *ine\_ssa@mail.ru*

Процесс нитрификации, ведущий к образованию окисленных неорганических соединений азота, носит глобальный характер. Избыточное потребление

азота удобрений ведет к аккумуляции нитратов в растениях, способствует загрязнению водоемов и грунтовых вод остатками удобрений, в результате чего территория загрязнения сельхозпродукции нитратами расширяется. Накопление нитратов в растениях может происходить не только от переизбытка азотных удобрений, но и при недостатке других их видов (фосфорных, калийных и др.). путем частичной замены недостающих ионов нитрат-ионами при минеральном питании а также при снижении у ряда растений активности фермента нитратредуктазы, превращающего нитраты в белки.

В результате употребления продуктов, содержащих повышенное количество нитратов, человек может заболеть метгемоглобинией, в результате которого человек задыхается при физических нагрузках из-за кислородной недостаточности. В желудочно-кишечном тракте избыток нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитриты, а далее возможно превращение их в нитрозоамины – сильные канцерогенные яды, вызывающие опухоли. В связи с этим при употреблении в пищу овощей – накопителей нитратов важно нитраты употреблять в малых дозах. Содержание нитратов можно уменьшить вымачиванием, кипячением продуктов (если отвар не используется), удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т. е. при массе 50–60 кг – это 220–300 мг.

Целью нашей работы явилось определение нитратов в различных овощах, выращенных на почвах Красноармейского района Чувашской Республики. В качестве удобрения использовался навоз.

Для определения нитратов использовали выжатый сок определенных частей овощей. Для этого вырезанные части овощей растирали в ступке, отжимали сок через 2–3 слоя марли. На предметное стекло, положенное на белую бумагу, капали 2–3 капли сока и добавляли 2 капли дифениламина. По характеру окраски определяли содержание нитратов. Повторность опыта трехкратная.

Таблица

### Содержание нитратов в овощах

Исследуемые овощи	Часть растения	Допустимое содержание нитратов, мг/кг	Найденное содержание нитратов, в мг/кг
Картофель свежий	Под кожурой	40–980	100
	Серединная часть		100
Капуста белокочанная	Жилки	600–3000	1000
	Лист		500
Лук репчатый		60–900	0
Кабачки	Кожура	190–700	250
	Мякоть		100
Морковь		170–2200	250
Свекла столовая	Верхняя 1/3 часть	44–2640	250
	Середина		100

Таким образом, из данных таблиц видно, что содержание нитратов в овощах незначительное и соответствует допустимой норме.

### Литература

1. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М., 2003. 288 с.
2. Экологический мониторинг / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М., 2005. 416 с.
3. Голубкина Н. А., Шамина М. А. Лабораторный практикум по экологии. М., 2004. 56 с.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БОЛОТА МЕДЛА-ПЕВ-НЮР (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

*О. А. Михайлов, М. Н. Мигловец*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, mikter@mail.ru, miglovec@bk.ru*

По данным торфяного фонда Республики Коми, болота занимают 8% ее территории (Лесное хозяйство..., 2000). С продвижением с юга на север заболоченность увеличивается. Разнообразие физико-географических условий республики обуславливает развитие разных типов болот. Каждое болото характеризуется своим микроклиматом, где одним из важнейших факторов для формирования растительных сообществ является температура.

Цель наших исследований состояла в характеристике сезонной и суточной динамики температуры воздуха и почвы на болоте Медла-Пев-Нюр, расположенном в подзоне средней тайги в бассейне р. Вычегда. Общая площадь болота составляет около 2790 га, максимальная мощность торфа – 3.4 м. Описание растительного покрова проводили по общепринятой методике (Шенников, 1964). Для изучения микроклиматических параметров болота использовали автоматическую метеостанцию фирмы Campbell Scientific (Великобритания), с помощью которой регистрировали температуру воздуха в 15 точках на высоте 1.5 м и температуру почвы на разной глубине. Дополнительно измеряли уровень грунтово-болотных вод с использованием пластмассовых трубок, установленных в верхних горизонтах почвы.

Болото Медла-Пев-Нюр характеризуется неоднородностью микрорельефа и разнообразием растительности. Окраина болота представляет собой эвтрофную облесенную топь. Микрорельеф кочковато-западинный. Древесный ярус образован *Picea obovata*, *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris*, высотой 7–16 м, сомкнутость крон – 0.3–0.4. В травянисто-кустарничковом ярусе преобладают мезо-эвтрофные травянистые растения: *Carex caespitosa*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Calamagrostis neglecta* и др. Напочвенный покров образован бриевыми мхами (*Calliergon*, *Plagiomnium* и др.) С продвижением к центру микрорельеф меняется на кочковато-топяной. Деревья сосны высотой 0.3–4.5 и сухостой приурочены к кочкам. На кочках доминируют *Chamaedaphne calyculata* и *Vaccinium uliginosum*, в моховом покрове – *Sphagnum fuscum*. В топи преобладают *Menyanthes trifoliata*, *Carex limosa*, *Carex lasiocarpa*, из мхов - *Drepanocladus* sp. На олиготрофных участках с кочковатым микрорельефом сосновый сухостой рассеянный, высотой 1.5–7 м, живые деревья сосны единичны. В растительном покрове на кочках доминируют *Chamaedaphne calyculata*, *Eriophorum*



vaginatum, *Andromeda polifolia*, *Sphagnum magellanicum*, *S. angustifolium*, *S. fuscum*. Между кочек преобладают *Sphagnum fallax*, *Carex rostrata*, *Scheuchzeria palustris*., *Oxycoccus palustris*. Сходным видовым составом растений характеризуются участки с кочковато-ковровым микрорельефом.

За период наблюдений с июля по сентябрь 2007 г. на болоте Медла-Пев-Нюр максимальная температура воздуха +25 °С была отмечена 18 августа, а минимальная +4.3 °С – 10 сентября (рис. 1). В течение сезона и в суточной динамике выявлена более сильная вариабельность температуры воздуха, по сравнению с почвой. Установлена высокая степень корреляции температур воздуха и почвы ( $r=0.8$ ). В одной и той же точке измерения с увеличением глубины температура почвы снижалась. Для верхних горизонтов характерна более сильная вариабельность этого показателя, что связано с нагреванием поверхности болота в дневное время суток.



Рис. 1. Динамика температуры (°С) почвы на глубине 10 см и воздуха на болоте Медла-Пев-Нюр

Температура нижних горизонтов была более стабильной. Поэтому разность температур в верхних и нижних слоях почвы увеличивалась днем и сокращалась ночью (рис. 2). Температурный фактор влиял на сезонный ход уровня грунтовых вод. В период кратковременно установившейся жаркой погоды во второй половине августа отмечены отрицательные значения уровня воды на исследуемом болоте (рис. 3).

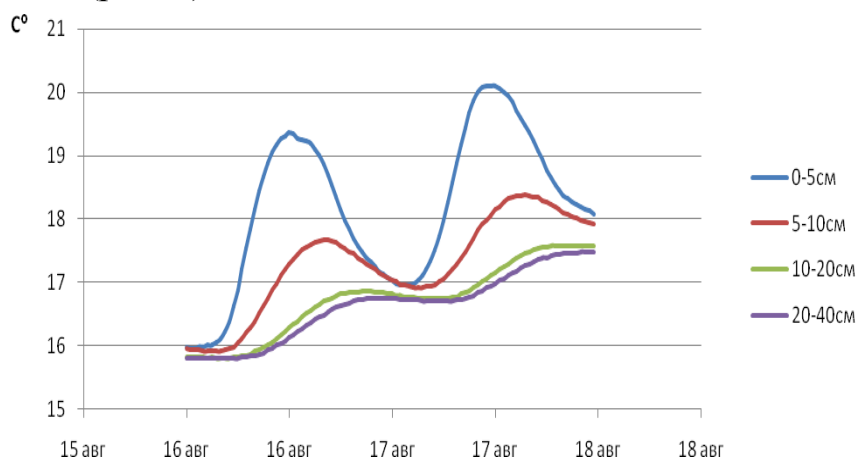


Рис. 2. Суточная динамика температуры (°С) на разных глубинах почвы

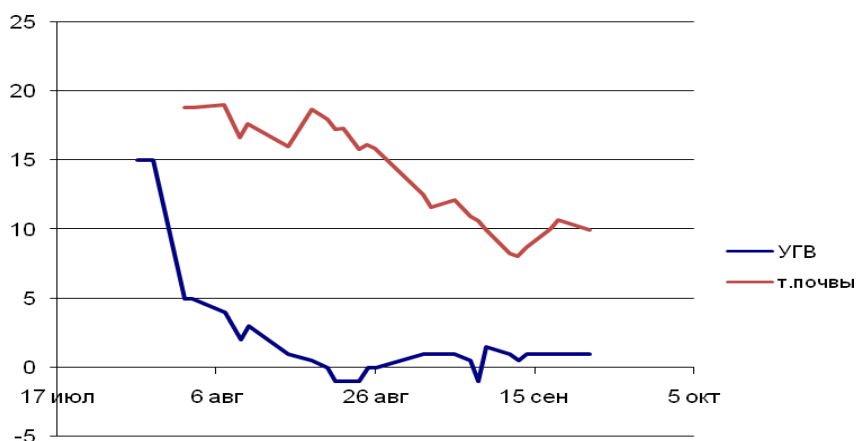


Рис. 3. Динамика уровня грунтовых вод (УГВ, см) и температуры (°C) почвы на глубине 10 см на болоте Медла-Пев-Нюр

Таким образом, в результате проведенных нами исследований выявлена сезонная и суточная динамика температуры воздуха и почвы одного из болот Республики Коми. В перспективе предполагается изучить влияние температурного фактора на эмиссию углекислого газа и метана с его поверхности.

Исследования выполнены в рамках Международного проекта Института биологии CARBONORTH.

#### Литература

- Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. М., 2000. 511 с.  
 Торфяные ресурсы Республики Коми. Сыктывкар, 2000. 613 с.  
 Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л., 1964. 447 с.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АКТИВНОСТЬ ОСОБЕЙ *PIERIS NAPI* L. (LEPIDOPTERA, PIERIDAE) ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН РОССИИ**

**О. К. Нужнова**

*Мурманский государственный педагогический университет,  
 nujnovaolga84@mail.ru*

Температурные изменения оказывают существенное влияние на поведение насекомых, в значительной степени контролируя их сезонную и суточную активность и при определенных значениях лимитируя ее.

Изучение влияния абиотических факторов, в частности температуры на активность насекомых проводилось в основном в зоне умеренного климата (Williams, Osman, 1960; Приставка, 1969); в условиях арктических широт этому вопросу уделялось недостаточно внимания. Несмотря на то, что большое количество работ посвящено изучению влияния экологических факторов на активность разных видов насекомых в южных и высокогорных районах (Чернышев,

Богуш, 1973; Чикатунов, 1979; Зотов, 1980), этот вопрос в отношении лепидоптерологической фауны южных регионов России недостаточно разработан.

*Pieris napi* L. – дневная булавоусая бабочка средних размеров с выраженным половым диморфизмом. Она является одним из наиболее часто встречающихся представителей семейства *Pieridae*, принадлежит к числу массовых видов и входит в ряд самых распространенных представителей *Macrolepidoptera* на территории России: встречается в европейской части и в Западной Сибири повсеместно, в горных районах – до 2000 метров над уровнем моря. Самые северные местообитания располагаются на о. Новая Земля (Uvarov, 1931).

В ходе исследования проведен анализ влияния температуры воздуха на активность лета в утренние и дневные часы особей *Pieris napi* из трех природно-климатических зон России: арктической (Мурманская область, г. Североморск и г. Мурманск), бореальной (Калужская область, г. Обнинск) и неморальной (Карачаево-Черкесская республика, с. Закан).

**Материал и методы.** Известно, что активность насекомых меняется в зависимости от хода температур (Uvarov, 1931). Следовательно, чем меньше срок, за который анализируется материал, тем больше результат анализа показывает влияние погоды на активность насекомых. Ввиду этого в каждой природно-климатической зоне проводились сборы особей одной и той же генерации (I) за период не более 10 дней, чтобы на рассчитанных коэффициентах меньше отразилась разница в продолжительности жизни имаго. Исследования проводились в целом с 18 мая по 2 июля 2006 г.: в Калужской области с 18 по 27 мая, в Карачаево-Черкесской республике с 1 по 10 июня, в Мурманской области – с 23 июня по 2 июля 2006 г.

В каждом районе была заложена пробная площадка размером 500 м<sup>2</sup>, на которой в течение 10 дней проводился количественный учет особей *Pieris napi*. Наблюдения и сборы осуществлялись 2 раза в сутки, продолжительность единовременных наблюдений – 1 час в утренние (в интервале с 10.00 до 13.00) и в дневные (с 13.00 до 16.00) часы. Во избежание повторного учета особей, пересекавших границу площадки, отлавливали с помощью энтомологического сачка и помещали в сосуд, а по окончании наблюдений выпускали. Во время наблюдений фиксировали показатели температуры воздуха при помощи психрометра Ассмана (Зотов, 1980).

Для изучения связи между количеством особей и температурой воздуха применялся корреляционный анализ с использованием параметрического коэффициента корреляции Пирсона. Поскольку предварительной проверки на нормальность распределения не производилось, каждый коэффициент корреляции Пирсона был дополнительно проверен с помощью непараметрического (рангового) коэффициента корреляции Спирмена, который может быть использован для признаков с любым видом распределения. Достоверность коэффициентов корреляции определяли, сравнивая рассчитанные коэффициенты  $r$  с критическими.

**Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что активность лета особей *Pieris napi* из разных природно-климатических зон России в утренние и дневные часы различается. Результаты изучения зависимости летной активно-

сти особей трех популяций *Pieris napi* от температуры воздуха представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Зависимость активности лёта *Pieris napi* от температуры воздуха в различных природно-климатических зонах России**

День наблюдений	Арктическая зона		Бореальная зона		Неморальная зона		
	Т °С	Количество особей	Т °С	Количество особей	Т °С	Количество особей	
утро	1-й	18	16	14	12	28	190
	2-й	17	30	25	126	33	178
	3-й	15	26	21.5	55	23	19
	4-й	22	64	22	105	24	16
	5-й	24	76	22	77	23.5	13
	6-й	19	50	26.5	109	25.5	23
	7-й	19	2	27.5	44	25.5	20
	8-й	18	3	28.5	78	27.5	23
	9-й	13	6	26.5	109	24	9
	10-й	9	6	27.5	44	24	20
день	1-й	28	5	21	8	31	9
	2-й	24	11	23	128	29	15
	3-й	17	36	25	18	24.5	28
	4-й	20	46	25	111	26.5	20
	5-й	25	72	23	28	27	7
	6-й	20	66	25	83	23	5
	7-й	17	4	23	28	27	8
	8-й	19	10	27	98	26.5	15
	9-й	23	10	25	114	22	96
	10-й	15	10	24	47	24	7

Из полученных данных видно, что повышение температуры оказывает различное влияние на активность лета особей *Pieris napi* из разных популяций, что подтверждается полученными коэффициентами корреляции (табл. 2). Коэффициенты, подчеркнутые 2 чертами, достоверны с вероятностью 99.9 %, 1 чертой – 95%, неподчеркнутые коэффициенты недостоверны.

Таблица 2

**Коэффициенты корреляции численности сбора *Pieris napi* с температурой воздуха**

Время наблюдений	Арктическая зона	Бореальная зона	Неморальная зона
утренние часы	+0.71	+0.44	+0.82
дневные часы	+0.08	+0.51	-0.51

Полученные коэффициенты корреляции показывают, что за исключением бореальной зоны, в остальных популяциях *Pieris napi* в утренние часы прослеживается достоверная прямая связь между температурой воздуха и активностью бабочек. Имаго насекомых чувствительны к погодным условиям и не ле-

тают при низких температурах. Для активной жизни бабочкам необходима температура по меньшей мере 15 °С (ведь для полета необходимо тепло). Повышенные температуры в целом увеличивают активность насекомых.

Однако при дальнейшем увеличении температуры в дневные часы ситуация изменяется: коэффициент корреляции в отношении северной популяции *Pieris napi* становится практически равным нулю, а в неморальной зоне – даже переходит в область отрицательных значений. По-видимому, в дневные часы в арктической зоне создаются оптимальные условия для лета особей *Pieris napi*, и температура не ограничивает их активность (Чернышев, Богуш, 1973). В условиях неморальной зоны в дневные часы температура становится настолько высокой, что начинает угнетать особей *Pieris napi*, и коэффициент корреляции становится отрицательным.

Для большинства бабочек температурный оптимум находится в пределах +20...25 °С. Поскольку температура тела насекомых незначительно отличается от температуры окружающей среды и претерпевает существенные изменения вслед за ее изменениями, слишком высокая температура приводит к появлению и дальнейшему углублению минимума активности в середине дня. Именно это явление ярко выражено в высокогорье неморальной зоны, где суточная амплитуда колебаний температур велика. При изменении температуры среды *Pieris napi* стремятся в места, где температура воздуха для них наиболее благоприятна и близка к оптимуму – этим стремлением в значительной степени обусловлены их суточные миграции, зональная смена стаций обитания, поведение (Ado-Bediako et al., 2000). Когда становится слишком жарко, брюквенницы прячутся в тень. На наш взгляд, это связано не только с температурным фактором, но также со степенью устойчивости *Pieris napi* к ультрафиолетовому излучению и сухости воздуха.

В бореальной зоне температура днем, как правило, не достигает тормозящего активность *Pieris napi* уровня, поэтому в утренние часы также наблюдается увеличение их летной активности, но послеполуденного спада не наблюдается.

Таким образом, нами показано, какие вариации в летной активности *Pieris napi* из различных природно-климатических зон России возникают в утренние и дневные часы под воздействием температурного фактора в зависимости от уровня его колебаний. Принцип изменения активности следующий: в более холодных областях максимальная активность наблюдается в дневные часы, а на юге в высокогорье смещается на утренние часы, в том числе в связи с высоким уровнем ультрафиолетовой радиации (Ado-Bediako et al., 2000). Термопреферендум почти не связан с ареалом вида. *Pieris napi* как северной, так и южной популяции предпочитают одну и ту же умеренно высокую температуру.

### Литература

1. Зотов В. А. Суточный ритм активности жука-чернотелки *Trigonoscelis gigas* Reitt. (Coleoptera, Tenebrionidae) и его регуляция светом и температурой // Зоологический журнал, 1980. Т. 59, вып. 2. С. 217–224.

2. Приставко В. П. Оценка влияния некоторых абиотических факторов на отлов бабочек яблонной плодожорки // Зоологический журнал, 1969. Т. 48, вып. 8. С. 1177–1184.
3. Чернышев В. Б., Богуш П. П. Влияние погоды на лет насекомых на свет в Средней Азии // Зоологический журнал, 1973. Т. 52, вып. 5. С. 700–707.
4. Чикатунов В. И. Некоторые особенности суточной активности насекомых в высокогорьях Таджикистана // Энтомологическое обозрение, 1979. Т. 58, вып. 1. С. 39–41.
5. Ado-Bediako A., Chown S. L., Gaston K. J. Thermal tolerance, climatic variability and latitude // Proceedings. Biological Sciences, 2000. Vol. 267. N 1445. P. 739–745.
6. Uvarov B. P. Insects and climate // Transactions of the Royal Entomological Society of London, 1931. Vol. 79. N 1. P. 1–232.
7. Williams C. B., Osman M. F. H. A new approach to the problem of the optimum temperature for insect activity // The Journal of animal ecology, 1960. Vol. 29. P. 187–190.

## **СПЕЦИФИКА ЭНТОМОКОМПЛЕКСА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СУКЦЕССИИ В ХВОЙНЫХ БИОЦЕНОЗАХ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Е. В. Юркина*

*Сыктывкарский лесной институт, evjur@yandex.ru*

Стратегия природопользования на европейском Северо-Востоке России ориентирована на добычу ресурсов, в том числе и лесных. При этом раньше мало кто из производителей задумывался о последствиях, связанных с разрушением исходного биоценоза. Только к концу XX в. люди пришли к пониманию того, что экосистемы представляют совокупность различных составляющих, тесно взаимосвязанных и взаимодействующих между собой. Подобно живым организмам экосистемы находятся в постоянном развитии, функционируют согласно законам устойчивости и равновесия.

Основные положения сукцессионной концепции базируются на изучении фитоценозов. И это понятно. Гетеротрофная составляющая биоценозов формируется на базе фитоценоза и лишь в дальнейшем начинает влиять на его состав и происходящие в нем процессы. Несмотря на исключительную роль беспозвоночных животных в регулировании потока энергии в сообществах на европейском Севере России нет работ, характеризующих особенности зоогенных сукцессий в лесных экосистемах.

В ходе посткатастрофической сукцессии происходит переход от лесных к луговым формациям, затем от луговых вновь к лесным. Этот процесс сопровождается сменой ценокатегорий, экогрупп, редких, обычных и обильных видов насекомых. Воссоздание на месте нарушенных площадей лесного биогеоценоза осуществляется через несколько стадий. Формируются комплексы беспозвоночных, приуроченные к начальным, средним и поздним стадиям сукцессии.

В естественных малонарушенных сосняках наличествуют четыре функционально-биоценологических комплекса: фитофаги, энтомофаги, сапрофаги, мицетофаги. Характерными обитателями высокоствольных лесных сообществ являются чешуекрылые – *Cossus cossus* (Cossidae), *Sphinx pinastri* (Sphingidae),

*Bupalus piniarius* (Geometridae), *Panolis flammea* (Noctuidae), жесткокрылые - *Acanthocinus griseus*, *Monochamus galloprovincialis* (Cerambycidae), клопы, как хищные (*Rhinocoris annulatus*), так и растительоядные (*Elasmucha gweisea*). Среди перепончатокрылых господствуют муравьи родов *Formica* и *Myrmica*. Красногрудый муравей древооточец – *Camponotus herculeanus* (сем. Formicidae), один из характерных элементов тайги, строит гнёзда в древесине больных или мертвых елей, пихт, сосен. Насекомые собирают падь в кроне деревьев. Иногда гнёзда на разных деревьях объединены в колонии. Дороги между ними прокладываются под землёй. С обитателями сосновых лесов тесно связаны виды – паразиты – *Coleocentrus exicator*, *Ichneumon pisorius* (Hymenoptera, Ichneumonidae), *Phryxe erythrostroma* (Diptera, Tachinidae). В кронах хищничают жужелицы (*Dromius marginellus*), стафилиниды (*Sepedophilus littoreus*). Они зимуют на деревьях под корой, питаются яйцами короедов, тлями.

Группа мицетофильных жесткокрылых тесно взаимосвязана со старовозрастными лесами. Хищными эпигеобионтами являются *Absidia pilosa*, *Cantharis quadripunctata*, *Rhagonycha limbata* (Cantharidae), *Dasytes fuscus* (Melyridae), *Thanasimus formicarius* (Cleridae). Последний вид на личиночной стадии питается личинками и молодыми жуками короедов р. *Ips*, *Tomicus*, *Scolytus*. В почве нередки жуки, использующие растительный детрит – *Byrrhus arietinus*, *B. fasciatus*, *B. pilula* (Byrrhidae).

После рубки коренного насаждения экологическая структура энтомокомплекса изменяется. Механизмы взаимодействий, складывающиеся в новых условиях среды, соответствуют этим изменениям. На нарушенных участках исчезают пустоты биологического происхождения, микростанции, микроводоемчики, в которых обитают мелкие беспозвоночные, например, коллемболы, разрушаются ходы дождевых червей и подземных обитателей из позвоночных животных. Процесс становится еще более не управляемым, когда лесозаготовительная техника на лесосеках изменяет напочвенный покров. Даже через десять лет поверхность субстрата всего на 10 % покрыта мхами, а на песках закрепляются только единичные особи овсяницы овечьей (*Festuca ovina*). Почвенный покров крайне чувствителен к любым нарушениям, он легко эродирован. Продуктивное существование таких экосистем возможно только при определенной поддержке их со стороны человека.

На данном временном отрезке ядро энтомофауны составляют обитатели открытых стадий. Активны неспециализированные хищники – стрекозы, прямокрылые – *Decticus verrucivorus* (Orthoptera, Tettigoniidae), двукрылые – *Laphria gibbosa*, *L. gilva* (Diptera, Asilidae). На оголенных участках скапливаются клопы – *Aradus depressus* (Hemiptera, Aradidae). Они встречаются на трутовиках, коре и под корой деревьев, особенно обгорелых или срубленных пней. Комлевую часть срубленных деревьев осваивают усачи – *Acanthocinus aedilis*, *Rhagium inquisitor* (Cerambycidae).

В начальном этапе луговой стадии обычно присутствие рудеральных растений. Среди них пырей ползучий (*Agropyron repens*), вейник наземный (*Calamagostis epigeios*), луговик дернистый (*Deschampsia cespitosa*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*). В дальнейшем они постепенно замещаются

луговыми видами: лисохвостом луговым (*Alopecurus pratensis*), полевицей гигантской (*Agrostis gigantea*), мятликом луговым (*Poa pratensis*), нивяником обыкновенным (*Leucanthemum vulgare*) и другими. Если сукцессионные смены происходят без нарушений, то по прошествии 10 лет обычно на нарушенных участках формируется закрытый фитоценоз.

В состав населения беспозвоночных, заселяющих зарастающие вырубki, входят первые колонисты. Изначально это представители открытых стадий и некоторые, случайно оказавшиеся насекомые. Поскольку спектр экологических условий здесь более широк, чем в коренных лесах, то на таких территориях встречаются рудеральные, луговые и опушечно-полянныe виды, среди которых преобладают светлюбивые ксерофиты, трофически связанные с растениями луга. Первопоселенцами среди насекомых являются травоядные и хищные виды отр. Orthoptera – *Decticus verrucivorus* (Tettigoniidae), *Podisma pedestris* (Acrididae), *Asiotmethis muricatus*, *Omocestus viridulus* (Pamphagida) и растительноядные сосущие из отр. Homoptera – *Doratura stylata*, *Handianus flavovarius* (Cicadellidae). Равнокрылые насекомые присутствуют как на травянистой растительности, так и на подросте древесных растений. Во всех биотопах основу энтомокомплекса составляют эвритоппные виды. К данной группе относятся дендрофильные беспозвоночные, населяющие леса самого разного состава и возраста. Среди насекомых данной группы полужесткокрылые насекомые – *Rhyarochromus pini*, *Rh. vulgaris* (Hemiptera, Lygaeidae), жуки – *Amara brunnea* и *A. eurynota* (Carabidae), *Geostiba circellaris* (Staphylinidae), *Calvia quatuordecimguttata* (Coccinellidae), *Chlorophanus viridis*, *Hylobius abietis*, *Otiorhynchus nodosus*, *Phyllobius piri* (Curculionidae). При кипрейном типе зарастания вырубok наиболее заметен жук листоед падучка черная – *Adoxus obscurus*. Доминирующее положение занимают муравьи – *Lasius psammophylus*, *Tetramorium caespitum*. Многочисленными являются роющие осы из сем. Sphecidae (*Ammophila sabulosa*, *Crossocerus cetratus*), охотящиеся на гусениц озимой и других совок. Скорость экспансии варьирует в зависимости от местоположения экотопа. В ряде случаев наблюдается ее уменьшение в центральной части по сравнению с краевыми зонами.

В ходе сукцессии сорные и луговые виды постепенно выпадают из травяно-кустарничкового покрова, происходит снижение числа растений, требовательных к условиям светового режима. На стадии закустаренного луга участки с наиболее благоприятными микроклиматическими условиями осваивают виды берез, ив и ряд других первопоселенцев. Взаимосвязь исходного типа леса и формирующегося фитоценоза осуществляется через сохраненный подрост и недорубы, семенные деревья и куртины, живой напочвенный покров, подстилку, почву. Эти элементы не только наследуют характерные признаки исходного типа леса, но и в значительной мере детерминируют последующий сукцессионный процесс.

К характерным лесным фитофагам, обитающим на открытых стадиях, принадлежат *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionida), *Hylastes brunneus* (Coleoptera, Scolytidae). Достаточно приметной на данном временном отрезке является группа насекомых антофилов. На нарушенных участках присутствуют



перепончатокрылые насекомые из сем. Andrenidae, Melittidae и Megachilidae. Многочисленными являются некоторые эвритоппные виды шмелей (*Bombus agrorum*, *B. terrestris*), чаще других заселяющие открытые станции. В качестве кормовой базы пчелы используют такие ценные северные медоносы как иван-чай, малина обыкновенная, образующие заросли на вырубках, гарях и вдоль лесовозных дорог. Медоносными являются кустарнички голубики, черники, брусники. Нектароносность черники увеличивается в условиях слабого затенения. Шиповник используется в основном как пыльценосное растение. В дальнейшем ценотические позиции сохраняются лишь за видами, относящимися к лесным антофилам. Более редкими насекомыми, обитающими на зарастающих вырубках, являются *Philonthus carbonarius*, *Philonthus decorus*, *Tachinus rufipes*, *Tachyporus chrysomelinus*, *Xantholinus laevigatus* (Coleoptera, Staphylinidae). Очень редко на лесосеках поселяются такие виды как *Pselaphus heisei* (Coleoptera, Pselaphidae), *Stagetus borealis* (Coleoptera, Anobiidae).

В процессе восстановления энтомофауны на стадии сосново-лиственного молодняка наблюдается последовательная смена ряда ценотических групп беспозвоночных животных, связанных с зарастающими территориями. На берёзах встречаются листоблошки *Psylla betulae* (Homoptera, Psyllidae) и тли *Calaphis flava* (Homoptera, Aphididae). Указанная группа видов начинает заметно преобладать в составе населения беспозвоночных со стадии образования сомкнутых молодняков, то есть в древостоях возраста 10 лет и более. Важное место в биоценозах хвойно-лиственных молодняков занимает связка из бореальных видов - *Brachyderes incanus*, *Strophosoma capitatum* (Coleoptera, Curculionidae), *Gilpina pallida*, *G. virens*, *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera, Tenthredinidae). Их сопровождает комплекс паразитов – *Olesampe macellator*, *Pleolophus curtulus* (Hymenoptera, Ichneumonidae). Хищничают сетчатокрылые – *Chrysopa perla*, *Parasemidalis fuscipennis*, жуки стафилиниды – *Amischa analis*, *Atheta pallidicornis*, двукрылые – *Chamaesyrfus scaevoides*, *Didea intermedia* (Syrphidae).

Сукцессионная серия завершается климаксным сосняком. На почве использования пространства возникает сложная система топических связей позитивного характера, создающая возможность формирования полночленного и разнообразного по видовой структуре ценоза. Архитектоника кроны зрелого насаждения открывает возможность поселения большого числа организмов из разных таксонов.

Создание лесных культур связано со многими проблемами фитоценотического плана, а также с вопросами их патологии. Современное воспроизводство лесов обеспечило возможность интенсификации производства древесины или шишек и семян, но не смогло придать технологии свойства экологичности. Естественный процесс саморазвития экосистемы, обеспечивающий ее динамику, под воздействием антропогенного фактора может быть изменен. Многократные нарушения среды приводят к тому, что ход сукцессии все время прерывается.

На основании данных о встречаемости видов насекомых на 30-летнем временном отрезке в условиях плантационных посадок сосны обыкновенной

прослежена динамика замещения биоценологических комплексов, экологических групп, и наиболее обильных видов насекомых. Выделены следующие сукцессионные стадии: коренное насаждение (сосняк лишайниково-зеленомошный); смена климаксного сообщества на открытый фитоценоз, формирующийся на расчищенных под посадки полях, последующая посадка саженцев и прохождение ими до достижения возраста 30 лет четырех возрастных стадий, формирование закрытого фитоценоза, приближенного к естественному.

В естественных малонарушенных сосняках присутствуют растения, типичные для исходного типа леса, четыре функционально-биоценологических комплекса и 10–12 экологических групп насекомых. Среди них господствуют хищники, филлофаги и мицетофаги. Обычны ксилофаги и ризофаги. После вырубki лесов и расчистки территории под посадку формируются специфические биотопы, практически полностью лишены растений и беспозвоночных животных. Аналогами таких ассоциаций могут быть песчаные карьеры, образовавшиеся после вывоза песка и щебня. Продолжительность существования подобного сообщества незначительна. В ходе восстановительной сукцессии переувлажненные местообитания осваивают первопоселенцы: мхи (*Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*), осоковые (*Carex nigra*, *Eriophorum vaginatum*) и злаковые растения (*Deschampsia flexuosa*, *Agrostis tenuis*). К концу первого года на разработанных площадях формируется открытый фитоценоз. До первых посадок на оголенных полях встречается два функционально-биоценологических комплекса и три экологические группы насекомых. В биотически ненасыщенные местообитания проникают многоядные обитатели естественных фитоценозов. Их состав складывается стихийно и зависит от случайных факторов. Животные проникают из соседних биотопов, изоляция от которых невозможна. Они могут расселяться по территории с семенами и опавшими частями растений.

Начальный этап создания культур включает подготовку посадочного материала и участка, выбор способа посадки, создание дренажной системы. С момента посадки ход сукцессионного процесса осуществляется при постоянном вмешательстве со стороны человека. Это выражается в уходе за культурами, включающем обработку почвы, уничтожении части растительности, способной колонизировать посадки сосны. В таких экотопах на второй послепосадочный год обычно присутствие трех функционально-биоценологических комплексов и шести экологических групп насекомых. Число сапрофагов невелико. Они представлены видами детритофагами. Ядро потребителей первого порядка составляют филлофаги, трофически связанные с сосной обыкновенной. Часть этих насекомых проникает в зеленые насаждения с посадочным материалом из питомников. Так распространяются тли. Из соседних сельскохозяйственных полей на растения переходят некоторые многоядные вредители, например, клопы или жуки щелкуны. При вспышке массового размножения фитофагов наблюдается и обратный процесс оттока насекомых с лесных культур на поля. Видовое разнообразие формирующегося энтомоценоза дополняют многоядные хищные насекомые.

Дальнейший характер изменений растительности связан с её обогащением за счет поступления видов представителей боровой «свиты». На 3–10 гг. по-

сле посадки в культурах присутствует три функционально-биоценологических комплекса и десять экологических групп насекомых. Обильны blastofagi, ризофаги и ксилофаги. Биоценологические позиции сохраняют филофаги. Фитофагов сопровождают хищники и паразиты. Облик группы сапрофагов определяют детритофаги.

Для подзоны средней тайги европейского Севера процесс стабилизации рангового положения сосны завершается к 15-летнему возрасту. Формирование гетеротрофного компонента культурфитоценоза осуществляется синхронно с изменениями, происходящими в автотрофном блоке.

Следующий этап зоогенной сукцессии заключается в накоплении видов – аборигенов. Это те представители, которые существуют в долговременных ценозах. Они отличаются более специфическими требованиями к условиям среды. В посадках 11–20 лет присутствуют три функционально-биоценологических комплекса и десять экологических групп насекомых. С началом плодоношения в искусственных молодняках появляются вредители генеративных органов. Из других экогрупп ценологические позиции сохраняются за blastofagami, хищниками и детритофагами. В Республике Коми, где проходят северные границы распространения многих дубравных и подтаёжных видов, снижена роль широко распространенных в центральных районах России видов фитофагов. Однако по мере расширения лесокультурных площадей виды, требовательные к абиотическим условиям среды, в таких местообитаниях находят отвечающие их экологическим потребностям условия. В частности, на границе с подзоной южной тайги культуры 10–30 летнего возраста сильно страдают от подкорного соснового клопа – *Aradus cinnamomeus* (Hemiptera, Aradidae).

Ряд видов приспособилось к специфическим условиям городской среды. Отсюда они проникают на территорию искусственных фитоценозов. В светлых антропогенных ландшафтах присутствуют малинно-земляничный долгоносик, розанная листовёртка, кувшинковый листоед, березолистная пяденица. Оранжевая, салатная, зеленая яблонная тля, трофически связанные с сельскохозяйственными культурами, заселяют листовые древесные и кустарниковые растения, присутствующие на лесокультурных площадях.

Сукцессионные ряды в искусственных молодняках 21–30 летнего возраста завершаются формированием условно коренных насаждений. В них снижена роль видов, характерных для сосняков зеленомошников. Ядро флористического комплекса составляют светлюбивые виды, приуроченные к более богатым, чем в зеленомошных лесах, почвам. Это объясняется комплексом проводимых здесь мероприятий. Например, только под пологом древостоев старше 30-летнего возраста ключевая роль *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* частично восстанавливается. Однако по мере роста сосняка искусственного происхождения число экологических ниш увеличивается и доминирование ослабевает. Структура населения беспозвоночных приближается к соответствующей в расположенных рядом лесных массивах. На лесопосадках присутствуют четыре функционально-биоценологических комплекса и двенадцать экологических групп насекомых. Хотя микрогруппировки не идентичны тем, которые существуют в коренных лесах, но они становятся более сложными и приближаются к есте-

ственным. Биоценотическая роль ряда экогрупп-спутников сосны усилена. Например, на лесосеменной плантации более активны конофаги и бластофаги, по сравнению с господствующими в лесных экосистемах филлофагами. Более богатые почвы привлекают копрофагов и некрофагов, усиливающих свои биоценотические позиции. Мицетофаги, появляющиеся на данном временном отрезке остаются редкими.

Динамика энтомофауны в посадках и в лесу имеет отличия. Измененные качества растений, особенности посадок, способствуют тому, что фитофаги могут обеспечить свои потребности в пище при наименьших затратах времени и энергии на ее добывание и усвоение. Это, в свою очередь, высвобождает энергетические резервы для размножения, повышает их жизнеспособность. В процессе роста искусственных молодняков видовой состав патогенных организмов следует за изменениями, происходящими внутри растительного сообщества. Сукцессионные смены насекомых дендрофагов в искусственных экосистемах происходят при участии немногих видов. Отдельные из них способны формировать очаги массового размножения и заметно влиять на жизнеспособность насаждения. Ядро энтомокомплекса растительноядных видов в сосновых посадках средней тайги Республики Коми составляют подкорный сосновый клоп, майский хрущ, большой сосновый долгоносик, четырехточечная смолевка, сосновая побеговая огневка, побеговьюн почковый и смолевщик.

## **НЕКОТОРЫЕ ИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ И ВОДНЫХ МХОВ ЮЖНОГО ТИМАНА**

*Г. В. Железнова, Т. П. Шубина*

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

Наряду с другими высшими растениями листостебельные мхи являются простыми и доступными индикаторами таких факторов, как увлажнение, содержание минеральных веществ и реакция (рН) среды. Общеизвестно, что мхи широко распространены по всему Земному шару и являются неотъемлемым компонентом как водных, так и наземных экосистем. В таежной зоне мохообразные активно участвуют в образовании растительного покрова и при этом нередко выступают в роли доминантов и даже эдификаторов. Подавляющая часть мхов обладает очень большой экологической амплитудой, поэтому говорить об их индикационных свойствах в целом не приходится, но отдельные виды, в частности, могут указывать на определенные экологические факторы. Учитывая, что экологические характеристики, а значит и индикационные качества видов различных регионов часто различаются, исследования особенностей условий произрастания растений до сих пор остаются актуальными.

В ходе проведения бриофлористических работ на Южном Тимане (1988, 1997, 2004–2005 гг.) была изучена экология листостебельных мхов и выделены виды-индикаторы. Некоторые сведения об экологии мохообразных Южного Тимана опубликованы в статье Г. В. Железновой (Железнова, 1988). Южный Тиман характеризуется выровненным и низкогорным рельефом со слабо дрени-

рованными водораздельными участками. Большая часть Южного Тимана расположена в подзоне средней тайги, где лесистость составляет 84% (Атлас..., 1964). Преобладающей лесной формацией являются еловые леса. В настоящее время бриофлора Южного Тимана насчитывает 260 видов листостебельных мхов, которые относятся к 94 родам и 36 семействам. Виды-индикаторы были выявлены среди листостебельных видов прибрежно-водных и водных местообитаний. В перечисленных местообитаниях Южного Тимана обнаружено 68 видов из 38 родов и 20 семейств мхов.

Для индикации условий высокого содержания минеральных веществ и кислых условий среды можно использовать следующие листостебельные мхи – эвтрофный *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr, мезоэвтрофный *Sphagnum squarrosum* Crome и мезотрофный *S. warnstorffii* Russ.

Индикаторами карбонатосодержащих пород на береговых откосах или в местах выхода минерализованных грунтовых вод на Южном Тимане можно считать эвтрофный вид *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce, мезоэвтрофные – *Dichodontium pellucidum* (Hedw.) Schimp., *Brachythecium rivulare* B.S.G., *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, которые выдерживают реакцию среды при pH 7 – pH 8.

Среди мхов, индицирующих условия застойного увлажнения и богатые илистые почвы, чаще других встречаются эвтрофные *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *C. giganteum* (Schimp.) Kindb., *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Hypnum lindbergii* Mitt., *Scorpidium scorpioides* (Hedw.) Limpr., эвмезотрофный *Warnstorffia exannulata* (B.S.G.) Loeske, олигомезотрофный *W. fluitans* (Hedw.) Loeske. На более бедных почвах с застойным увлажнением – мезотрофный *Polytrichum commune* Hedw., эвмезотрофный *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.

Проточность водоемов диагностируют такие мхи, как эвтрофные *Fontinalis antipyretica* Hedw., *Leptodictyum riparium* (Hedw.) Warnst., образующие мощные обрастания на камнях быстротекущих рек и ручьев.

Таким образом, с помощью некоторых видов прибрежно-водных и водных мхов можно быстро проводить предварительный (визуальный) анализ наличия минеральных веществ, кислотности (pH), режима и степени увлажнения среды обитания.

Работа была поддержана грантами РФФИ 06-04-48002, 06-04-49109.

#### Литература

Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.

Железнова Г. В. Листостебельные мхи Южного Тимана (Коми АССР). Бот. журн. 1988. Т. 73, № 9. С. 1255–1267.

## ЗАМЕДЛЕННАЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА В ОЦЕНКЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НА РЯСКУ МАЛУЮ ИОНОВ МЕДИ И СЕРНИСТОГО ГАЗА

*М. А. Субботин, Ю. С. Григорьев*

*Сибирский федеральный университет, submih@rambler.ru*

Ряска малая (*Lemna minor* L.) – свободноплавающий вид стоячих и медленно текущих пресноводных водоемов. Культивирование данного вида не вызывает особых затруднений в лаборатории в связи с малой требовательностью к условиям содержания. Потому использование этого вида в качестве тест-объекта для биотестирования токсичности вод очень удобно.

Традиционно для оценки токсического эффекта на ряску применяются морфологические показатели, такие как окраска листецов, хлорозы, некрозы, опадение корней, или рассоединение розеток на отдельные листецы. При этом время экспозиции занимает от 3 до 14 суток (Цаценко и др., 1998). Кроме того, используется методика по оценке ингибирующего воздействия тяжелых металлов на фототаксис хлоропластов (Ломагин и др., 1993), а также метод витального окрашивания листецов (Цаценко и др., 1998).

Вместе с тем, ряска является представителем высших растений класса одноклеточных и поэтому, как и для других растительных объектов оперативный анализ токсического воздействия может быть произведен флуоресцентными методами, которые отражают фотосинтетическую активность растительного организма. На кафедре экотоксикологии и микробиологии ИЕиГН СФУ (г. Красноярск) для этих целей был разработан прибор, позволяющий регистрировать замедленную флуоресценцию хлорофилла в живых растениях – флуориметр Фотон-10.

В качестве среды для выращивания ряски и проведения биотестирования использовали 2%-ый раствор среды Тамия, обладающий очень малыми связывающими способностями по отношению к ионам тяжелых металлов (ТМ), а в качестве модельного токсиканта были взят раствор  $\text{CuSO}_4$ . Экспозиция проводилась при 28 °С и освещенности 5–10 Вт/м<sup>2</sup>, во флаконах объемом 50 мл, в которые помещалось по одной розетке растения. Тест-функцией для оценки токсического воздействия на ряску служила интенсивность миллисекундной замедленной флуоресценции, возбуждаемой светом высокой интенсивности (ЗФ).

Результаты экспонирования ряски в растворах с ионами меди представлены на рис. 1. Из рисунка видно, что после 18 часовой экспозиции происходит монотонное снижение интенсивности ЗФ при увеличении концентрации ионов меди в среде. Так, уже при содержании токсиканта в среде равном 0.016 мг/л интенсивность ЗФ заметно отличались от контрольных показателей. Снижение интенсивности замедленной флуоресценции более чем на 50% от значений контрольного варианта наблюдалось при концентрации ионов меди 0.06 мг/л.

Одновременное изучение морфологических параметров показало, что изменение окраски старых листецов (старших листецов в розетке) в сторону потемнения имело место только в растворе с максимальной концентрацией меди

(0.5 мг/л). Полное разделение розеток на отдельные листочки происходило в растворах, содержащих 0.5, 0.25 и 0.125 мг/л, а частичное – при 0.06 мг/л ионов меди. Остальные варианты с концентрацией 0.03, 0.016 и 0.008 мг/л ионов ТМ внешне не отличались от контрольных.

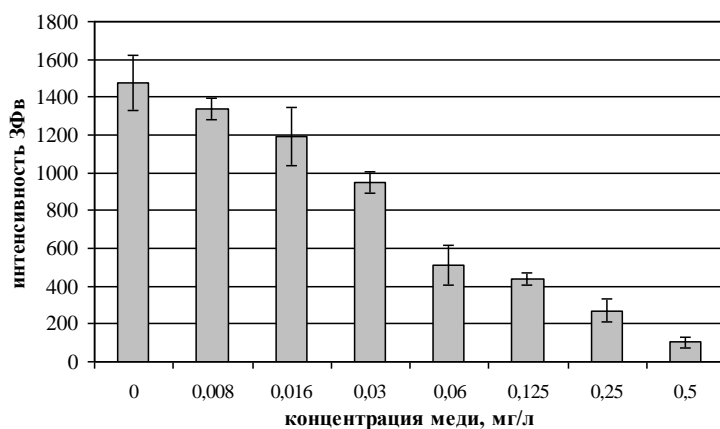


Рис. 1. Зависимость интенсивности замедленной флуоресценции ряски малой от концентрации  $\text{Cu}^{2+}$  в среде после 18 часов экспозиции

Таким образом, чувствительность ряски малой к ионам меди является довольно высокой, однако методом регистрации замедленной флуоресценции удастся обнаружить токсическое действие данного тяжелого металла в концентрации существенно меньшей, чем по морфологическим показателям.

Изучение загрязнений воздушной среды, как правило, проводится при помощи биоиндикации на лишайниках и хвойных растениях, что требует длительного времени для анализа. Ряска малая – просто устроенный и быстрорастущий растительный организм, обитающий на границе воздушной и водной сред. Получая  $\text{CO}_2$  из атмосферы и интенсивно развиваясь, она также может поглощать и другие газы, в том числе и воздушные загрязнители, такие как  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{O}_3$  и т. д. В связи с этим представляет интерес использование ряски как тест-объекта при биотестировании воздушной среды. При этом определение степени токсического воздействия воздушных загрязнителей можно также производить методом регистрации замедленной флуоресценции хлорофилла.

Для проверки этих предположений нами был поставлен ряд экспериментов по изучению чувствительности ряски к одному из приоритетных воздушных загрязнителей –  $\text{SO}_2$ . Результаты этих исследований, представленные на рис. 2, показали, что токсичность воздушной среды для тест-объекта фиксировалась при содержании в воздухе  $250 \text{ мг/м}^3 \text{ SO}_2$ . При этой концентрации интенсивность ЗФ по сравнению с контролем снижалась в 2 раза, а при концентрации в  $500 \text{ мг/м}^3$  – более 4-х раз. Морфологически токсичность проявлялась в виде хлорозов листочков при содержании сернистого газа в  $250$  и  $500 \text{ мг/м}^3$ .

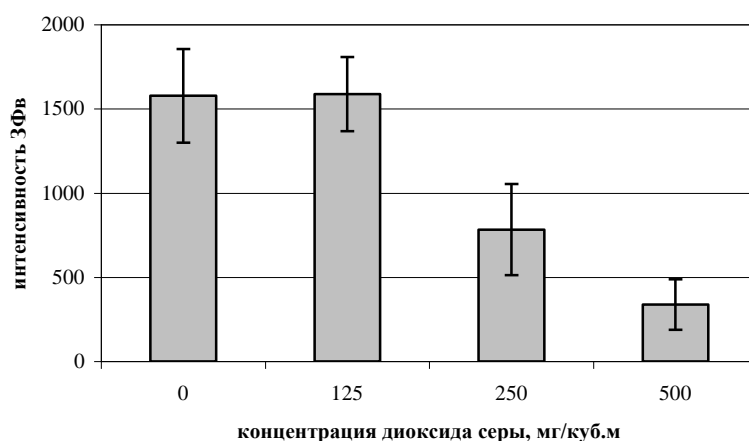


Рис. 2. Зависимость интенсивности замедленной флуоресценции хлорофилла ряски малой от концентрации  $\text{SO}_2$  в воздушной среде после 30 мин экспозиции

Таким образом, ряска малая является перспективным тест-объектом для биотестирования как водной, так и воздушной сред, а флуоресцентный метод оценки токсического воздействия – оперативным инструментом для проведения этих работ.

#### Литература

Ломагин А. Г., Ульянова Л. В. Новый тест на загрязненность воды с использованием ряски – *Lemna minor* L. // Физиология растений. 1993. № 2. С. 327–328.

Цаценко Л. В., Малюга Н. Г. Чувствительность различных тестов на загрязнение воды тяжелыми металлами и пестицидами с использованием ряски малой. *Lemna minor* L. // Экология. 1998. № 5. С. 407–409.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В Р.СВИЯГА В ПРЕДЕЛАХ Г.УЛЬЯНОВСКА

*И. В. Прокопенко, Е. С. Гиматова, Т. С. Андреева*

*Ульяновский государственный педагогический университет  
им. И. Н. Ульянова, ges@ulstu.ru*

Присутствие загрязняющих веществ (ЗВ) в речной воде, которая является естественной средой обитания живых организмов, оказывает влияние на процессы жизнедеятельности отдельных организмов и на функционирование всей водной экосистемы. Интерес к оценке содержания тяжелых металлов (ТМ) повысился, т.к. их соединения обладают высокой токсичностью и могут накапливаться в живых организмах, что в конечном итоге создает угрозу для целых популяций. В этом плане они могут считаться не просто токсичными, а экотоксичными.

Объектом данного исследования является р. Свияга в пределах г. Ульяновска. Она характеризуется на этом участке извилистым руслом шириной 25–50 м, а на отдельных участках до 650 м, глубиной в среднем 1–2 м, скоростью течения 0,2–0,3 м/с. Свияга является правым притоком р.Волга, в пределах го-



рода в нее впадают реки Грязнушка и Сельдь. Уровненный режим р. Свяги характеризуется высоким весенним половодьем, вызванным снеготаянием, летне-осенней меженью, лишь изредка прерываемой дождевыми паводками и устойчивой зимней меженью.

Воды Свяги используются для технического водоснабжения, полива и бытовых нужд.

Целью нашей работы является оценка накопления ряда ТМ (Cd, Cr, Pb, Ni, Cu, Zn) и интенсивности процессов самоочищения воды. Отбор проб для исследований проводился в двух пунктах (на входе в город и на выходе из него) в апреле, мае и сентябре 2007 г. Анализ на содержание ТМ осуществлялся методом ААС на базе ФГУ САС «Ульяновская».

В апреле концентрации всех исследованных ТМ (кроме Pb) на выходе из города увеличивались в среднем в 1,5 раза (наибольшее увеличение для Cd – в 2,5 раза). Это может быть связано с поступлением большого количества талых вод, содержащих ТМ, с городской территории. Процессы биохимического очищения в этот период времени замедлены (низкая температура воды, низкая активность биообъектов). Что касается свинца, то на входе в город его более высокое содержание отмечалось в период половодья и в предыдущие годы (например, в 2003 г.). Это связано, по нашему мнению, с относительной близостью участка пробоотбора и кольцевой автомагистрали с интенсивным грузовым потоком, приведшим к накоплению в грунте свинца из автомобильных выбросов. При снеготаянии, скорее всего, происходит вторичное загрязнение талых вод за счет вымывания депонированного свинца.

В мае концентрации всех ТМ на выходе из города уменьшались в среднем в 1,7 раза (максимальное значение для Cr – в 2,5 раза). Следовательно, в пределах города происходит самоочищение вод: главным образом, путем осаждения комплексных соединений и адсорбции на поверхности твердых частиц (взвешенные носы и донные отложения), а также бионакопления в различных компонентах экосистемы.

В сентябре концентрация Pb, Cu, Zn на выходе уменьшалась в среднем в 2 раза (максимально для Cu – в 2,8 раза), т.е. эти металлы активно выводятся из толщи воды. В то же время для Cd, Cr, Ni обнаружено увеличение концентрации в этом месяце в среднем в 1,5 раза, что свидетельствует о вкладе города в загрязнение воды р. Свяга ТМ. Как известно, эти металлы (Cd, Cr, Ni) способны вымываться из донных отложений путем образования растворимых комплексов с органическими и неорганическими соединениями. Учитывая суммарные показатели рПП (сульфидов, карбонатов, фосфатов и гидроксидов) этих ТМ, мы отметили увеличение растворимости в направлении от свинца к цинку и меди, а затем к никелю, кадмию и хрому.

Общий характер растворимости типичных соединений изученных ТМ связан с такой геохимической характеристикой, как величина потенциала Карт-леджа – отношение заряда иона к его радиусу. Ионы с низкими значениями  $Z/r$  высокорастворимы, образуя в природных растворах простые ионы, и ими обогащена фаза раствора речной воды по сравнению с фазой взвесей. Ионы с большими значениями  $Z/r$  (в их числе Cd, Cr) склонны к образованию комплексов

ных оксианионов, снова становясь при этом растворимыми. Ионы со средними значениями  $Z/r$  относительно нерастворимы (в их числе Cu,Zn) и имеют сравнительно большие значения  $I_g$  отношения «концентрация в речной взвеси/концентрация в речном растворе», поэтому их механическое осаждение происходит интенсивнее.

Нами произведен расчет масс осажденных металлов на изученном участке по месяцам. На основе расчетов составлены ряды положительной и отрицательной аккумуляции ТМ (табл.).

Таблица

### Сравнительная аккумуляция ТМ в р.Свияга в пределах г.Ульяновска

месяц	Положительная аккумуляция	Отрицательная аккумуляция
апрель	Pb	Zn > Cu > Cd > Ni > Cr
май	Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > Cd	–
сентябрь	Zn > Cu > Pb	Ni > Cr > Cd

Полученные данные носят интегральный характер, однако глубина и скорость процессов самоочищения зависят от преобладания тех или иных механизмов (физико-химических или биологических) и приводят к различному перераспределению ЗВ между составляющими экосистемы.

Физико-химическое очищение вод и бионакопление ТМ в различных компонентах экосистемы, очевидно, отличается по интенсивности в карьерах и на русловых участках, поэтому их мониторинг требует в будущем, во-первых, увеличения числа точек пробоотбора в черте города, во-вторых, изучения распределения загрязнения между водной растительностью, илом, зообентосом и ихтиофауной.

### О ВОВЛЕЧЕНИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ В БЛОКЕ «ПОЧВА–РАСТЕНИЯ» В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ (НА ПРИМЕРЕ ВЫСОКОГО ЗАВОЛЖЬЯ)

*Н. М. Матвеев, В. Н. Матвеев, Н. В. Прохорова  
Самарский государственный университет, ecology@ssu.samara.ru*

В научной литературе имеются достоверные сведения о том, что тяжёлые металлы, попадая с воздухом, водой, пищей в организм человека, вызывают нарушения многих физиологических функций и опасные заболевания. Поэтому необходим контроль за объёмами (массами) тяжёлых металлов, поступающих в организм человека и, прежде всего, с пищей растительного и животного происхождения. Достоверных сведений по данному вопросу в научной литературе также нет.

Проведённые нами на территории лесостепного Высокого Заволжья (Самарская область) исследования с использованием ранее опубликованных методов (Матвеев и др., 1997; Прохорова, Матвеев, 2006) свидетельствуют о следующем.

Средняя (фоновая) концентрация тяжёлых металлов в пахотном слое почв в различных административных районах Самарской области, входящих в геоморфологическую провинцию Высокого Заволжья, колеблется в широких пределах: мышьяк (As) – от 4.74 до 14.90; кобальт (Co) – от 12.12 до 20.27; медь (Cu) – от 20.57 до 43.24; ртуть (Hg) – от 1.00 до 1.51; никель (Ni) – от 26.00 до 49.06; свинец (Pb) – от 5.88 до 15.12; цинк (Zn) – от 55.18 до 114.44; железо (Fe) – от 30038.07 до 44894.54 мг/кг. На локальных участках концентрация As, Co, Cu, Ni, Zn, Pb в почве превышает установленные предельно допустимые концентрации (ПДК).

Потенциально доступные для корней растений запасы тяжёлых металлов в пахотном (корнеобитаемом) слое (0...30 см) почв в расчёте на 1 га исследуемых районов составляют: As – 14.709...48.118; Co – 37.451...65.067; Cu – 67.881...137.773; Hg – 3.090...4.847; Ni – 80.370...161.898; Pb – 18.875...46.721; Zn – 177.128...377.852; Fe – 96422.200...145041.200 килограмм. На всей территории Высокого Заволжья в целом запасы тяжёлых металлов в пахотном слое почвенного покрова достигают: As – 14256.154; Co – 29443.337; Cu – 69903.626; Hg – 2227.257; Ni – 76630.585; Pb – 18587.694; Zn – 173373.168; Fe – 74548684.540 тонн. Они представляют начальное звено в биогеохимическом круговороте данных элементов.

При передвижении с севера на юг, из агроклиматического района повышенного увлажнения в район пониженного увлажнения основная и побочная продукция пшеницы озимой, пшеницы яровой, кукурузы, подсолнечника по концентрации в ней Cu, Zn, Ni, Hg, Co, Pb, As становится экологически более безопасной, а ржи озимой, овса, ячменя ярового – наоборот. В продукции гречихи при этом уменьшается концентрация Cu, Ni, но увеличивается Zn, Fe, Pb, As. Вынос тяжёлых металлов из почвы с растениеводческой продукцией в расчёте на единицу посевной площади зависит от видовых особенностей растений и от конкретных условий местообитания. В трофические цепи тяжёлые металлы вовлекаются больше с побочной, чем с основной продукцией сельскохозяйственных культур. Объёмы этого вовлечения, образуя ряд  $Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Pb > As > Hg$ , возрастают в Высоком Заволжье при передвижении с севера на юг.

Средняя (фоновая) концентрация исследованных тяжёлых металлов в продукции важнейших сельскохозяйственных культур (пшеница озимая, пшеница яровая, рожь озимая, овёс, ячмень яровой, кукуруза, подсолнечник, гречиха, свёкла сахарная) специфична как для территории Высокого Заволжья в целом, так и для каждого отдельного административного района Самарской области, входящего в данную геоморфологическую провинцию. В основной продукции агрофитоценозов Высокого Заволжья фоновая концентрация составляет: Cu – от 3.52 (овёс) до 50.55 (свёкла); Zn – от 11.54 (гречиха) до 26.26 (пшеница озимая); Fe – от 54.70 (подсолнечник) до 1083.80 (свёкла); Ni – от 1.11 (ячмень) до 7.46 (свёкла); Hg – от 0.05 (овёс, ячмень) до 0.29 (свёкла); Co – от 0.09 (рожь) до 7.36 (свёкла); Pb – от 0.32 (рожь) до 2.31 (пшеница яровая); As – от 0.16 (рожь) до 2.74 (свёкла) мг/кг. Фоновая концентрация в побочной растениеводческой продукции на территории Высокого Заволжья в целом варьирует:

Cu – от 5.63 (рожь) до 59.70 (свёкла); Zn – от 11.10 (овёс) до 19.00 (пшеница яровая); Fe – от 83.50 (овёс) до 1170.00 (свёкла); Ni – от 1.21 (ячмень) до 8.24 (свёкла); Hg – от 0.07 (рожь) до 0.39 (свёкла); Co – от 0.14 (рожь) до 8.49 (свёкла); Pb – от 0.61 (овёс) до 2.36 (свёкла); As – от 0.36 (пшеница яровая) до 3.03 (свёкла) мг/кг.

В расчёте на единицу посевной площади в условиях Высокого Заволжья больше всего сельскохозяйственные культуры извлекают из почвы железа: с основной продукцией от 38.17 (подсолнечник) до 19085.18 (свёкла), с побочной продукцией – от 45.70 (гречиха) до 9439.56 (свёкла) г/га. Средний (фоновый) вынос из почвы с основной продукцией варьирует: Cu – от 1.42 до 890.16; Zn – от 2.99 до 228.57; Ni – от 0.9 до 131.37; Hg – от 0.02 до 5.10; Co – от 0.23 до 129.6; Pb – от 0.21 до 38.92; As – от 0.10 до 48.25, а с побочной продукцией: Cu – от 2.98 до 481.66; Zn – от 2.73 до 267.20; Ni – от 1.28 до 128.80; Hg – от 0.06 до 3.15; Co – от 0.44 до 68.50; Pb – от 0.41 до 32.54; As – от 0.20 до 24.45 г/га.

С единицы площади (1 га) на территории Высокого Заволжья из почвы ежегодно в среднем с растениеводческой продукцией выносятся в посевах пшеницы озимой: Cu – 42.58; Zn – 107.96; Fe – 975.14; Ni – 20.91; Hg – 0.46; Co – 12.10; Pb – 8.57; As – 2.12; в посевах пшеницы яровой: Cu – 23.96; Zn – 60.18; Fe – 544.23; Ni – 12.14; Hg – 0.25; Co – 7.18; Pb – 4.90; As – 1.07; в посевах ржи озимой: Cu – 29.80; Zn – 82.70; Fe – 621.00; Ni – 8.00; Hg – 0.37; Co – 0.67; Pb – 3.22; As – 1.67; в посевах овса: Cu – 16.22; Zn – 36.16; Fe – 247.20; Ni – 4.50; Hg – 0.21; Co – 2.74; Pb – 1.54; As – 2.64; в посевах ячменя ярового: Cu – 19.80; Zn – 56.60; Fe – 259.70; Ni – 3.20; Hg – 0.17; Co – 1.65; Pb – 1.90; As – 1.70; в посевах кукурузы: Cu – 168.71; Zn – 267.20; Fe – 2199.29; Ni – 128.80; Co – 73.31; Pb – 32.54; As – 6.68; в посевах подсолнечника: Cu – 71.20; Zn – 78.50; Fe – 576.60; Ni – 44.20; Hg – 0.71; Co – 25.15; Pb – 9.85; As – 8.45; в посевах гречихи: Cu – 4.40; Zn – 5.72; Fe – 122.14; Ni – 2.27; Hg – 0.08; Co – 1.27; Pb – 0.62; As – 0.30; в посевах свёклы сахарной: Cu – 1371.80; Zn – 344.70; Fe – 28524.70; Ni – 197.85; Hg – 8.25; Co – 198.10; Pb – 57.98; As – 72.7 грамм.

Из почвы с посевных площадей Высокого Заволжья в трофические цепи человека (с основной растениеводческой продукцией) и домашних животных (с побочной продукцией) ежегодно в среднем поступает соответственно: Cu – 14.252 и 21.196; Zn – 17.397 и 34.017; Fe – 291.061 и 364.41; Ni – 3.118 и 13.338; Hg – 0.103 и 0.235; Co – 2.148 и 7.739; Pb – 1.107 и 3.594; As – 0.751 и 1.451 тонны.

Суммарное среднее ежегодное вовлечение тяжёлых металлов в биогеохимический круговорот в блоке «почва-растения» в агрофитоценозах Высокого Заволжья составляет: Cu – 35.448; Zn – 51.414; Fe – 655.471; Ni – 16.456; Hg – 0.338; Co – 9.887; Pb – 4.701; As – 2.202 тонны.

Доля ежегодно вовлекаемых в биогеохимический круговорот тяжёлых металлов через блок «почва-растения» в условиях Высокого Заволжья варьирует от 0.0009 (Fe) до 0.05 (Cu) %. Исследованные элементы по этому признаку образуют ряд: Cu > Co > Zn > Pb > Ni > As = Hg > Fe. Современные валовые запасы тяжёлых металлов в пахотном (корненасыщенном) слое почв Высокого Заволжья в посевах важнейших сельскохозяйственных культур могут быть ис-

черпаны в результате их извлечения с растениеводческой продукцией: Cu – за 1972; Co – за 2978; Zn – за 3372; Pb – за 3952; Ni – за 4656; As – за 6472; Hg – за 6589; Fe – за 113737 лет.

#### Литература

Матвеев Н. М., Павловский В. А., Прохорова Н. В. Экологические основы аккумуляции тяжёлых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. Самара: Самарский университет, 1997. 215 с.

Прохорова Н. В., Матвеев Н. М. Распределение тяжёлых металлов в посевах важнейших сельскохозяйственных культур в Самарской области. Самара: Самарский университет, 2006. 142 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ТОКСИЧНЫХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Е. С. Власова, Ю. С. Григорьев*

*Сибирский федеральный университет, Институт естественных  
и гуманитарных наук, ignislynx@rambler.ru*

Тяжелые металлы (ТМ) являются одними из приоритетных загрязнителей водной среды. ТМ попадают в водоемы с промышленными стоками, из атмосферы, при внесении в почву химикатов, в том числе удобрений. Кроме антропогенных источников поступления ТМ существуют и естественные. Так, ТМ могут попадать в окружающую среду при извержении вулканов или при растворении минералов и пород, омываемых водоемами и водотоками (Будников, 1998). Таким образом, повышенное содержание ТМ в водных экосистемах может быть обусловлено геохимическими особенностями региона (Малева и др., 2004). Тем не менее, антропогенное внесение некоторых следовых металлов превосходит попадание их в окружающую среду естественным путем (Koukal, 2003). В природных водах ТМ находятся преимущественно в трех формах: в виде свободных (гидратированных) ионов, в составе комплексных соединений с неорганическими и органическими веществами различной молекулярной массы и химической природы, а также в составе взвешенных частиц (Брагинский, 2003). В экспериментальных исследованиях неоднократно было доказано, что наиболее токсична для гидробионтов первая форма, т. е. свободные (незакомплексованные) ионы металлов (Брагинский, 2003; Будников, 1998; Gueguen et al., 2003). Металлы в составе комплексов зачастую являются биологически недоступными. Вместе с тем широко применяемые в настоящее время методы химического анализа позволяют определить лишь общее содержание ТМ в среде, не учитывая форму нахождения данного металла, и, следовательно, они не дают оценку реальной опасности ТМ для живых организмов. Такую оценку можно провести методами биологического тестирования.

На кафедре экотоксикологии и микробиологии ИЕиГН СФУ в качестве тест-объекта для биотестирования природных и сточных вод успешно используется культура микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beijer. Выращивание в стан-

дартных условиях тест-культуры водоросли осуществляется в культиваторе КВ-05 в течении 24 часов. Биотестирование проб воды проводится в многокюветном культиваторе КВМ-5, используя в качестве тест-функции прирост культуры водоросли после 22-часового выращивания. За это время действие токсичных примесей в тестируемых пробах проявляется примерно в пяти поколениях клеток водоросли (Григорьев, 2004).

Кроме того, на кафедре разработан более оперативный водорослевый биотест, в котором в качестве тест-функции используется интенсивность замедленной флуоресценции (ЗФ) хлорофилла суспензии водоросли хлорелла. Она позволяет в течение нескольких минут оценить степень воздействия токсиантов на фотосинтетическую активность растительных тест-организмов. Измерение ЗФ производится на флуориметре Фотон-10. Все приборы разработаны в КрасГУ.

Целью исследований являлось определение токсичности трех ТМ (Cu, Zn и Cd) по отношению к тест-культуре водоросли хлорелла в воде природных объектов. Токсическое воздействие ТМ оценивалось по двум параметрам: замедленной флуоресценции хлорофилла и росту тест-культуры водоросли хлорелла.

В природных водах только небольшая фракция растворенного металла может быть представлена как свободные гидратированные ионы по причине присутствия большого разнообразия неорганических и органических лигандов (Gueguen et al., 2003). Поскольку содержание лигандов в воде может существенно варьировать в зависимости от особенностей расположения и физико-химических характеристик природного объекта, можно ожидать разной степени проявления токсичных свойств одних и тех же концентраций ТМ в водах таких объектов. В связи с этим нами были исследованы токсические воздействия ионов меди, цинка и кадмия на рост и замедленную флуоресценцию хлорофилла тест-культуры водоросли хлорелла в воде р. Енисей и р. Кача.

Изучение характера действия ТМ в природной воде показало, что их токсичность может значительно снижаться. Эффект проявляется для обоих биотестов и при этом существенно зависит от вида тестируемой воды. В биотесте, основанном на измерении ЗФ, ингибирующее действие ионов ТМ на культуру водоросли определяли по снижению интенсивности миллисекундной замедленной флуоресценции при возбуждении светом высокой интенсивности (ЗФв). На рисунке 1 представлен типичный характер неравноценного действия ионов меди в 1% среде Тамия, приготовленной на основе дистиллированной воды, и в пробах речной воды.

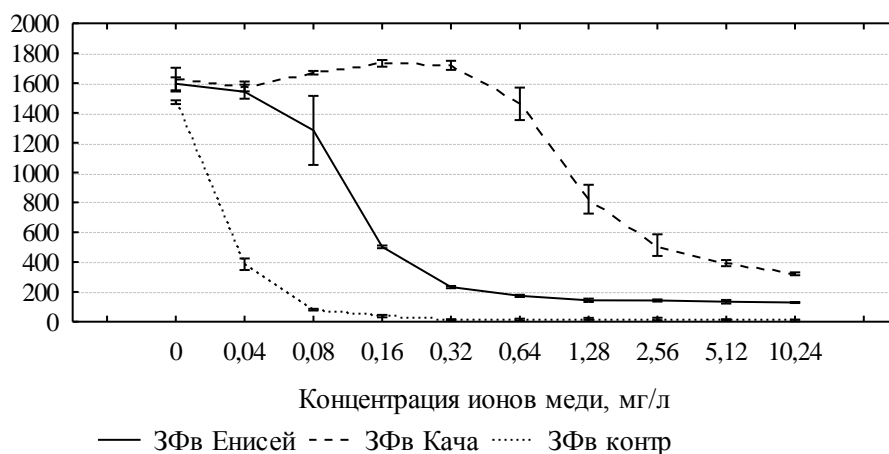


Рис. 1 Зависимость ЗФв от концентрации ионов меди в контрольной воде (1% среда Тамия) и в воде рек Енисей и Кача (проба от 24 января 2007 г.)

Из рис. 1 видно, что в контроле уже 0,04 мг/л ионов меди вызывают снижение ЗФв на 70%. В то же время в пробе воды р.Енисей приблизительно такой же токсический эффект оказывали только 0,16 мг/л ионов меди, т. е. в воде этого природного объекта токсичность меди снижалась в 4 раза. В пробе воды р. Кача уменьшение токсичных свойств меди составляло 64 раза. Таким образом, можно предположить, что ионы меди были более доступны для клеток хлореллы в пробах воды р. Енисей, чем ее притока р. Кача.

Эксперименты по воздействию ТМ на ЗФ тест-культуры в пробах речной воды проводилось в течение 8 месяцев. Результаты, представленные на рис. 2, показывают, что связывающая способность воды обоих природных объектов значительно изменялась во времени. Максимальная кратность уменьшения токсичности ионов меди за весь период исследования составила 512 раз в пробе воды р. Енисей, взятой в июле, и в пробах воды р. Кача, взятых в июле и августе. Цинк и кадмий связывались в гораздо меньшей степени в пробах воды обеих рек. Максимальная кратность снижения токсичности ионов цинка составляла 16 раз в пробе воды р. Енисей, взятой в августе, и в пробах воды р. Кача, взятых в июле, августе и сентябре. Максимальное связывание ионов кадмия составило 32 раза в пробах воды Кача, взятых в январе, июле, августе и сентябре. В общих чертах связывающая способность воды обеих рек по отношению ко всем исследованным ТМ была выше в летний период. Это может быть связано с повышением содержания лигандов в природной воде вследствие максимального развития биомассы и увеличения поверхностного стока в весенне-летний период. Однако по отношению к кадмию также наблюдалось резкое повышение связывающей способности в зимний период для обеих рек. Одной из возможных причин такого повышения буферной емкости воды по отношению к ТМ в зимние месяцы может быть внесение комплексобразующих веществ антропогенного происхождения.

Несмотря на общий характер динамики связывания ТМ для обоих природных объектов, токсическое воздействие ионов меди, цинка и кадмия на замедленную флуоресценцию тест-культуры в пробах воды рек Енисей и Кача различалось количественно. Так, в пробах от 28 сентября кратность уменьше-

ния токсичности ионов меди составила 32 раза для р.Енисей и 128 раз для р. Кача. Уменьшение токсичности ионов цинка составило 4 и 16 раз, ионов кадмия – 8 и 32 раза для проб воды р. Енисей и р. Кача соответственно. Таким образом, вода р. Кача в большей степени проявляла связывающую способность по отношению к исследованным металлам в подавляющем большинстве проб, взятых за весь период исследования.

При изучении действия ТМ в природной воде на прирост тест-культуры была использована другая методика. Для обнаружения токсического действия, аналогичного контрольному варианту тестируемая вода разбавлялась дистиллированной водой в ряд кратный трем. Такой прием позволяет определить также уровень безопасного разбавления воды, если она является токсичной. Результаты экспериментов показали, что связывающая способность воды р. Енисей по отношению к ионам цинка может меняться не только во времени, но в зависимости от места забора пробы.

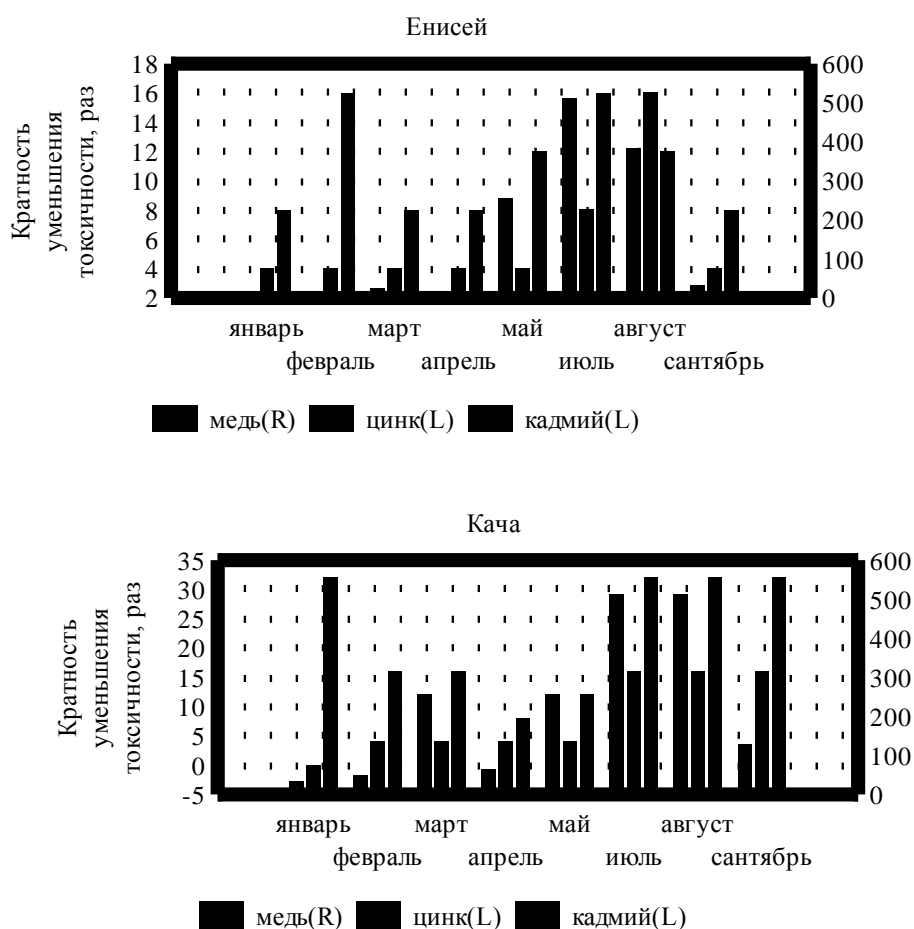


Рис. 2. Кратность уменьшения токсичности ионов ТМ (показатель ЗФв) по отношению к культуре водоросли хлорелла в пробах воды, взятых с января по сентябрь 2007 г.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить характер модификации токсических свойств меди, цинка и кадмия по отношению к культуре водоросли хлорелла в воде различных природных объектов. Показано, что степень связывания и, следовательно, опасность потенциально токсичных



соединений, существенно различается между природными объектами. Данный факт указывает на необходимость введения региональных нормативов качества воды при установлении допустимого уровня содержания загрязняющих веществ. Кроме того, было выявлено, что связующая способность воды природных объектов может существенно изменяться во времени.

#### Литература

Брагинский Л. П., Линник П.Н. К методике токсикологического эксперимента с тяжелыми металлами на гидробионтах // Гидробиол. журн., 2003, Т. 39, № 1. С. 92–104.

Будников Г. К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал, 1998, № 5. С. 23–29.

Малева М. Г., Некрасова Г. Ф., Безель В. С. Реакция гидрофитов на загрязнение среды тяжелыми металлами // Экология, 2004. № 4. С. 266–272.

Gueguen C., Koukal B., Dominik J., Pardos M. Competition between alga (*Pseudokirchneriella subcapitata*), humic substances and EDTA for Cd and Zn control in the algal assay procedure (AAP) medium // Chemosphere. 2003. № 53. P. 927–934.

Koukal B., Gueguen C., Pardos M., Dominik J. Influence of humic substances on the toxic effects of cadmium and zinc to the green alga *Pseudokirchneriella subcapitata* // Chemosphere. 2003. № 53. P. 953–961.

### ТОКСИЧНОСТЬ КАДМИЯ НА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

*Г. Я. Елькина*

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

Большинство исследователей (Ильин, 1991; Цинк и кадмий..., 1992; Kochian et al., 2002) относят кадмий к наиболее сильным токсикантам. Но в то же время Ю. П. Мельничук (1990) приводит разнонаправленное (активация или ингибирование) действие ионов кадмия на растительную клетку в зависимости от дозы и фазы клеточного цикла.

Изучение токсичности кадмия на подзолистых почвах проводили в мелкоделяночном и микрополевом экспериментах. В мелкоделяночном опыте в дополнение к контролю были смоделированы три контрастных уровня загрязнения. Кадмий вносили в виде CdCl<sub>2</sub> в количестве 10, 100 и 1000 мг/м<sup>2</sup>, что соответствовало в среднем 0.04, 0.4 и 4 мг/кг почвы.

Для микрополевого опыта была подготовлена серия из десяти сосудов с возрастающими концентрациями элемента в четырех повторностях. Разное содержание кадмия достигали путем смешивания загрязненной почвы мелкоделяночного эксперимента (время взаимодействия ТМ с почвой составило пять лет) с почвой контрольных делянок. Почву весом 10 кг помещали в полиэтиленовые сосуды без дна (диаметр – 20, высота – 30 см), которые зарывали в траншеи. В качестве тестовых культур использовали однолетние травы, в микрополевом опыте под них подсеивали клевер. Учет биомассы и анализы на содержание ТМ для гороха и овса осуществляли отдельно. Применение ранее загрязненной почвы позволило исключить влияние хлора, поступившего с хлористым кадмием. Кроме того, в естественных условиях произошла трансформация внесенной соли и уравнивание форм элемента в почве.

Токсичность кадмия в микрополевом эксперименте проявилась уже на первых этапах онтогенеза и выразилась в снижении всхожести семян, особенно гороха. Количество взошедших растений при поступлении в почву 0.4 мг/кг было ниже на 23–34%, при максимальном загрязнении (4 мг/кг) всходы гороха и клевера отсутствовали. Летальные дозы, приводимые для дерново-подзолистой почвы, были значительно выше: 10–100 мг/кг в зависимости от степени окультуренности [Зырин и др., 1985].

Снижение всхожести семян и ингибирование роста растений вызвало снижение биомассы трав на 7% при поступлении кадмия в количестве 0.4 мг/кг, и на 90% – при максимальном загрязнении. Продуктивность клевера I года пользования была соответственно ниже на 10, и на 31%, а II года пользования – на 10 и 18%. Ингибирующее действие кадмия на овес, посеянный на четвертый год после внесения кадмия в почву, было менее выраженным.

Валовое содержание кадмия в микрополевом опыте изменялось от 0.1 мг/кг на контроле до 5.6 мг/кг в максимально загрязненной почве, что было выше ПДК (3 мг/кг). По мере увеличения степени загрязнения ввиду слабой буферности подзолистых почв происходил значительный рост подвижных соединений: если из почвы на контроле 1М HCl извлекала 18, а ацетатно-аммонийный буфер 5%, то из максимально загрязненной соответственно 80 и 96%. Вследствие повышенной мобильности кадмия в загрязненных почвах возможна его миграция с фульво- и гуминовыми кислотами [Цинк и кадмий..., 1992].

Действие токсичного элемента на однолетние травы определялось его концентрацией и спецификой растений. Кадмий более интенсивно поступал в горох и, начиная с первой концентрации (рис.), ингибировал его рост, со второй (0.8 мг/кг, 1М HCl) – приводил к статистически значимому снижению продуктивности.

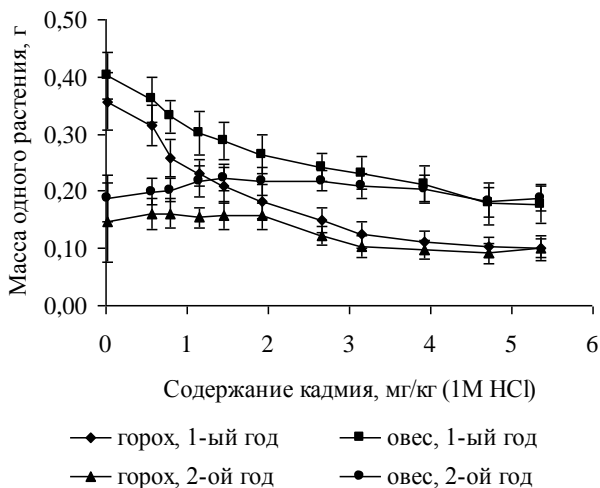


Рис. Биомасса трав в зависимости от содержания кадмия в почве

Кадмий более интенсивно поступал в горох и, начиная с первой концентрации (рис.), ингибировал его рост, со второй (0.8 мг/кг, 1М HCl) – приводил к статистически значимому снижению продуктивности. Содержание кадмия в бобовом компоненте с ростом степени загрязнения возросло с 0.8 до 136 мг/кг. Между величиной биомассы гороха и поступлением кадмия в растения установлена тесная отрицательная корреляция ( $r = -0.93$ ,  $P < 0.001$ ). Зависимость между содержанием кадмия в горохе и наличием подвижных соединений описывает логарифмическая зависимость: количество токсичного элемента в растениях увеличивалось менее интенсивно, чем происходил рост подвижных форм.

Растения сдерживали поступление токсичного элемента за счет корневой системы.

Загрязнение кадмием негативно отразилось на генеративном развитии гороха. При содержании элемента от 0.6 до 1.5 мг/кг (1М HCl) бобы сформирова-

лись лишь на отдельных растениях, при концентрации выше 1.5 мг/кг на трети растений имелись одни цветки, при более сильном загрязнении – 3.9 мг/кг и больше – растения утратили способность к размножению.

Поглощение кадмия овсом возрастало линейно и коррелировало с наличием подвижных форм ( $r = 0.95 \dots 0.98$ ,  $P < 0.001$ ). Однако, даже при интенсивном поступлении элемента в растения продуктивность злака снизилась в меньшей мере, чем гороха, и при более высоких концентрациях кадмия в почве. На второй год токсичность кадмия в отношении бобовой культуры была менее выражена, а злаковой не проявлялась. Еще большее снижение негативного действия кадмия установлено при сравнении результатов микрополевого опыта с данными мелкоделяночного эксперимента: биомасса гороха в сосудах, заполненных максимально загрязненной почвой, на которой всходы гороха отсутствовали, на шестой год составила 28%, а на седьмой – 66 от уровня контроля. Происходило снижение ингибирующего действия кадмия, обусловленное закреплением элемента почвенно-поглощающим комплексом, частичным вымыванием и отчуждением растениями. Ввиду указанных причин считаем, что нормативы для вновь загрязненных почв должны быть иными, чем для почв, подвергнутых загрязнению в более далеком прошлом.

Присутствие кадмия в почве ухудшило качество растениеводческой продукции. Уже при концентрации кадмия 0.6 мг/кг (1М HCl) содержание токсичного элемента в биомассе гороха и овса превысило максимально-допустимый уровень для кормовых культур, равный 0.3 мг/кг. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) по кадмию в кислых почвах (1 мг/кг), а тем более ПДК (3 мг/кг), были значительно выше концентраций, вызвавших сверхнормативное поступление элемента в растения.

Фитотоксичность кадмия в условиях подзолистых почв проявилась при более низких концентрациях, чем на дерново-подзолистых почвах центра Нечерноземья. Предлагаемые нормативы оказались выше количеств, вызвавших токсическое содержание элемента в кормах. Вследствие этого при нормировании загрязнения кадмием и другими тяжелыми металлами необходим региональный подход, учитывающий показатели толерантности, транслокации и давности загрязнения.

### Литература

Зырин Н. Г., Каплунова Е. В., Сердюкова А. В. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение // Химия в сельском хозяйстве, 1985. № 6. С. 45–48.

Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

Мельничук Ю. П. Влияние ионов кадмия на клеточное деление и рост растений. Киев: Наукова думка, 1990. 148 с.

Цинк и кадмий в окружающей среде. М.: Наука, 1992. 200 с.

Kochian L. V., Pence N. S., Letham D. L. D., Pineros M. A., Magalhaes J. V., Hoekenda O. A., Garvin D. F. Mechanisms of metal resistance in plants: aluminum and heavy metals // Progress in plant nutrition. Food security and sustainability of agro-ecosystems through basis applied research: Plenary Lectures of the XIV Int. Plant Nutr. Colloquium (Hannover, Germany, 28 July – 3 August, 2001). Dordrest / Boston / London: Kluwer Academic Publishers, 2002. P. 109–119.

**ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ**  
***BETULA CZEREPANOVII ORLOVA L.***  
**КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА СРЕДЫ В РАЙОНЕ**  
**Г. МОНЧЕГОРСКА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**Ю. М. Лукина**

*Мурманский государственный педагогический университет,  
tuma\_yulia@mail.ru*

В настоящее время в условиях интенсивного промышленного загрязнения все большее значение приобретает оценка состояния среды. Одним из перспективных подходов для интегральной биологической характеристики здоровья среды является оценка состояния популяций по стабильности развития (Захаров и др., 2000).

Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений и ошибок является чувствительным индикатором состояния природных популяций. Наиболее простым и доступным способом оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. С этой точки зрения растения, обладающие симметричными листьями, ведущие прикрепленный образ жизни, являются удобным объектом для изучения.

Метод флуктуирующей асимметрии широко применяется в популяционных исследованиях, как в России, так и за рубежом (Кузьмин и др., 1989; Кряжева, Чистякова, 1996; Захаров и др., 1997, 2000; Шержукова и др., 2002, 2005; Kozlov et al., 1996, 1999, 2000, 2001; Zvereva et. all., 1997 a,b).

В Мурманской области флуктуирующая асимметрия изучалась на листьях березы извилистой (*Betula pubescens ssp. tortuosa* (Ledeb.) Nym.) (Kozlov et.all., 1996) и ивы северной (*Salix borealis* (Fries) Nas.) (Zvereva et.all., 1997 a,b) в окрестностях г. Мончегорска.

Целью данного исследования является изучение флуктуирующей асимметрии листьев *Betula czerepanovii* Orlova L. и определение уровня загрязнения окружающей среды в районе г. Мончегорска.

Исследования проводились в окрестностях г. Мончегорска в зоне аэротехногенного загрязнения комбината «Североникель». Наиболее массовый компонент в составе выбросов – сернистый газ (около 80% общего объема), хотя более токсичными компонентами являются тяжелые металлы (Ni, Cu, Co). Площадь погибших лесов в зоне воздействия выбросов комбината «Североникель» по данным спутниковой съемки 90-х годов составляла 40 тыс.га. На территории 400-500 тыс. га леса повреждены в той или иной степени (Mikkola, 1996).

Исследования проводились на пробных площадях, расположенных по градиенту загрязнения в юго-западном направлении от комбината «Североникель» в полевые сезоны 2005 и 2006 гг. Экспериментальные площади заложены на техногенной пустоши на расстоянии 3 и 8 км от источника загрязнения в зоне техногенного редколесья (ПП1, ПП2) и дефолирующих лесах (20 км–ПП3

и 30 км–ПП4), в фоновой зоне (60 км–ПП5). Для определения стабильности развития методом анализа флуктуирующей асимметрии на каждой площадке маркировались 10 деревьев *Betula czerepanovii*, с каждого дерева собирали по 10 листьев. Листья собирали после окончания их роста, в конце августа. Сбор проводился в средней части кроны, с укороченных побегов.

Величина флуктуирующей асимметрии оценивалась по формуле:  $FA=2 \times |WL - WR| / (WL+WR)$  (по Palmer, Strobeck, 1986), где WL – ширина левой половины листа, WR – ширина правой половины листа. В числителе разность берется по модулю (абсолютной величине). Под флуктуирующей асимметрией (FA) мы понимаем случайное небольшое отклонение от симметрии по любому признаку двустороннесимметричного организма (органа) (Захаров, 1987). Первичные данные обработаны дисперсионным анализом. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Excel 2000 (описательная статистика). Достоверность различий между выборками оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

Для удобства представления полученных результатов использована бальная шкала для оценки стабильности развития (Захаров и др., 2000). При значении величины асимметрии на признак до 0.055 стабильность развития оценивается 1 баллом, при значении от 0.055 до 0.060 – баллом 2; при значении от 0.060 до 0.065 – баллом 3; при значении от 0.065 до 0.70 – баллом 4; при значении выше 0.070 – баллом 5. Максимальный балл шкалы свидетельствует о максимальных нарушениях гомеостаза развития.

В результате исследования состояния популяции *Betula czerepanovii* Orlova L. выявлены массовые некротические пятна на листовых пластинках. В зоне острого и хронического загрязнения атмосферы в конце июня – начале июля листья *B. czerepanovii* приобретают коричневый цвет. В течение всего вегетационного периода на адаксильной и абоксильной сторонах листовой пластинки отмечены галлы, которые образуются вследствие поражения березовым мешетчатым клещиком – *Eriophyes longisetosus* Nal. (Сем. Eriophyidae). Аналогичные данные по значительному повреждению листьев деревьев вредителями были получены для *Salix borealis* и *Salix caprea* в окрестностях комбината «Североникель» (Zvereva, Kozlov, 2001).

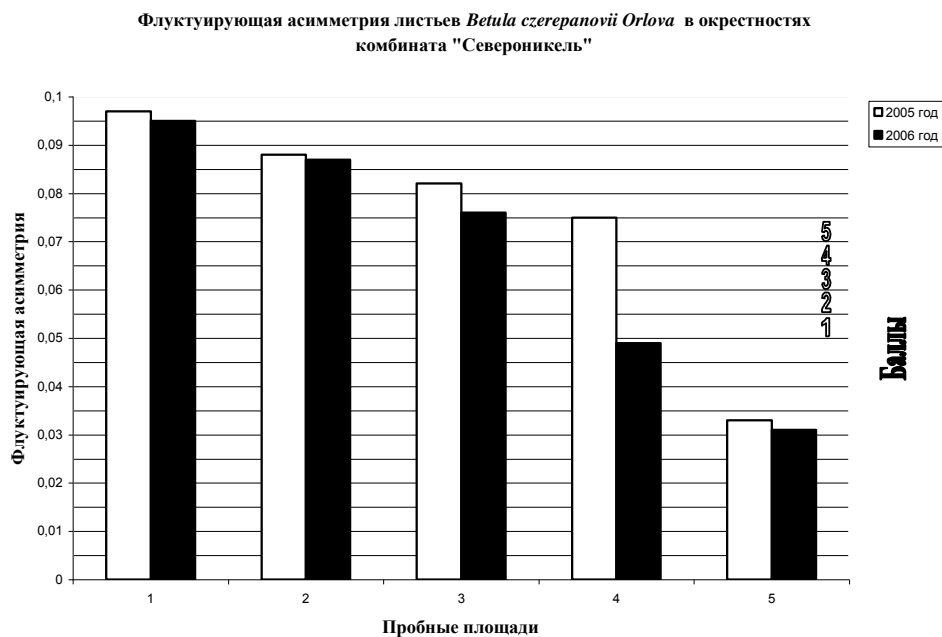
В ходе исследований выявлены значительные различия в уровне флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *B. czerepanovii* между площадками. Обнаружили, что индекс флуктуирующей асимметрии увеличивается по мере приближения к источнику загрязнения, что свидетельствует о возрастании нестабильности развития популяций. Так, на удалении 60 км от источника загрязнения показатели асимметрии в 2005 и 2006 гг. минимальны, ( $0.033 \pm 0.002$ ;  $0.031 \pm 0.002$ ), что достоверно ниже ( $p < 0.05$ ). Эти величины соответствуют 1 баллу по 5-ти бальной шкале стабильности развития (Кряжева, Чистякова, 1996; Захаров, Баранов и др., 2000). На удалении 20–30 км от комбината «Североникель» в зоне дефолилирующих лесов выявлено увеличение индекса асимметрии как в 2005 г. (от  $0.075 \pm 0.003$  до  $0.082 \pm 0.003$ ), так и в 2006 г. (от  $0.0490 \pm 0.003$  до  $0.076 \pm 0.004$ ). Данные значения соответствуют 5 баллам шкалы стабильности развития. Такие отклонения в развитии наблюдаются только в

крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии.

Показатели флуктуирующей асимметрии *B. czerepanovii* имеют максимальные значения на техногенной пустоши, на расстоянии 3 и 8 км от комбината, что соответствует 5 баллам, то есть максимальному отклонению в стабильности развития и критическому уровню загрязнения окружающей среды. В 2005 г. индекс флуктуирующей асимметрии вблизи источника загрязнения (3 км), составил  $0.097 \pm 0.003$ , в 2006 г. –  $0.095 \pm 0.005$ , что более чем в два раза превышает контрольные значения (рис. 1). На удалении 8 км от комбината «Североникель» в 2005 и 2006 гг. выявлено незначительное снижение уровня асимметрии ( $0.088 \pm 0.003$ ;  $0.087 \pm 0.004$ ). Статистически значимо условно фоновая площадка 5 отличается от выборок с площадок 1 ( $p < 0.01$ ) и 2 ( $p < 0.05$ ).

Значительное увеличение показателя асимметрии в окрестностях медно-никелевого комбината может быть связано как с выбросами диоксида серы, так и с накоплением тяжелых металлов в почве, поскольку нарушения в развитии являются неспецифической реакцией на стрессовые воздействия.

Полученные данные подтвердили результаты аналогичных исследований, проведенных ранее М. Козловым, Л. Зверевой в окрестностях г. Мончегорска (Kozlov, 2005) и г. Харьявалта (Финляндия) (Kozlov, 1996). Уровень флуктуирующей асимметрии *Betula pubescens ssp. tortuosa* (Ledeb.) увеличивался по мере приближения к источнику загрязнения. Оценка состояния популяции *Betula pendula* была проведена в Нижегородской области (Шержукова, 2005), где явно выражена тенденция увеличения флуктуирующей асимметрии по мере возрастания антропогенной нагрузки.



Таким образом, полученные статистически значимые различия в величине флуктуирующей асимметрии между исследованными площадками в районе г. Мончегорска дают возможность оценить степень нарушения стабильно-

сти развития популяции *B. czerepanovii* и могут быть использованы как показатели раннего обнаружения стресса в условиях промышленного загрязнения.

#### Литература

- Захаров В. М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 267 с.
- Захаров В. М., Чубинишвили А. Т., Дмитриев С. Г., Баранов А. С., Борисов В. И., Валецкий А. В., Крысанов Е. Ю., Кряжева Н. Г., Пронин А. В., Чистякова Е. К. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России. 2000. 317 с.
- Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Захаров В. М. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения // Экология. № 6. 1996. С. 441–444.
- Кузьмин А. В., Жиров В. К., Исаков В. Н. Статистические закономерности морфогенеза листа в условиях неоднородной среды // Экология. № 5. 1989. С. 68–70.
- Шержукова Л. В. Популяции в пространстве и во времени. Сборник материалов докладов VIII Всероссийского популяционного семинара. 2005. С. 475–476.
- Kozlov M. V., Wilsey B. J., Koricheva J., Haukioja E. Fluctuating asymmetry of birch leaves increases under pollution impact // Journal of Applied Ecology. V. 33. 1996. P. 1489–1495.
- Palmer A. R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry measurement, analysis, patterns // Annual Review of Ecology and Systematics. V. 17. 1986. P. 391–421.
- Zvereva E. L., Kozlov M. V., Haukioja E. Stress responses of *Salix borealis* to pollution and defoliation // Journal of Applied Ecology. V. 34. 1997 (a). P. 1387–1396.
- Zvereva E., Kozlov M., Niemela P., Haukioja E. Delayed induced resistance and increase in leaf fluctuating asymmetry as responses of *Salix borealis* to insect herbivory // Oecologia. V. 102. 1997 (b). P. 368–373.

### ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ (*POPULUS BALSAMIFERA*) В КАЧЕСТВЕ БИОАККУМУЛЯТОРА АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

*В. М. Тимонюк, Н. Н. Мокрушина*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Тополь бальзамический широко используется для озеленения улиц промышленных центров. Для городских условий – это одно из самых распространенных древесных растений. Однако сведений об использовании листьев *Populus balsamifera* в качестве биоиндикатора при оценке экологического состояния городских территорий нами в литературе не обнаружено.

В связи с этим при изучении загрязнения атмосферы на территории г. Глазова был проведен эксперимент по оценке возможности использования данного вида как накопителя загрязнителей воздуха вдоль автомагистралей.

Для отбора проб биоаккумулятора были выбраны точки на территории города, значительно различающиеся по транспортной нагрузке и загрязнению воздуха в придорожной полосе. Точка № 1 – ул. Пряженникова. Величина транспортной нагрузки в 5 раз превышает санитарную норму, рН снегового покрова около 4, концентрация свинца в снеговой воде – 0,12 мг/л. Точка № 2 – парк вблизи ул. Советской. Транспортная нагрузка в 3 раза выше санитарной нормы, реакция снеговой воды нейтральная, концентрация свинца – 0,03–0,05 мг/л. Точка № 3 – фоновая, расположена за пределами городской черты (дер.

Полынга). Транспортная нагрузка ~ 10 авт./сут., рН снегового покрова 5–6, свинец не обнаружен.

Листья тополя собирались в конце августа 2006 г., отмывались от пыли, высушивались до воздушно-сухого состояния, озолялись сухим способом. Методом фотоколориметрии в солянокислых вытяжках из золы определялось содержание железа и сульфатной серы. Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

**Содержание железа и сульфатной серы в листьях тополя**

Номер пробы	Содержание Fe, мг/кг возд. сухого материала	Содержание сульфатной серы, мг/л солянокислой вытяжки
1	39,6	2,6
2	32,2	2,4
3	2,9	1,8

Как показывает таблица, листья биоиндикатора, собранного в фоновой точке, отличаются существенно меньшим содержанием железа и сульфатной серы. Пробы, отобранные на городской территории, различаются между собой по содержанию исследованных загрязнителей примерно на 20%. При этом менее нагруженной транспортом территории соответствуют более низкие содержания железа и сульфатной серы.

Проведенный эксперимент, по нашему мнению, свидетельствует о перспективности использования листьев *Populus balsamifera* в качестве биоаккумулятора атмосферных загрязнений в городских условиях.

**СОДЕРЖАНИЕ СПИРТОРАСТВОРИМОГО ФОСФОРА  
В ЭПИФИТНОМ ЛИШАЙНИКЕ *HYROGYMNA PHYSOIDES* (L.) NYL.**

*Е. А. Домнина*

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

Фосфор – один из важнейших биогенных элементов, необходимых для жизнедеятельности всех организмов. Фосфор поглощается растениями в окисленной форме (анионы ортофосфата  $H_2PO_4^-$  или  $HPO_4^{2-}$ ). В таком виде он включается в состав органических молекул и переходит от одного соединения к другому, не претерпевая при этом никаких изменений. Благодаря особенностям химического строения, атомы фосфора способны к образованию богатых энергией связей в макроэргических соединениях – АТФ, креатинфосфате и др. Такой способ запасания энергии в живых системах является универсальным и используется почти во всех метаболических превращениях.

Биохимическое значение фосфора заключается не только в химизме, полезном для жизненных процессов. Многие соединения фосфора оказывают сильное токсическое действие на живые организмы. Фосфорорганические отравляющие вещества (ФОВ) – эфиры фосфорной, тиофосфорной, дитиофос-



форной, пирофосфорной и фосфоновой кислот, применяются в качестве активных пестицидов.

Лишайники, как и растения, содержат в своем организме соединения фосфора, но если известно, что в высших растениях фосфора содержится около 1860 мг/кг сухой массы, то содержание фосфора в этих организмах не исследовалось.

Лишайники – группа организмов, широко распространенная во всех растительно-климатических зонах Земли. Обладая высокой устойчивостью к влиянию таких внешних факторов, как резкие колебания влажности, температуры, условий освещения, лишайники оказались чрезвычайно чувствительны к действию атмосферного загрязнения. Большинство из них не выдерживают даже малейшего присутствия загрязнителей и погибают, что объясняется их анатомо-морфологическими и физиологическими особенностями. Поэтому эти организмы могут быть использованы для ранней диагностики нарушений, когда реакции других компонентов еще не выражены.

Мы определяли содержание общего (спирторастворимого) фосфора в лишайниках фотометрическим методом, модифицировав методику выполнения измерений общего содержания фосфора в почве фотометрическим методом (МВИ № 031–03–183–05), разработанную ФГУ ГосНИИЭНП г. Саратов.

Метод основан на фотометрическом определении оптической плотности растворов, содержащих фосфат-ионы. Органические соединения фосфора переводят в фосфаты путем минерализации. Для разрыва связи углерод-фосфор минерализация проводится концентрированной серной кислотой в присутствии окислителя нитрата калия, который дополнительно связывает пентавалентный фосфор (V) в фосфат калия.

Определение фосфат-ионов осуществляется в результате их взаимодействия в кислой среде с молибдатом аммония и образования фосфорномолибденовой гетерополикислоты, которая восстанавливается аскорбиновой кислотой в присутствии сурьмяно-виннокислого калия до фосфорномолибденового комплекса, окрашенного в голубой цвет. Максимум поглощения фосфорномолибденового комплекса соответствует длине волны  $\lambda=700\text{нм}$ . Анализ проб лишайников проводили не менее, чем в 3–5 биологических повторностях.

Лишайники для исследования собирали в летний период 2006 г. с участков мониторинга в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО), расположенного в п. Мирный Оричевского района Кировской области. Содержание общего фосфора представлено в табл.

Результаты исследования показывают, что, в основном, содержание спирторастворимых форм фосфора в лишайниках составляет от 106,9 до 169 мг/кг сухого веса. Эти данные находятся в пределах фоновых значений, так как на участке № 112, расположенном в 10 км от объекта в юго-восточном направлении (противоположном направлению господствующих ветров), содержание фосфора находилось в этих же пределах – 160,4 мг/кг сухого веса.

**Содержание спирторастворимых форм фосфора в лишайниках**

№ участка	Содержание фосфора (мг/кг)
18	116,4
19/1	841,7
28	169,2
30	106,9
55	355,7
112	160,4

На участке 19/1, расположенном вблизи от объекта в юго-восточном направлении, содержание спирторастворимых форм фосфора было выше фонового уровня в 5,3 раза, а на 55 участке, расположенном в северо-западном направлении от ОХУХО в 3,8 км, этот показатель превышал фоновый в 2,2 раза.

Превышение содержания фосфора обнаружено на участках, расположенных по направлению преобладающих ветров от объекта, поэтому можно предположить, что повышение содержания фосфора в талломах лишайников вызвано близостью ОХУХО.

Полученные результаты являются рекогносцировочными. Для их подтверждения необходимы дальнейшие исследования. Но изменение содержания фосфора в лишайниках показывает, что их можно использовать в качестве тест-объектов для контроля содержания фосфора в атмосфере.

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПРИ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ И РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ УРОВНИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ**

*И. Э. Шарапова, С. П. Маслова*

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

Одним из широко распространенных загрязняющих веществ является нефть и нефтепродукты. Под влиянием нефтепродуктов изменяются агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы (Халимов, 1996; Абзалов, 1988; Коронелли и др., 1996 и др.), происходит нарушение растительного покрова (Минебаев, 1986). Углеводороды, оставшиеся в почве после разлива нефти, влияют на всхожесть и рост посеянных в загрязненную почву сельскохозяйственных культур (Киреева 1997, 2001; Исмаилов 1988). Реакция растений на загрязнение почвы нефтяными углеводородами зависит от их морфофизиологических особенностей. Ремедиация загрязненных почв может быть оценена по функции «почва – растение», что зависит от подбора рекультивационных мероприятий и сельскохозяйственных культур.

В инструктивно-методических документах рекомендуется залужение (Методические аспекты..., 1997). Этот прием разработан и внедрен в практику сельского хозяйства на Крайнем Севере (Экологические основы..., 1991). Корневищные злаки являются перспективными видами для фитомелиорации

нефтезагрязненных почв, что обусловлено способностью этих растений к интенсивному вегетативному размножению (Назаров, 1999; Krishan et al., 2000). Одним из таких видов, применяемых при рекультивации, является двукисточник тростниковидный.

Целью исследований было изучение влияния нефтяного загрязнения на биологические свойства почвы и рост растений двукисточника тростниковидного.

Вегетационный опыт был проведен на экспериментальном участке Института биологии в среднетаежной подзоне на дерново-подзолистой суглинистой почве, пахотный горизонт. Доза вносимой нефти составляла 50 и 100 г/кг почвы в 15 см почвенном горизонте. На подготовленную почву в конце мая высаживали растения двукисточника тростникового 2-го года жизни в сосуды объемом 10 л. Контроль – не загрязненная нефтью почва.

Изменения биологических свойств почвы по горизонтам (0–10, 10–20 см) определяли в конце вегетационного периода по содержанию остаточной нефти, дыхательной активности ризосферной почвы (Назаров, 1992), энзиматической активности (Хазиев 1990), составу трофических групп микробиоты (Теппер 2004). Реакция растений на загрязнение почвы нефтью оценивали по морфологическим характеристикам, накоплению биомассы, содержанию пигментов, активности пероксидазы и перекисного окисления липидов (ПОЛ).

В результате проведенных исследований установлено, что 5 и 10%-ное загрязнение нефтью не увеличивает токсичность почвы. Последствием биодеструкции нефти является существенное стимулирование роста корней двукисточника тростниковидного при снижении нефтезагрязнения до 0,1–0,7% в 0–10 см горизонте.

При фиторемедиации нефтезагрязненной (5 и 10%) почвы возрастает биологическая активность микроорганизмов, особенно в зоне, максимально приближенной к корню, в верхнем горизонте почвы. Отмечено усиление интенсивности почвенного дыхания и дегидрогеназной активности, отражающей интенсивность биохимических реакций. Показано значительное увеличение общей численности микроорганизмов, особенно при 5% нефтезагрязнении. Увеличение общего количества микроорганизмов достигается за счет роста численности специфических групп, к которым относятся углеводородоокисляющие микроорганизмы (гетеротрофы), характеризующиеся адаптивными преимуществами в данных условиях. В структуре микробоценоза происходило значительное возрастание доли целлюлозолитических микроорганизмов и микромицетов. Численность нитрифицирующих микроорганизмов значительно уменьшалась в результате ослабления минерализационных процессов в нефтезагрязненной почве.

Изучение влияния нефтяного загрязнения на рост растений двукисточника тростниковидного свидетельствует о различных эффектах на морфофизиологические и биохимические параметры растений. Нефтяное загрязнение оказало существенное влияние на биохимические характеристики растений д. тростниковидного. Отмечали снижение уровня пигментов (хлорофиллов а, b и каротиноидов) при 10 % загрязнении что, по-видимому, связано с ингибированием их

биосинтеза. Показано значительное влияние загрязнения на компоненты антиоксидантной системы растений. Выявлено снижение активности пероксидаз в листьях, что может быть результатом деструкции фотосинтетических пигментов. Повышение активности пероксидаз в корневищах растений под действием загрязнения связано с непосредственным контактом подземных органов с нефтью. Для оценки влияния нефти на состояние мембран исследовали накопление в тканях продукта перекисного окисления липидов - малонового диальдегида (МДА). Отмечено накопление МДА в листьях опытных растений, что свидетельствует об усилении окисления клеточных мембран. Изменения в уровне МДА в корневищах были незначительными.

Загрязнение почвы нефтью оказало незначительное влияние на морфологические параметры растений (высоту, число листьев, побегов) и накопление биомассы. К концу экспериментов опытные и контрольные растения формировали одинаковую биомассу, что можно рассматривать как результат адаптационных процессов и способности прорасти на почвах, загрязненных нефтью. По-видимому, причиной такого результата является то, что растения двукошачника тростниковидного были пересажены в почву с нефтью на втором году жизни. К этому периоду 30–40% биомассы растения составляют корневища, которые характеризуются интенсивным метаболизмом, формируют большой запас меристем и отличаются высокой способностью к саморегуляции (Маслова и др., 2005). Растения со сформированными корневищами характеризуются большей устойчивостью, пластичностью и выживаемостью в стрессовых условиях, чем семена или растения на стадии проростков.

Таким образом, показано усиление микробиологической активности нефтезагрязненной почвы, что приводит к успешной адаптации растений, высаженных корневищами.

### Литература

Киреева Н. А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. Уфа: Изд-во БашГУ, 1994. 171 с.

Киреева Н. А., Водопьянов В. В., Мифтахова А. М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. Издательство «Гилем» Уфа, 2001. С. 34–38.

Маслова С. П., Головкин Т. К., Куренкова С. В., Табаленкова Г. Н., Маркаров А. М. Подземный метамерный комплекс в донорно-акцепторной системе корневищных многолетних злаков *Bromopsis inermis* и *Phalaroides arundinacea* // Физиология растений. 2005. Т. 52. С. 839–847.

Методические аспекты рекультивации земель на Крайнем Севере. И. Б. Арчегова, Т. В. Евдокимова, Н. С. Котелина, Е. Г. Кузнецова, М. Ю. Маркарова, В. В. Полшведкин, Л. П. Турубанова. Коми Научный центр УрО РАН, Сыктывкар, 1997. 25 с.

Назаров А. В. Выявление устойчивых к нефтяному загрязнению видов растений // Региональная конференция молодых ученых «Современные проблемы экологии, микробиологии и иммунологии». Пермь, 18–20 января, 1999: Тез. докл. и программа. Пермь. 1996. 45 с.

Назаров С. К., Сивков М. Д. Методы измерения и расчета баланса углерода в естественных фитоценозах. Сер. препринтов «Новые научные методики». КНЦ УрО РАН. 1992. Вып. 43.16 с.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 189 с.

Теппер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. В. К. Шильниковой. 5-ое изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2004. 256 с.: ил.

Krishnan G., Horst G. L., Darnell S., Powers W. L. Growth and development of smooth bromegrass and tall fescue in TNT-contaminated soil // Environ. Pollut. 2000. Vol. 107, № 1. С. 109–116.

## **ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ И ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В ЕЛЬНИКЕ ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВОМ ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ**

**М. А. Кузнецов**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, kuznetsov\_ma@list.ru*

Растительный опад в лесных фитоценозах играет важную роль в процессах почвообразования, круговорота углерода и зольных элементов. В зависимости от состава растительных остатков и условий разложения по разному протекает процесс обогащения почв органическими и минеральными веществами (Егорова, 1965). Велика роль древесного опада в формировании лесной подстилки. На территории Республики Коми в подзоне средней тайги площадь еловых лесов составляет 6,74 млн. га, из них 49% занимают заболоченные типы сообществ, углеродный цикл которых не изучен (Бобкова, 2006). При оценке углеродного бюджета в лесных сообществах необходимо учесть потоки CO<sub>2</sub> из почвы, которые во многом определяются количеством поступающего опада, динамикой его разложения и минерализации.

Работа выполнена в Республике Коми на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенного в средней подзоне тайги (62°17' с.ш., 50°40' в.д). Исследования проводили в 2005–2006 гг. в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом, развитом на торфянисто-подзолисто-глееватой супесчаной, подстилаемой тяжелым суглинком почве. Древостой разновозрастный, состав его 9Е1Б+С ед.Пх. Средняя высота ели – 16 м, диаметр – 20 см. Всего на 1 га насчитывается 625 деревьев, в том числе ели – 595, сосны – 5, пихты – 10 и березы – 15. Много сухостоя – 224 экз./га, валежа различной степени гниения – 200 экз./га. Подлесок относительно хорошо развит, состоит из шиповника, ивы, можжевельника, рябины. Травяно-кустарничковый ярус имеет проективное покрытие 60–70%, число видов 15: хвощ, осока, костяника, черника, брусника, линнея северная, майник, княженика, седмичник, папоротник, грушанка, золотая розга, герань лесная, ожика волосистая, дудник. Моховой покров с покрытием 80–90% образован сфагновыми мхами, на прикомлевых возвышениях встречаются пятна *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*. Фитоценоз входит в динамический ряд заболачивания ельников черничных.

Количество опада растений древесного яруса определяли с помощью 17-ти опадоулавливателей размером 0.5 x 0.5 м (Родин и др., 1968). Растительные остатки собирали трижды: осенью 2005, летом и осенью 2006. Затем их высушивали, разделяли на фракции и взвешивали. Для изучения разложения в лес-

ную подстилку закладывали листья (хвою) ели, березы, осины и сосны в капроновых мешочках в пятикратной повторности.

Масса древесного опада в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом составляет  $274.6 \pm 38.3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ , и значительная часть его приходится ель (81.2%). Береза в его составе занимает 6.5, сосна, осина, рябина и ива – 0.6; 0.1; 0.4; и 0.06% соответственно от общей массы.

В древесном опаде Л. О. Карпачевский (1981) выделяет две части: активную и неактивную. К активной части относятся листья (хвоя), почечные чешуи, соцветия, пыльца и семена, а к неактивной – ветви, шишки, кора, лишайники. В исследуемом фитоценозе на долю активной части приходится 65%, неактивной – 25%. В активной части опада преобладающими являются опад ели и березы, составляющие соответственно 58.6 и 5.6% от общей массы опада.

В неактивной части опада преобладают ветви, шишки и кора ели на долю которых приходится соответственно 8.0; 12.2 и 2.4% от общего количества. В формировании опада, помимо древесного яруса и напочвенного покрова, участвует и внеярусная растительность, в частности, эпифитные лишайники, доля участия которых в старовозрастном ельнике составила 2% от опада древесного яруса. Прочие компоненты растительных остатков занимают 9% от общей массы опада. Известно, что поступление растительных остатков на поверхность почвы в лесных экосистемах в течение года происходит неравномерно и видовая принадлежность их сильно варьирует по месяцам. По данным Л. Н. Фроловой (1965) и Н. Л. Смоленцевой (1979), наибольшая часть древесного опада в ельниках средней тайги в годовом цикле поступает в зимне-весенний период (60–63%), в осенние месяцы (сентябрь–октябрь) составляет 25–29%, а на долю летнего периода приходится 5–18% от общей массы опада. Согласно нашим наблюдениям, за зимне-весенний период в ельнике чернично-сфагновом поступает 54%, в течение сентября–октября – 24% и в летние месяцы – 22%. В составе зимне-осеннего опада преобладают растительные остатки ели, на долю хвои приходится 51.6%, ветвей – 11.6, коры – 3.7, шишки – 15.9%. Встречаются ветви березы (1.5%) и лишайники (2.7%). В летние месяцы в составе активной части опада массовая доля ели и березы равна 42.7 и 20.2% соответственно. Доля листьев других древесных растений незначительна и составляет 2.8%. В неактивной фракции преобладают ветви и шишки ели, что составляет соответственно 7.3; и 17.0% от общей массы летнего опада. В осенние месяцы доминирует активная часть ели (88.5%) и березы (4.3%).

Важным показателем, отражающим процесс преобразования опада в подстилку, является скорость разложения его компонентов. Известно, что интенсивность минерализации подстилки тесно связана с особенностями разложения растительных остатков. Эксперимент по деструкции разных компонентов опада показал, что листья осины и березы в течение года в ельнике чернично-сфагновом разлагаются примерно наполовину и составляют 50,7 и 46,1% от начальной массы. Степень разложения хвои ели и сосны была одинаковой и составила 25,2% от исходного веса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ 07-04-00104

### Литература

Бобкова К. С. Еловые леса средней подзоны./Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. С. 99–159.

Егорова Н. В. Запасы, состав опада и подстилок в березово-еловых насаждениях южной Карелии // Лес и почва (Тр. Всесоюзной науч. конф. по лесному почвоведению (15–19 июля 1965 г.). Красноярск: Красноярское кн. Изд-во, 1965. С. 268–275.

Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-ть, 1981. 264 с.

Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1967. 145 с.

Смоленцева Н. Л. Роль почвенных животных и микроорганизмов в разложении опада сосново-елового насаждения средней тайги // Экология роста и развития сосны и ели на Северо-Востоке Европейской части СССР. Тр. Коми фил. АН СССР. Сыктывкар, 1979. № 44. С. 104–116.

Фролова Л. Н. Особенности почвообразования в еловых лесах в связи со сменой пород в условиях Коми АССР: Автореф. дис. ... к.б.н. Сыктывкар, 1965. 18 с.

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПРОБ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛА

*Н. В. Бородина, И. В. Панфилова, Е. В. Дабах  
РЦГЭКиМ по Кировской области, ВятГГУ, Киров*

Лабораторией биомониторинга и биотестирования Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия по Кировской области для определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности используется тест-культура зеленой протококковой водоросли хлорелла *Chlorella vulgaris* (1, 2). Методика разработана сотрудниками Красноярского государственного университета и допущена для целей государственного экологического контроля (ФР.1.39.2004.01143).

Как всем зеленым растениям, хлорелле для роста и в лабораторных условиях, и в природе необходимы свет, определенная температура, углекислый газ, вода и минеральное питание. Культиваторы, используемые для суточного выращивания (КВ-05) и 22 часовой экспозиции (КВМ-05), а также среда Тамия создают оптимальные условия для интенсивного роста культуры (4–6 делений в сутки). Критерием токсичности пробы по стимуляции является увеличение оптической плотности на 30% и более, по подавлению – уменьшение оптической плотности на 20% и более по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде.

Согласно методике, качество воды или водной вытяжки устанавливается на основе ее токсикологических характеристик через величину биологически безопасного разбавления (табл. 1).

**Токсикологические характеристики качества  
испытываемой водной вытяжки**

Концентрация тестируемой вытяжки (%), при которой превышен критерий токсичности	Качество воды
100	слаботоксичная
33	среднетоксичная
11	токсичная
3,7	сильнотоксичная
1,2	гиперттоксичная

Однако, в экспериментах по определению острой токсичности водных вытяжек из почвы хлорелла получает дополнительное минеральное и органическое питание. Содержание в почве подвижных форм элементов питания, переходящих в водную вытяжку, – дополнительный фактор роста и развития водоросли. Это приводит к тому, что даже при разбавлении до 33, 11, 3,7, 1,2%-ных концентраций отмечается стимуляция роста и увеличение оптической плотности культуры водоросли. Мы считаем, что для характеристики качества водной вытяжки из почвы критерий токсичности по стимуляции некорректен.

Цель нашей работы – во-первых, представить результаты исследования почвенных вытяжек по методике (1, 2); во-вторых, определить возможное влияние на оценку степени токсичности водной вытяжки из почв, определенной по тест-культуре зеленой протококковой водоросли хлорелла *Chlorella vulgaris*, свойств самой почвы.

Нами были проанализированы пробы почв, отличающихся по генезису, по гранулометрическому составу, отобранные с пробных площадок мониторинга в различных фитоценозах в зоне влияния объекта по уничтожению химического оружия «Марадыковский» в Кировской области. В табл. 2 представлены результаты биотестирования смешанных образцов наиболее распространенных в районе исследования почв.

Почти все пробы показали стимуляцию роста численности клеток водоросли в опытных вариантах по сравнению с контролем. Если строго следовать методике, то мы должны сделать вывод о том, что почти все почвы в районе исследования токсичны (от слаботоксичных до гиперттоксичных). Наиболее токсичными (по шкале – от токсичных до гиперттоксичных) являются верхние органогенные горизонты в подзолистых почвах. Именно в них происходят процессы разложения органических остатков с высвобождением биогенных элементов, стимулирующих развитие водорослей. В нижележащих песчаных подзолистых горизонтах идет активное вымывание катионов вниз по профилю, отмечается резкое снижение содержания гумуса и элементов питания, что, естественно отражается на результатах биотестирования. Стимуляция роста водоросли значительно ниже и степень токсичности по этому показателю оценивается на уровне от нетоксичной до среднетоксичной (табл. 2). Пробы из дерновых горизонтов дерново-подзолистых и аллювиальных почв от слабо – до среднетоксичных. Эти горизонты богаты специфическим органическим веществом – гумусом, который, по-видимому, связывает элементы питания растений более



прочно, часть из них не переходит в водную вытяжку, и соответственно, уровень стимуляции развития тест-культуры – ниже.

Сравнение результатов экотоксикологического анализа проб почвы по проценту гибели дафний (*Daphnia magna*), индексу токсичности по инфузориям (*Paramecium caudatum*), результатов химического анализа показало, что выводы, полученные по тестированию с использованием культуры *Chlorella vulgaris*, не соответствует действительности. Из 62 проб почвы только одна проба (т. № 48) проявляет умеренную степень токсичности при биотестировании с применением инфузорий. Высокая степень токсичности водных вытяжек из почвы не отмечена ни в одном образце. По результатам биотестирования с использованием тест-объекта дафнии установлено, что острая токсичность отмечена в одной пробе почвы в горизонте подстилки (т. № 9, образец из слоя 0–3 см); в 2-х пробах для экотоксикологической оценки требуются дополнительные исследования на хроническую токсичность. Показатели химического состава почвы почти на всех участках соответствуют фоновым значениям (3). Незначительные превышения валового содержания мышьяка (в пределах 2–3 ОДК) и меди отмечены в т. 66. (пойма р. Вятка).

Таким образом, предложенная методика оценки токсичности по стимуляции роста водоросли хлорелла (1) для почвенных вытяжек непригодна. Вероятно, наиболее приемлемым способом оценки токсичности почв по тест-культуре *Chlorella vulgaris* является оценка по подавлению роста водоросли (более 20 %).

**Результаты экотоксикологического анализа водных вытяжек из почвы с помощью тест-культур**

*Chlorella vulgaris, Paramecium caudatum, Daphnia magna*

№ Точки отбора	Глубина отбора пробы, см	Концентрация водной вытяжки, %	Процентное отклонение от контроля	Оценка качества водной вытяжки по изменению оптической плотности <i>Chlorella vulgaris</i>	Индекс токсичности по инфузориям ( <i>Paramecium caudatum</i> ), у.е.	Процент гибели дафний ( <i>Daphnia magna</i> ), %	Тип почвы, гранулометрический состав	Тип растительности, ассоциация
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Почва подзолистая песчаная								
9 29.07.06.	0–3	100 33 11 3,7 1,2	–259,5 –157,1 –74,2 –54,0 –35,0	Гипертоксичная	0,17±0,10 Допустимая степень токсичности	72,4±26,9 Оказывает острое токсическое действие	Среднеподзолистая песчаная на водноледниковых песках	Лес Сосняк кисличный
9 29.07.06.	31–0	100 33 11 3,7 1,2	–55,7 –40,0 –20,6 –7,3 –2,4	Среднетоксичная	0,05±0,03 Допустимая степень токсичности	0 Не оказывает острого токсического действия		
48 07.06.06.	0–3	100 33 11 3,7 1,2	–92,9 –72,7 –59,1 –44,8 –29,9	Сильнотоксичная	0,51±0,32 Умеренная степень токсичности	13,3±4,9 Острого токсического действия не оказывает, требуются исследования на хроническую токсичность	Слабоподзолистая грунтово-глеевая супесчаная на древнем аллювии	Лес Березняк черничный
48 07.06.06.	3–10	100 33 11 3,7 1,2	–39,9 –31,9 –15,3 –7,4 3,1	Среднетоксичная	0,52±0,32 Умеренная степень токсичности	0 Не оказывает острого токсического действия		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Почва дерново-подзолистая								
39 26.07.06.	0–15	100 33 11 3,7 1,2	–54,3 –39,9 –8,7 4,6 2,3	Среднетоксичная	0,22±0,14 Допустимая степень токсичности	3,3±1,2 Не оказывает острого токсического действия	Дерново-подзолистая среднесуглинистая, на элювии пермских глин	Луг овсяница луговая+лютик едкий+одуванчик лекарственный+черноголовка
43 26.07.06.	0–20	100 33 11 3,7 1,2	–28,7 –21,5 –10,3 –10,8 –9,2	Не токсичная	0,25±0,15 Допустимая степень токсичности	0 Не оказывает острого токсического действия	Дерново-подзолистая легкосуглинистая пахотная	Агроценоз козлятник восточный+пырей ползучий
73 25.06.06	0–10	100 33 11 3,7 1,2	–59,0 –29,9 –27,1 –25,7 –16,0	Слаботоксичная	0 Допустимая степень токсичности	0 Не оказывает острого токсического действия	Дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая грунтово-глеевая на водноледниковых маломощных супесях, подстилаемых пермскими мергелистыми глинами	Луг овсяница луговая+нивяник обыкновенный+герань луговая

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аллювиальная дерновая почва								
66 27.07.06.	0–8	100 33 11 3,7 1,2	-124,0 -37,4 -24,0 -19,3 -5,3	Среднетоксичная	0,03 Допустимая степень токсичности	30±11,6 Острого токсического действия не оказывает, требуются исследования на хроническую токсичность	Аллювиальная дерновая легкосуглинистая на аллювии	Луг подмаренник северный-пырей ползучий
66 27.07.06.	8–15	100 33 11 3,7 1,2	-146,1 -41,7 -28,3 -12,8 -6,1	Среднетоксичная	0 Допустимая степень токсичности	13,3±4,9 Острого токсического действия не оказывает, требуются исследования на хроническую токсичность		

### Литература

1. Методика определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), ФР.1.39.2004.01143, Красноярск, КрасГУ 2004
2. Изменения, вносимые в методику «Определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer)» ФР.1.39.2004.01143.
3. Создание и обеспечение эксплуатации подсистемы обеспечения экологической безопасности государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды при хранении, перевозке и уничтожении химического оружия объекта «Марадыковский» Кировской области. Отчет РЦГЭКиМ по Кировской области, Киров, 2006.

## МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕР ЗАРЕЧНОГО ПАРКА Г. КИРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ

*Т. Г. Шихова*

*ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства,  
shikhova@vyatkasi.kirov.ru*

Одно из популярных мест отдыха горожан – Заречный парк обладает высоким ландшафтно-рекреационным и культурно-эстетическим потенциалом. Система пойменных озер и временных водоемов (коло 20) придает особую привлекательность парковому комплексу. Безопасность рекреационного использования природных водоемов, находящихся в пределах городской черты, обуславливает необходимость регулярного отслеживания качества воды и биологической полноценности парковых озер.

Исследование биоразнообразия бентосных гидробионтов и качественная оценка состояния водных экосистем выполнялись в период 2000-2007 гг. по методикам, основанным на показателях зообентосных сообществ и индикаторной значимости видов (Унифицированные методы..., 1977). Для оценки органического загрязнения использовалась шкала сапробности разных видов (ксено-, олиго-, б-мезо-, а-мезо и полисапробные) (Макрушин, 1974). Количественный учет макрозообентосных животных проводился традиционными гидробиологическими методами (Жадин, 1960; Мордухай-Болтовской, 1975).

Обследованы водоемы разного типа: Дымковское проточное озеро, Макарьевская старица, временные водоемы межгрядных ложбин. Учитывая весенне-промывной режим пойменных озер, оценивали состояние воды и в р. Вятке, которая ограничивает парк с запада и во время половодья более месяца сообщается с системой озер.

Водоемы парка находятся на разных стадиях сукцессионного развития. Крупные староречно-проточные озера (Дымковская и Макарьевская старицы) зарастают донным способом по фрагментарному типу, т.е. растительные сообщества распределяются по акватории водоемов неравномерно. Это свойственно начальным этапам процессов зарастания.

Органический мир пойменных озер характеризуется развитым планктоном, донной фауной, а также богатой водной и прибрежной растительностью. На разнообразии водного населения влияют не только особенности физико-географических условий, гидродинамические, гидрохимические характеристики, но и стадия развития каждого водоема. В процессе обмена веществ водные организмы меняют среду своего обитания, соответственно, постепенно меняется структура и состав животного мира, меняется трофность водоема.

В бентосных сообществах пойменных озер Заречного парка и в р. Вятке встречаются животные 63 таксонов: малощетинковые черви, пиявки (3 вида), двухстворчатые (5) и брюхоногие (22) моллюски, ракообразные (5 таксонов), пауки, клещи, поденки (2), веснянки, ручейники (2), стрекозы (6), клопы (3), жуки (3), двукрылые.

Фауна беспозвоночных гидробионтов представлена типичным для старичных озер комплексом фоновых видов: *Lymnaea fragilis*, *Contectiana listeri*, *Planorbarius corneus*, *Sphaerium corneum*, *Asellus aquaticus*, *Daphnia*. В озерах относительно высока также численность легочных (*Anisus vortex*, *Lymnaea ovata*, *L. palustris*) и гребнежаберных моллюсков (*Bythinia tentaculata*, *Valvata pulchella*). Вероятно, это объясняется большой площадью пригодных для них биотопов (достаточно широкая заиленная прибрежная полоса мелководья). Во временных водоемах обычны *Aplexa hypnorum*, *Physa adversa*, *Lepidurus apus*.

Основную часть обнаруженных видов беспозвоночных животных составляют менее требовательные к качеству воды эврибионтные организмы: водные жуки и их личинки (*Ilybius*, *Gyrinus*, *Aeilis*), личинки стрекоз (*Aeschna*, *Coenagrion*, *Calepteryx*, *Lestes*, *Libellula*, *Sympetrum*), *Asellus aquaticus*, пиявки (*Glossiphonia*, *Haemopsis*, *Herpobdella*), двухстворчатые (*Sphaerium*, *Musculium*) и брюхоногие моллюски (*Contectiana*, *Bythinia*, *Lymnaea*, *Planorbarius* и др.).

Характерно присутствие олигосапробных организмов, свойственных водоемам с чистой водой: личинки ручейников (*Agnypgia*, *Lymnophilus*), поденок (*Caenis*, *Heptagenia*), веснянок (*Isogenus*), брюхоногие моллюски (*Ansilus fluviatilis*, *Lymnaea ovata*, *Anisus vortex*).

Из полисапробных организмов, выдерживающих сильное загрязнение, отмечены личинки комаров-звонцов (*Chironomus*) и малощетинковые кольчатые черви (*Enchytraeidae*, *Naididae*, *Tubificidae*).

Общая картина загрязнения пойменных озер Заречного парка довольно сложная (загрязнение органикой, нефтепродуктами, солями металлов, ПАВ, теплом, радиацией, электромагнитным излучением). Установив видовой состав и обилие индикаторных видов, можно оценить качество воды на данный момент времени. Виды, устойчивые к органическому загрязнению, как правило, устойчивы и к остальным типам загрязнения. С целью нивелирования влияния сезонных флуктуаций структуры и состава гидробионтов в зависимости от погодных условий на значения оценочных критериев дополнительно использовались методы определения сапробности вод по доминирующим организмам. Фоновые виды литорали озер (ломкий прудовик, живородки, катушки, ручейники) относятся к б-мезосапробным организмам. Для объективной оценки ис-

следования проводились в разные периоды вегетационного сезона (Шихова, 2005).

**Макарьевская старица** – притеррасное озеро-старица, самое крупное озеро парка, соединяется протокой с руслом Вятки. В озере отмечено 40 видов бентосных беспозвоночных животных, в том числе 15 индикаторных групп. Индекс биоразнообразия Шеннона достаточно высок (табл. 1). Доминируют виды следующих таксонов: *Enchytraeidae*, *Naididae*, *Tubificidae*, *Lymnaea fragilis*, *Panorbarius corneus*, *Bythinia tentaculata*, *Sphaerium corneum*. Из видов показателей чистой воды (олигосапробы) обнаружены личинки ручейника (*Agnypbia pagetane*), поденки (*Pofamanthus luteus*), катушка-завиток (*Anisus vortex*). Биотический индекс соответствует классу качества «достаточно чистый водоём». По методике, основанной на сапробности индикаторных видов (Николаев и др., 1992) качество воды оценивается как «чистая».

**Дымковское озеро** – подпруженное русло р. Салтановки, расположенное в центральной пойме р. Вятки. В озере отмечено 38 видов бентосных беспозвоночных животных, в том числе 15 индикаторных групп. Доминируют следующие виды: *Panorbarius corneus*, *Lymnaea fragilis*, *Sphaerium corneum*. Из олигосапробных видов обнаружены личинки ручейника (*Agnypbia pagetane*), катушка (*Anisus vortex*), поденки (*Pofamanthus luteus*). Биотический индекс равен 7, что соответствует классу качества – достаточно чистый водоём.

**Мелкие пойменные озера** межгривных ложбин центральной части поймы. В озерах встречаются 29 таксонов беспозвоночных гидробионтов. Индекс биоразнообразия Шеннона наиболее высокий из исследованных водоемов парка (табл. 1). Доминируют следующие виды зообентоса: *Lymnaea truncatula*, *Pofamanthus luteus*, *Gammarus pulex*. Весной отмечается массовое появление щитней *Lepidurus arus*. Из видов показателей чистой воды (ксено-, олигосапробы) зарегистрированы личинки подёнок (*Caenis*), личинки ручейников (*Lymnophylus*), бокоплав (*Gammarus*). Отмечено 12 индикаторных групп бентосных организмов. Показатель биотического индекса свидетельствует о «достаточно чистой воде».

**Р. Вятка** – правобережье у Заречного парка. Обнаружено 20 видов беспозвоночных животных, в том числе 8 индикаторных групп. Биотический индекс Вудивисса равный 5–6 (в разные годы) соответствует классу качества «умеренно и слабо загрязненных вод». Доминирующий вид бентоса: живородка речная (*Viviparus viviparus*) относится к б-мезосапробным организмам. На рассматриваемом участке реки отмечена очень низкая численность крупных унионид (*Unio*, *Anodonta*). Присутствие олигосапробных видов *Ansilus fluviatilis* и *Caenis macrura*, *Heptagenia sulfurea* отражает реофильный характер бентических сообществ.

**Гидробиологические показатели и эколого-санитарная оценка качества  
воды озер Заречного парка**

Водоем	Кол-во индикаторных групп	Индекс биоразнообразия Н	Биотический индекс $S_w$	Индекс Пантле-Букка $S_{P-B}$	Характеристика сапробности	Категория качества воды
Макарьевская старица	15	2,7131	6–7	2,49	б-мезосапробная	Слабо загрязненная
Дымковская старица	15	2,7259	6–7	2,38	б-мезосапробная	Слабо загрязненная
Мелкие пойменные водоемы	13	2,8295	6–7	2,42	б-мезосапробная	Слабо загрязненная
Р. Вятка	8	2,6757	5–6	2,73	а-мезосапробная	Умеренно-загрязненная

Таким образом, во всех обследованных водоемах сапробиологические и таксономические индексы укладываются в пределы средних значений. Индекс биоразнообразия Шеннона (от 2,6757 до 2,8295) свидетельствует о достаточно благополучной экологической обстановке в рассматриваемых озерных экосистемах и в р. Вятке. Биотический индекс Вудивисса ( $S_w$ ), основанный на индикаторной значимости отдельных групп гидробионтов, колеблется по годам в пределах 5-7, что соответствует качеству воды: «достаточно чистой» и «слабо загрязненной» – в озерах парка; «слабо загрязненной» и «умеренно загрязненной» – в Вятке.

Индекс сапробности Пантле-Букка ( $S_{P-B}$ ), рассчитанный по таксономическому составу и количественным характеристикам видов индикаторов, в озерах Заречного парка соответствует б-мезосапробному уровню и классу качества «удовлетворительно чистой» воды. В р. Вятке значение индекса соответствует а-мезосапробному уровню, т.е. вода «умеренно загрязненная».

Показатели сапробиологических и таксономических индексов позволяют отнести исследованные водоемы Заречного парка к мезотрофным водоемам, вода которых характеризуется средним содержанием элементов минерального питания и органических веществ. На основе аналитической обработки данных пяти основных биоиндикационных методик, можно сделать заключение, что вода в озерах Заречного парка относительно чистая (класс качества – «достаточно чистый и слабо загрязненный»), в Вятке – умеренно загрязненная.

Существенная значимость водоемов в ландшафтно-рекреационном потенциале парка подтверждает необходимость регулярной оценки качества вод во всем комплексе пойменной экосистемы. Проведенные таксономические и биоиндикационные исследования позволяют утверждать, что в настоящее время



мя водоемы Заречного парка отвечают требованиям рекреационного использования природных территорий.

### Литература

Жадин В. И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 191 с.

Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: АН СССР. 1974.

Мордухай-Болтовской Ф. Д. Особенности водных биогеоценозов и методы их изучения // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 5–11.

Николаев С. Г., Соколова Н. Ю., Смирнова Л. А., Извекова Э. И., Елисеев Д. А. Метод биологического анализа уровня загрязнения малых рек Тверской области. М.: 1992.

Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1975. 176 с.

Шихова Т. Г. Результаты мониторинга водных объектов городского ландшафта по гидробиологическим показателям // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря: матер., VIII Междун. науч. конф. 11–12 октября 2005. г. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2005. С. 50–51.

## СЕКЦИЯ 2

# ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

### ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО УДОБРЕНИЯ АВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И КЛЕВЕРА

*А. П. Кислицына, А. В. Пасынков*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, vsaa@insysnet.ru*

Среди химических средств интенсификации земледелия, повышения его продуктивности и эффективности главными как по масштабам, так и по экономической эффективности являются минеральные удобрения. В настоящее время для сельскохозяйственного производства предлагается большой ассортимент минеральных удобрений, одним из которых является принципиально новое уникальное бесхлорное и безазотное удобрение АВА (фирма – производитель – «Агровит-Аква», Санкт-Петербург). Это высокотемпературный расплав различных минералов, обладающих однородной стеклообразной структурой. АВА состоит из метафосфатов калия, кальция, магния с добавлением таких жизненно важных для растений элементов, как бор, сера, селен, железо, медь, марганец, цинк, молибден, кобальт и другие. Ценным свойством удобрения является нерастворимость гранул удобрения при температуре ниже +8 С, что обуславливает его экологичность, экономичность и пролонгированность действия. Исследования по эффективности использования этого удобрения проводились в основном в условиях вегетационных и микрополевых опытов, а также в овощеводстве закрытого грунта (Ткаченко, Косарева, Казаринова, 2001; Косарева, Ткаченко, Семенова, 2001; Новикова, Бойкова и др., 2005).

Цель нашей работы – оценить действие комплексного удобрения АВА на продуктивность ячменя сорта Меркурий и клевера лугового Трио в условиях полевого опыта.

Исследования проводили в Ботаническом саду ВГСХА в 2005–2006 гг.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легко суглинистая на покровных бескарбонатных суглинках. Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: рН сол. – 5,4, содержание гумуса – 1,92%, содержание подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову 43,5 и 13,5 мг/кг почвы.

Схема опыта представлена в табл. 1.

Доза удобрения АВА под ячмень рассчитана исходя из рекомендаций производителя удобрений, 150 кг/га в физическом весе под яровые культуры (Р<sub>70</sub>К<sub>30</sub>). Доза удобрения АВА была дополнена внесением азота (30кг/га д.в.) в форме аммиачной селитры. В вариантах НРК и НРК+ микроэлементы дозы элементов питания эквивалентные изучаемому варианту с АВА. Из удобрений

вносили – суперфосфат двойной, хлористый калий и микроэлементы в виде простых солей. Испытывали гранулированную форму нового удобрения.

В ходе исследований было выявлено увеличение полевой всхожести ячменя и выживаемости растений к уборке при использовании АВА по сравнению с не удобренным вариантом (контроль) и эквивалентной дозой (N)PK на 4.7...4.2%. Удобрение АВА существенно повлияло на продуктивность ячменя (табл.1). Прибавка урожая по сравнению с контролем составила 22,7%. По отношению к варианту с NPK и NPK+ микроэлементы прибавка урожая была в пределах НСР<sub>05</sub> составила 3.2 и 3.4ц/га. Рост продуктивности обеспечивался увеличением продуктивной кустистости и массой 1000 зерен.

Таблица 1

**Влияние удобрений на урожайность ячменя и клевера лугового, ц/га**

Вариант	Ячмень	Клевер	
		Зеленая масса	Сухое вещество
1. Без удобрений	26,4	236,0	62,6
2. АВА+N30	32,4	321,8	79,7
3. PK+ N30	29,2	291,5	79,8
4. PK+ N30+микроэлементы	29,0	353,5	72,9
НСР <sub>05</sub>	4,1	55,1	13,3

Анализ химического состава зерна показал, что под влиянием удобрения АВА, как и при внесении эквивалентной доз NPK с комплексом микроэлементов и NPK, содержание сырого протеина в зерне ячменя возросло до 11.5, 11.4, 11.1% абсолютно сухого вещества (а.с.в.), соответственно, против 9,3% в контроле. Содержание фосфора в зерне ячменя под действием АВА, напротив, снизилось по сравнению с контролем и традиционными видами удобрений на 0,12% а.с.в. Возможно, это связано с ростовым разбавлением. Так же можно предположить, что в ответственные периоды развития ячменя не происходило достаточного поступления фосфора в растения в связи со слабой растворимостью удобрения АВА при низкой влажности почвы. Следует отметить, что всхожесть и энергия прорастания семян ячменя с варианта опыта удобренного АВА была ниже на 15.0...23.0%, чем на контроле и при внесении эквивалентных доз минеральных удобрений и составила всего 63.5% и 68.4%.

Изучение последствий удобрений на клевере луговом в 2006 г. не выявило преимуществ АВА перед простыми удобрениями. Различия в урожайности зеленой массы и сборе сухого вещества клевера с гектара находятся в пределах ошибки опыта. Различий по количеству и составу золы между удобренными вариантами опыта не прослеживается. Но под действием удобрения АВА увеличивается содержание сырого протеина в зеленой массе клевера по сравнению с традиционными удобрениями на 0,6...0,9% а.с.в. и содержание водорастворимых углеводов – на 0,7...1,0% а.с.в.

Расчет экономической эффективности за два года исследований показал, что несмотря на некоторый рост урожайности и улучшение протеиновой полноценности культур, применение комплексного удобрения АВА под культуры в зерно-травяных севооборотах неэффективно в виду высокой стоимости удобрения.

### Литература

Косарева И. А., Ткаченко К. Г., Семенова Е. В., Давыдова Г. В. Влияние комплексного удобрения АВА на продуктивность и качество яровой пшеницы // Бюллетень ВИУА, 2001. № 115. С. 166–167.

Ткаченко К. Г., Косарева И. А., Казарина Н. В. Перспективы использования новых стеклообразных удобрений для стимуляции прорастания семян // Бюллетень ВИУА, 2001. № 115. С. 40–45.

Новикова И. И., Бойкова И. В. и др. Новая препаративная форма комплексных био-препаратов // Защита и карантин растений. 2005. № 11. С. 17–18.

## **ВИДОВОЕ МНОГООБРАЗИЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ РЕАКЦИИ ЛЕСНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА СТЕПЕНЬ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

*О. Н. Баринова, Т. А. Горшкова*

*Обнинский государственный технический университет  
атомной энергетики (ИАТЭ),  
tgorshkova@yandex.ru, smaulik@mail.ru*

Видовое многообразие является одним из параметров экосистемы, отражающим ее состояние. Интерес представляет сравнение видового многообразия и особенностей сообществ живых организмов в условиях минимальной антропогенной нагрузки и в системах, подверженных активному вмешательству человека.

Исследования проводились на территории южного участка государственного заповедника Калужские Засеки (Ульяновский р-н Калужской области), в окрестностях Обнинского государственного технического университета атомной энергетики (ИАТЭ), а также на территории лесного массива в центре города. Рекреационная составляющая антропогенной нагрузки, которую мы оценивали визуально по шестибальной шкале (Летние школьные практики..., 1998), наибольшей оказалась на территории растительного сообщества в городе – 4 балла. В лесу ИАТЭ, находящемся за пределами основной территории, посещаемой горожанами, степень дигрессии составляет 2 балла. Сообщество, находящееся на территории заповедника, испытывает минимальную степень воздействия рекреации. Для оценки степени антропогенного влияния были выбраны растительные сообщества, сходные по формуле древостоя, составам подлеска и основных эколого-ценотических групп растений травянистого яруса. Для адекватной оценки влияния рекреации на видовой состав сообществ была произведена оценка методами фитоиндикации таких экологических условий, как богатство почвы, ее кислотность, увлажнение и механический состав для описанных фитоценозов, различающиеся по степени рекреационного воздействия на них.

Геоботаническое исследование растительных сообществ было произведено по стандартной методике (Учебно-полевая практика..., 1977). На исследуемых территориях закладывали пробные площади размером 20x20 м и проводили подробное описание видового состава, состояния и структуры фитоценоза.

По полученным данным был проведен многокомпонентный анализ. Обработка данных была произведена с привлечением методов индикационной геоботаники. В работе использовали количественную методику определения состояния среды по биоразнообразию видов-индикаторов (Егорова, Сынзыныс, 1997; Горшкова, 2006).

Для сравнения видового состава исследуемых лесных сообществ был выбран тип сообщества «разнотравный еловый березняк с кленово-орешниковым подлеском». В заповеднике в данной ассоциации встречено 65 видов сосудистых растений, принадлежащих к 35 семействам, из них 17 видов – деревьев и кустарников и 48 – травянистых растений. Богатыми по представленному видовому составу в исследованном сообществе на территории заповедника оказались семейства: *Rosaceae* – 7 видов, *Liliaceae* – 5, *Poaceae* – 3, *Caryophyllaceae* – 3, *Ranunculaceae* – 3. Состояния древостоя, оцениваемого по пятибалльной шкале (Экологический мониторинг, 2005), для данного сообщества оказалось оптимальным, возобновление пород деревьев и кустарников в отсутствие антропогенного вмешательства идет активно. В растительном сообществе около Обнинского ИАТЭ, которому была присвоена вторая степень рекреационной дигрессии, было встречено 45 видов сосудистых растений, относящихся к 26 семействам, из них 11 видов – деревьев и кустарников и 36 – травянистых растений. Наиболее богатыми по видовому составу оказались семейства *Fabaceae* – 3 вида, *Rosaceae* – 3, *Umbelliferae* – 3. По состоянию древостоя лес можно охарактеризовать как незначительно ослабленный. Всходов и подроста в процентном отношении немного. В елово-березовом растительном сообществе в центре города, испытывающем умеренную, по сравнению с наиболее вытоптанностями участками этого лесного массива, рекреационную нагрузку, оцененную в 4 балла, видовое богатство составляют всего 24 вида растений, относящихся к 17 семействам: по 3 вида деревьев и кустарников и 18 – растений травяно-кустарничкового яруса. Древостой ослабленный, возобновление деревьев и кустарников очень слабое, состояние подлеска угнетенное. По видовому составу наиболее богатыми оказались семейства *Rosaceae* – 5 видов и *Asteraceae* – 3. По сравнению с менее подверженными рекреации сообществами возросло процентное содержание видов синантропных растений, в частности *Urtica dioica* и *Plantago major*.

Таким образом, рекреационная нагрузка на территорию, занятую исследованными растительными сообществами, вызывает закономерное снижение общего видового многообразия и видовой представленности растений различных семейств, а также влияет на состояние древостоя и подлеска, препятствуя нормальному развитию сообщества.

Методами фитоиндикации по видовому составу растений-индикаторов было установлено, что почвы, занятые исследованными сообществами, богаты питательными веществами, о чем свидетельствует высокий процент присутствия и нормальная жизненность таких индикаторных видов, как *Acer platanoides*, *Euonymus verrucosa*, *Fragaria vesca*, *Convallaria majalis*. Большая часть встреченных на пробных площадях растений была отнесена к мезофитам, растущим при средних показателях влажности почвы. Обнаружены растения-

индикаторы умеренного присутствия в почве ионов кальция: *Stellaria media*, *Quercus robur*, *Lathyrus vernus*. Реакция почвенной среды исследованных растительных сообществ близка к слабокислой или околонеутральной.

Богатство почвы, умеренное увлажнение, присутствие ионов кальция, слабая кислотность почвы являются благоприятными экологическими факторами для развития широколиственных лесов и широколиственного травяного покрова. О сукцессионных процессах, идущих в исследованных сообществах смешанного типа, свидетельствует присутствие в списках видового многообразия фитоценозов пород деревьев и видов травянистых растений неморальной эколого-ценотической группы. Однако, ход нормальной сукцессии на территориях, испытывающих значительную степень антропогенной нагрузки, может быть замедлен и нарушен.

### Литература

Горшкова Т. А. Учебно-методическое пособие для проведения летней полевой практики по ботанике и геоботанике (для студентов специальностей «Биоэкология» и «Экология»). Обнинск: ИАТЭ, 2006. 76 с.

Егорова Е. И., Сынзыныс Б. И. Биотестирование объектов окружающей среды: Лабораторный практикум по курсу «Биотестирование» (для студентов специальности 013100). Обнинск: ИАТЭ, 1997. 88 с.

Летние школьные практики по биологии. Методическое пособие. / Сост. А. Б. Шипунов. / Под ред. П. Ю. Жмылева. М.: МЦНМО, 1998. 200 с.

Учебно-полевая практика по ботанике: Пособие для студентов-заочников биологических факультетов педагогических институтов / Под ред. М. М. Старостенковой. М.: Просвещение, 1977. 190 с.

Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т. Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2005. 416 с. («*Gaudeamus*»).

## ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ВЕТЛУЖСКОГО БАССЕЙНА

**В. А. Беляев, А. М. Прокашев**

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
geo@vshu.kirov.ru; zem-kirov@mail.ru*

В настоящее время происходит антропогенное изменение природной среды, обусловленное активной хозяйственной деятельностью человека. Но воздействие на окружающий мир в разные временные периоды неодинаково. В качестве примера динамики данного процесса может служить часть территории Кировской области.

Цель работы заключается: во-первых, в пространственно-временном анализе динамики ландшафтов Ветлужского бассейна; во-вторых, в оценке и прогнозе антропогенного воздействия на компоненты природной среды с использованием современных компьютерных технологий.

В процессе реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

– сбор картографического материала территории верховья Ветлужского бассейна за период с 1960–1990 гг. 20 века;

- оценка степени пространственной дифференциации ландшафтов в сравниваемые периоды;
- выявление степени естественного и антропогенного изменения ландшафтов;
- прогноз динамики изменения ландшафтов в будущем.

Объектом исследования был выбран водораздельный, возвышенно-равнинный участок местности с южнотаежными темнохвойными и мелколиственными лесами на подзолистых и дерново-подзолистых суглинисто-глинистых почвах, чередующихся с техногенными ландшафтами. Данный участок расположен в верховьях рек Какша и Паозер – крупных левых притоков верхнего течения р. Ветлуга.

За основу взята дешифрованная аэрофотосъемка местности, выполненная в 1965 г., в системе координат 1942 г. и дешифрованная аэрофотосъемка с высотным обоснованием, выполненная в 1990 г., в системе координат 1963 г. Следовательно, временной интервал составляет двадцать пять лет.

Площадь исследуемого участка местности составляет 400 га. В 1965 г. на данной территории, в западной и южной его частях, произрастали темнохвойные (ель) и лиственные (береза, осина) леса (рис. 1). В восточной и северной частях чередуются техногенные ландшафты (сельскохозяйственные, селитебные). В 1990 г. на исследуемом участке местности, в западной и южной частях, произрастали темнохвойные (ель) и мелколиственные (береза, осина) леса (рис. 2). Происходит увеличение данных участков (ориентировочно на 2.2 га, или на 0.55%), связанное с зарастанием открытых пространств местности мелколиственными лесами. В восточной и северной частях, чередуются техногенные ландшафты (сельскохозяйственные).

Происходит уменьшение данных участков, связанное с зарастанием сельскохозяйственных угодий мелколиственными лесами. Прекратил существование населенный пункт (7.6 га, или на 1.9%).

В западной и центральной частях исследуемого участка местности происходят процессы естественного изменения ландшафтов, связанные с зарастанием открытых участков местности мелколиственными лесами. В южной и северной частях прослеживается явное техногенное воздействие на естественные урочища – в широтном направлении проложены высоковольтные линии электропередач, с полосой отвода 50 и 20 метров (ориентировочно 1.4 га, или на 0.35%). Естественное и антропогенное изменения ландшафтов на исследуемом участке местности происходят с преобладанием первого. Уменьшение антропогенного воздействия связано, прежде всего, с исчезновением населенного пункта (д. Садовая), расположенного в данной местности.

В будущем динамика антропогенного воздействия на компоненты природной среды будет продолжать уменьшаться, так как прекращено сельскохозяйственное использование рассматриваемого участка, в результате чего происходит активное зарастание открытых пространств мелколиственными лесами. Подобные тенденции характерны для многих районов Кировской области.

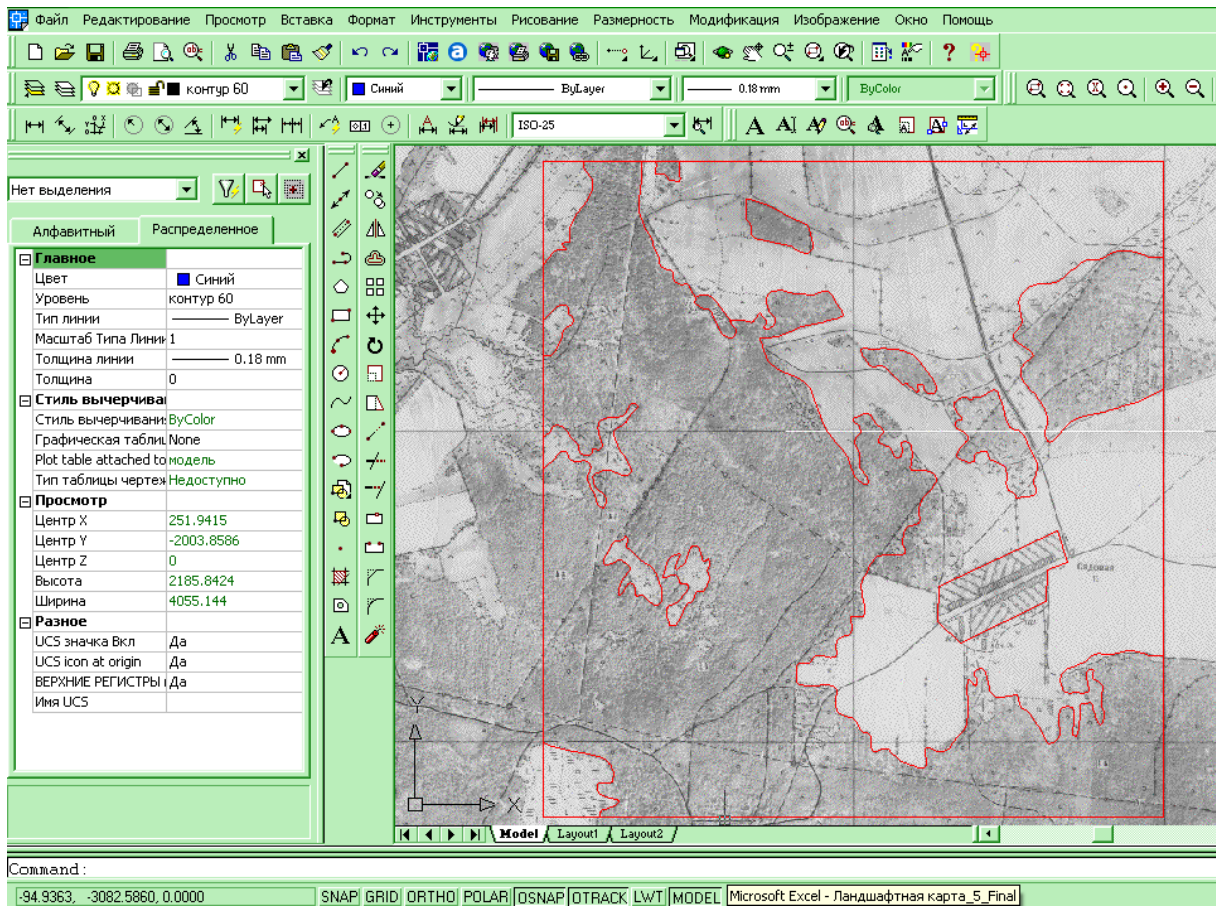


Рис. 1. Дешифрованная аэрофотосъемка местности 1965 г.

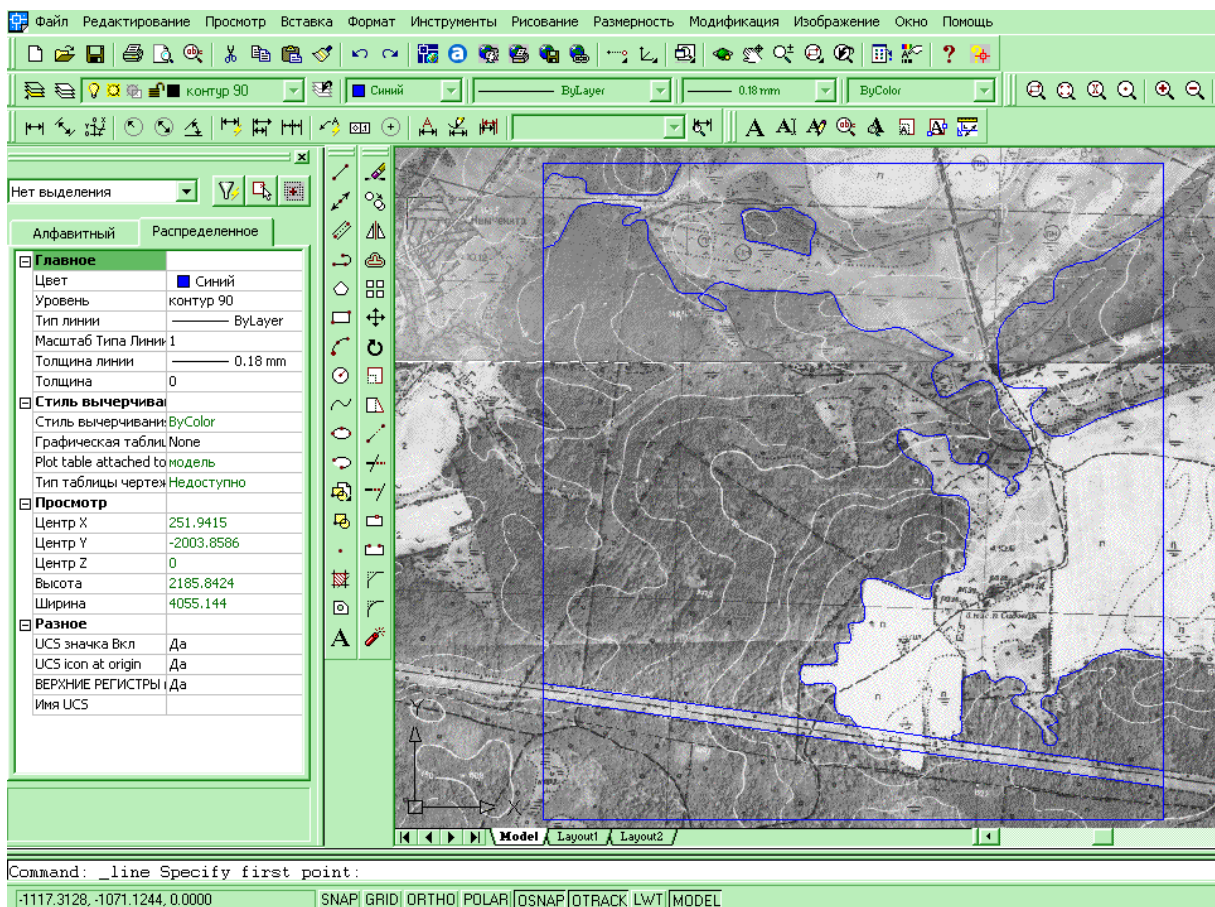


Рис. 2. Дешифрованная аэрофотосъемка местности 1990 г.



С точки зрения структуры современных угодий соотношение пашни, луга и леса в Шабалинском районе составляет примерно 1:0,24:6,4 (1:0,22:3,59 – в Кировской области), данная тенденция благоприятно сказывается на улучшении экологических условий, так как лесные угодья являются стабилизаторами природной среды. Но с экономической точки зрения отмеченная тенденция имеет и негативные моменты. На исследуемом участке произошло занятие сельскохозяйственных угодий лесными массивами на площади 2,2 га. На данный момент средняя рыночная стоимость одного кубометра деловой хвойной древесины в делянке в Шабалинском районе составляет 1500 руб. за куб. м. Учитывая, что время восстановления хвойного леса около 200 лет и средний объем деловой древесины, получаемый с 1 га, равен 200 куб.м. Следовательно, экономическая выгода от продукции с данного участка составляет 0,66 млн. руб. Средняя рыночная стоимость 1 кг пшеницы в Шабалинском районе составляет 7 руб. кг., а средняя урожайность равна 12 ц/га. Следовательно, экономическая выгода данного участка составляет 3,696 млн. руб. В данной ситуации сельскохозяйственное использование исследуемого участка в 6 раз выгодней, чем его лесохозяйственное освоение. Происходит нерациональное использование природного потенциала территории, что негативно влияет на экономическое благополучие района.

## ИЗУЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АЗИДА НАТРИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

*Л. Б. Попов<sup>1</sup>, Л. И. Домрачева<sup>2</sup>, Л. В. Кондакова<sup>3</sup>,  
А. Л. Ковина<sup>2</sup>, П. Г. Распутин<sup>4</sup>, Д. А. Ковин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, ecolab@vshu.kirov.ru*

<sup>2</sup>*Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

<sup>3</sup>*Вятский государственный гуманитарный университет*

<sup>4</sup>*Вятская государственная медицинская академия*

Азид натрия ( $\text{Na-N}=\text{N}^+=\text{N}^-$ ) – соединение, чуть менее токсичное, чем цианистый калий. Обладает мутагенным эффектом для бактерий и млекопитающих. Может взрываться при температуре выше температуры плавления (Багал, 1975). В сухом виде используется при производстве взрывчатых веществ. Для решения проблемы конверсии данного вещества в мирное время пытаются отыскать реальные пути его утилизации, безопасные для окружающей среды. Так, в конце 90-х годов прошлого века 0,1% раствор азиды натрия начали использовать в медицинской и ветеринарной практике для консервации биообъектов вместо высокотоксичного формалина. В последние годы возникла идея дезинфекции газонов и других городских территорий с помощью азиды натрия против яиц гельминтов, распространяемых с экскрементами домашних и бродячих плотоядных (Ашихмин и др., 2007). Среди них наибольшую опасность представляет токсокароз, который зарегистрирован у 25% собак и у 14% поголовья пушных зверей. В результате заражаются люди. В Кировской области,

как и в целом по стране, отмечается ярко выраженная тенденция к росту выявления токсокароза (Жданова, 2007).

Однако применению данного препарата в качестве дезинфеканта в определенной концентрации должна предшествовать его оценка для безопасности окружающей среды.

Цель нашей работы – изучить влияние азид натрия на высшие растения и почвенную микрофлору в городских условиях.

Опыт был проведён на микроделянках площадью 1 м<sup>2</sup>, выделенных на типичном уличном газоне. На подготовленные обычным способом участки высевали смесь газонных трав «SPORT», состоящую из овсяницы красной (40%), мятлика лугового (30%), райграса пастбищного (25%) и овсяницы овечьей (5%). Через 3 недели после посева, когда высота всходов достигла 10 см, провели опрыскивание опытных деленок 0,1% раствором азид натрия. Спустя несколько часов после обработки наблюдался сильнейший гербицидный эффект данного препарата. Растения повяли, происходило сильное закручивание листьев, через несколько дней наблюдалось полное усыхание и отмирание надземной части. Через 2 недели газонная трава частично отросла, хотя площадь покрытия почвы в этом варианте даже к моменту снятия опыта (через 2 месяца) не превышала 50%, а урожай сухой массы надземной части и корней был существенно ниже, чем в контроле (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние азид натрия на состояние газонной травы**

Вариант	Сухая масса, г/м <sup>2</sup>	
	надземной части	корней
Контроль	470.0	210.0
Азид натрия	247.5	115.0

Противоположный эффект оказал азид натрия на численность различных физиологических групп микроорганизмов, определённую путём посева на элективные питательные среды (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние азид натрия на численность почвенной микрофлоры (КОЕ/г)**

Вариант	Аммонификаторы, x10 <sup>5</sup>	Олигонитрофилы, x10 <sup>4</sup>	Грибы, x10 <sup>3</sup>	Биогенность почвы, x10 <sup>5</sup>
Контроль	13.8±0.55	4.8±0.22	26.5±4.70	1.39
Азид натрия	36.7±1.10	49.8±1.33	40.0±1.50	4.21

Как видно из табл. 2, под влиянием азид натрия происходит стимуляция размножения всех исследованных групп микроорганизмов, следовательно, общей биогенности почвы, под которой в данном случае понимается суммарная численность микроорганизмов. Скорее всего, наблюдаемый стимулирующий эффект обусловлен не прямым действием азид натрия, а опосредован через поступление в почву мортмассы погибших растений после опрыскивания газона. Вероятно, увеличение запасов доступного органического вещества и стимулировало деятельность микроорганизмов, в первую очередь, бактерий – аммонификаторов и грибов, обладающих гидролитическими ферментами, что

привело к накоплению в почве минеральных форм азота, и последующему активному размножению олигонитрофилов.

Азид натрия оказал влияние и на такие показатели грибных популяций, как длина мицелия и соотношение в структуре популяций микромицетов с окрашенным (меланизированным) и бесцветным мицелием (табл. 3).

Таблица 3

**Действие азид натрия на структуру популяций микромицетов**

Вариант	Длина мицелия, м/г	Мицелий (%)	
		окрашенный	бесцветный
Контроль	45.8±3.5	51.1	48.9
Азид натрия	59.8±3.8	74.9	25.1

Особенно показателен факт резкого возрастания в структуре микромицетов меланизированных форм, что в современной научной литературе однозначно трактуется как показатель загрязнения среды, накопления в ней поллютантов различной химической природы. В частности, мы отмечали данное явление при попадании в почву избыточного количества свинца, мышьяка, метилфосфоновой кислоты (Domracheva et al., 2006). Поэтому показатель явного доминирования меланинсодержащих грибов можно считать убедительным биоиндикационным признаком при мониторинге антропогенно загрязненных территорий.

При исследовании фототрофного микробного комплекса, включающего водоросли и цианобактерии, было установлено возрастание видового обилия и численности клеток микрофототрофов под влиянием азид натрия (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние азид натрия на фототрофный микробный комплекс почвы**

Вариант	Численность клеток, млн./г	Количество видов
Контроль	3.30±0.12	5
Азид натрия	4.14±0.20	14

Возможными причинами низкого видового обилия активной альгофлоры и пониженной популяционной плотности фототрофов в контроле могут быть: густой покров высших растений, истощение питательных веществ в конце вегетационного сезона. Тогда как в опытном варианте были значительные площади, свободные от высших растений, что способствовало размножению водорослей и цианобактерий. Среди доминирующих форм в опытном варианте отмечены представители безгетероцистных цианобактерий р. *Phormidium*: *Ph. formosum*, *Ph. autumnale*. Представители этого рода выявлялись нами ранее как доминанты при других видах загрязнения почвы.

Таким образом, исходя из результатов микроделяночного опыта, проведенного в городе, применение азид натрия нельзя считать безопасным для флоры высших растений. Стимуляция размножения меланинсодержащих грибов убедительно указывает на повышение уровня загрязнения почвы. Выделяется группа безгетероцистных цианобактерий, которые можно рассматривать как перспективные агенты биоремедиации почв.

### Литература

Ашихмин С. П., Жданова О. Б., Распутин П. Г., Мартусевич А. К. Применение азидата натрия для борьбы с токсокарозом // Естествознание и гуманизм. Сб. науч. трудов. Т. 4, № 2. Томск, 2007. С. 44.

Багал Л. И. Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ. М., 1975. С. 154–158.

Жданова О. Б. Паразитозы плотоядных (патогенез, иммуноморфология и диагностика: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 2007. 42 с.

Domracheva L. I., Dabakh E. V., Kondakova L. V., Varaksina A. I. Algal-micological complexes in soils upon their chemical pollution // Eurasian Soil Science 2006. V. 39. P. 91–97.

## ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ВОСТОЧНЫЕ РАЙОНЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*В. А. Беляев, А. М. Прокашев*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
geo@vshu.kirov.ru; zem-kirov@mail.ru*

В настоящее время природная среда в районе рассматриваемого участка, расположенного в северной части Чепецко-Кильмезского междуречья, испытывает мощное комплексное антропогенное воздействие. На данной территории расположены крупные населенные пункты (г. Киров, г. Зуевка, п. Фаленки) с развитой промышленной базой и ведется активное сельскохозяйственное производство. Самая высокая интенсивность антропогенной нагрузки приходится на г. Киров и его окрестности. По мере удаления от города на восток, вдоль трассы газопровода, интенсивность техногенной нагрузки на природные ландшафты снижается, до наиболее низкой в Фаленском районе. Характерно, что районам с наиболее высоким уровнем интенсивности антропогенного воздействия свойственны наиболее высокие уровни воздействия от промышленных предприятий, образования отходов, транспорта, сельскохозяйственного производства, с низким, в целом, уровнем воздействия лесозэксплуатации, и наиболее высоким уровнем воздействия от рекреации.

Антропогенные воздействия проявляются как в форме прямого влияния (изъятие земельных участков, вырубка леса, водозабор и т. д.), так и в виде косвенных факторов воздействия (загрязнение). Самыми масштабными очагами поражения исходных природных комплексов выступают: карьеры, железные и автомобильные дороги, населенные пункты. Сильное воздействие на природу оказывают лесное и сельское хозяйство.

Глубокие изменения морфологического облика ландшафтов связаны с разработкой карьеров. Происходит полное уничтожение биоценозов и преобразование рельефа и почвенно-гидрологических условий. После окончания разработки карьеров, самовосстановление почвенно-растительного покрова почти невозможно без проведения рекультивационных работ.

Среди линейных объектов существенное воздействие на природную среду наблюдается в районах расположения транспортных магистралей (железных

дороги, автодороги, газопровод). Их строительство вызвало коренное нарушение исходных природных комплексов с полным сведением растительного покрова и погребением почв под насыпными грунтами, а эксплуатация сопровождается дополнительным негативным химическим и шумовым воздействием на окружающие территории.

В настоящий момент времени железные дороги и автодороги являются устойчивыми инженерными сооружениями, которые не оказывают существенного механического влияния на смежные природные комплексы, за исключением засорения придорожных территорий случайным бытовым мусором и отходами, брошенными после ремонта ненужными деталями автомобилей (покрышки и т.п.). На отдельных участках местности отмечается разрушение дернины и почв ходовыми агрегатами обслуживающего транспорта, захламление порубочными остатками транспортного коридора и русел рек.

Населенные пункты, особенно города, также полностью разрушают исходные природные комплексы. В городском ландшафте объединяются отрасли косвенного природопользования – обрабатывающая промышленность, теплоэнергетика, транспорт, бытовая деятельность населения, – использующие природу как пространственный базис и место складирования или выброса отходов. Вместе с тем, поддерживается определенное соотношение застроенных и заасфальтированных участков с элементами природного ландшафта (парки, скверы, газоны, водные объекты и т. п.).

В окрестностях современных населенных пунктов все более типичными становятся рекреационные ландшафты. Для них характерно вытаптывание отдыхающими растительности нижних ярусов, которое ведет к изреживанию травянистого покрова, исчезновению подстилки и потенциально провоцирует эрозионные процессы.

В сельскохозяйственном использовании территории выделяют две группы земель – обрабатываемые, связанные главным образом с растениеводством, и необрабатываемые (лугово-пастбищные), связанные с животноводством. Обрабатываемые (пахотные) земли, занимаемые полевыми культурами, огородами, многолетними насаждениями и т. п. представляют собой сильно трансформированные агроландшафты, занимающие обширные территории. Необрабатываемые земли используются для заготовки кормов и под выпас скота.

В естественных кормовых (лугово-пастбищных) угодьях сосредоточена подавляющая часть сохранившейся дикой флоры, основной генофонд растительности; велико и их хозяйственное значение. Растительность сенокосно-пастбищных земель при рациональном ее использовании не только ценный природный ресурс, но и важнейший элемент природной среды, выполняющий стабилизирующую функцию в ландшафте. Однако в хозяйственной практике сенокосы и пастбища считаются сельскохозяйственными угодьями худшего качества, вследствие чего за их счет идет расширение пашни и отвод земель для не сельскохозяйственных нужд (в промышленную и жилую застройку, транспортные коммуникации и т. п.).

Таким образом, в зонах непосредственного воздействия коренную трансформацию испытывают все компоненты природы, и фактически возникает но-

вый самостоятельный класс антропогенных ландшафтов, аналоги которых в природной среде отсутствуют. Идет активное обезлесивание и утрата травяно-мохово-лишайникового и кустарникового покрова. Часто фиксируются участки локального проявления экологического кризиса растительных сообществ. В целом, на нарушенные земли приходится до 20% исследуемой территории.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОДОЕМОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. СЫКТЫВКАРА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)**

*А. А. Боос<sup>1</sup>, Е. Н. Патова<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Сыктывкарский государственный университет,*

*<sup>2</sup>Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, patova@ib.komisc.ru*

Водоемы, расположенные на территории больших и малых городов, испытывают значительные антропогенные нагрузки, которые связаны с хозяйственной деятельностью человека и использованием их в рекреационных целях. Спектр загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты, широк и включает легкоокисляемые органические соединения, нефтепродукты, ПАВ, тяжелые металлы и другие поллютанты, которые могут оказывать негативное воздействие на водную биоту и здоровье людей. В связи с этим изучение рекреационных водоемов является важным компонентом экологической оценки состояния урбанизированных территорий. К настоящему времени сведения о состоянии рекреационных водоемов окрестностей города Сыктывкара малочисленны (Гецен и др., 1972; Как живешь Сыктывкар..., 1990). В связи с ухудшением экологической ситуации и увеличением интенсивности нагрузки на водоемы необходимо проведение дополнительных исследований.

Целью данной работы было изучение экологического состояния пяти рекреационных водоемов в окрестностях г. Сыктывкара с использованием гидрохимических показателей.

Отбор гидрохимических проб проведен 13 июля 2007 г. (в период летней межени). Обследовано пять водоемов, расположенных в окрестностях г. Сыктывкара. Это озера: Еля-ты, Карьерное (название условное), Вымь и два затона: Сплавной и Выльты. С помощью карманного водонепроницаемого измерителя марки HI 98129 (производства Hanna Instruments) были получены данные о pH, электропроводности, температуре, солености воды. По общепринятым методам осуществлен отбор проб воды на гидрохимический анализ, нефтепродукты, бенз(а)пирен, тяжелые металлы. Гидрохимический анализ проведен в аккредитованной лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Экоаналит».

Все исследуемые водные объекты относятся к водному бассейну р. Сысолы. Озера Еля-ты, затон Выльты, затон Сплавной и озеро Вымь природного происхождения и в период паводка имеют сообщение с рекой. Озеро Карьерное имеет техногенное происхождение, но также в период большой воды сообщается с рекой. Все озера используются в рекреационных и хозяйственных целях: купание, отдых, рыбалка, мойка автотранспорта, выпас скота. Озеро Вымь находится в зоне приземления самолетов.

Озеро Еля-ты – пойменный водоем, длиной более 1.5 км, шириной 0.6–0.7 км. Дно песчано-илистое. Берега крутые, залесенные – осина, сосна, ольха, береза. Среди водных макрофитов отмечены осоки, кубышка, элодея, хвощ, наумбургия, стрелолист, водокрас, вех, ряска. На берегу идет строительство коттеджного поселка «Сосновый берег». Воду озера используют для хозяйственно-питьевых нужд.

Озеро Карьерное образовалось на месте песчаного карьера. Оно имеет пологие берега, дно песчаное, 1 км в длину и 0.5 км в ширину. Водные макрофиты представлены стрелолистом, элодеей, хвощом, ситником, водокрасом, рдестом, ожикой, горцем.

Затон Выльты – старица длиной 5 км, 0.3–0.7 км шириной, имеет постоянное сообщение с рекой, дно песчаное с илистым налетом, берега пологие, местами заболочены. Среди водных и прибрежноводных макрофитов повсеместно встречаются осока, наумбургия, вейник, рдест, стрелолист, ива, злаки. На правом берегу затона расположен речной порт с законсервированными судами и баржами.

Затон Сплавной – старица длиной 3 км, 0.2–0.4 км шириной, имеет обрывистые и пологие берега, дно песчаное. Среди водных и прибрежноводных растений широко распространены осоки, стрелолист, хвощ, рдест, частуха, ежеголовник, мята, ива. На берегу водоема расположены две железные баржи.

Озеро Вымь – пойменный водоем вытянутой формы длиной более 3 км, шириной 0.3–0.4 км, с пологими берегами и глинисто-песчаным дном. Среди водных и прибрежноводных макрофитов можно выделить осоки, стрелолист, ежеголовник, элодею, рдест и хвощи.

В период исследований температура воды в водоемах находилась в диапазоне 27.8–30 °С. Кислотность среды соответствовала санитарно-гигиеническим нормам в озерах Еля-ты (рН 7.45), Выльты (8.0), Затон Сплавной (7.4) и Вымь (7.5) и превышала ПДК<sub>в</sub> в озере Карьерное (рН 9.4). Для озер характерна не большая минерализация, о чем свидетельствует не высокая электропроводность: Еля-ты (119 µS), Карьерное (66), Выльты (73), Затон Сплавной (66) и Вымь (46). Все водоемы по показателю солености относятся к пресным (22–59 ppm). Цветность 76–122 ° свидетельствует об относительно высоком содержании органических веществ в водоемах, на что указывают и значения ХПК, которые составили 44–61 (О мг/дм<sup>3</sup>). По преобладающим ионам воды озер относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция. В воде доминируют гидрокарбонатные ионы в количестве 35–56.9 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация хлоридов варьировала в пределах 0.66–6.67, сульфатов от 0.06 до 7.1. Из катионов доминирует кальций 10.6–18.6 (в мг/дм<sup>3</sup>), остальных ионов меньше: магния 2.3–4.2, натрия 1.15–4.2 и калия 0.051–1.16. Максимальные концентрации большинства изученных ионов отмечены в озере Еля-ты. Содержание соединений биогенных элементов относительно невысокое и составило для исследованных водоемов (мг/дм<sup>3</sup>): минерального фосфора 0.004–0.023, аммонийного азота 0–0.051, кремния 0.74–3.6. Концентрации железа составили 0.59–1.68 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает допустимые нормы ПДК<sub>в</sub> в 2–4 раза. Это связано не только с антропогенными нагрузками на водоем, но и природно-климатическими особенностями региона

исследования. Концентрации микроэлементов в воде озер (медь, алюминий, марганец, цинк, свинец, никель, хром, кадмий, кобальт, стронций) не превышают предельно допустимых санитарно-токсикологических норм (ПДКв), мышьяк не был обнаружен. Содержание нефтепродуктов варьировало от 0,036 до 0,45 мг/дм<sup>3</sup>. Бенз(а)пирен обнаружен только в двух водоемах в озере Еля-ты и озере Карьерное 1.2 и 1.1 нг/дм<sup>3</sup> соответственно, что ниже предельно допустимых значений.

Таким образом, гидрохимический состав исследованных водоемов по большинству основных показателей соответствует санитарно-токсикологическим нормам, предъявляемым к водоемам культурно-бытового назначения. Наши исследования носят рекогносцировочный характер и будут продолжены, планируется также привлечение биоиндикационных методов к оценке состояния данных водоемов.

### Литература

Природа Сыктывкара и окрестностей / Под ред. Гецен М. В. Коми книжное изд-во: Сыктывкар, 1972. 170 с.

Как живешь, Сыктывкар? / Под ред. Гецен М. В., Братцева А. П. Коми книжное изд-во: Сыктывкар, 1990. 160 с.

## ИСТОРИКО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ОБЛАСТИ ВОЙСКА ДОНСКОГО)

*Д. Ю. Шишкина*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, diana@rsu.ru*

Современное экологическое состояние различных регионов отражает длительный процесс взаимодействия человека и природы на этой территории. Именно поэтому выявление временных аспектов формирования экологической ситуации представляется весьма актуальным. Изучение экологических ситуаций прошлого, которое можно определить как историко-геоэкологический анализ, включает исследование динамики природных условий, этапов заселения и освоения территории, становления и развития территориальных систем природопользования, влияния этнокультурных особенностей населения на его хозяйственную деятельность. Цель историко-геоэкологического анализа – определение комплекса экологических проблем, присущих конкретным типам и этапам природопользования, установление их территориальных сочетаний и степени остроты и, в итоге – выявление исторической динамики региональной экологической ситуации и тенденций ее развития.

В качестве объекта исследований выбрана Область Войска Донского (ОВД) – административно-территориальная единица Российской Империи, которая в силу ее особого статуса казачьей области отличалась от прочих регионов страны. Временные рамки исследований охватывают период с середины XVI в. (время появления первых казачьих городков на Дону – до 1917 г.).



Центральное место в системе историко-геоэкологического анализа занимает изучение природопользования, поскольку взаимодействие общества и природы реализуется, главным образом, в этом процессе. Изучение эволюции природопользования строится на его периодизации, в основу которой положен ряд критериев: социально-политические условия, система расселения, уровень развития отдельных отраслей хозяйства, этнические и сословные особенности населения, характер экологических проблем. С учетом этих критериев в истории донского природопользования были выделены следующие этапы (Шишкина, 2005): военно-колониционный и промысловый (середина XVI – 90-е гг. XVII в.); промыслово-животноводческий (до 70-х гг. XVIII в.); земледельческо-животноводческий (до 60-х гг. XIX в.); товарно-земледельческий (до 1917 г.).

Войско Донское длительное время было независимо от России и лишь в 1671 г. утратило свой суверенитет и вошло в состав Российского государства. В это время природопользование играло вспомогательную роль в системе жизнеобеспечения казачества, так как основными источниками существования являлись военная добыча и царское жалованье. Развитие получили промысловые формы природопользования: рыбная ловля, охота, бортничество, сбор дикорастущих плодов и ягод. Зарождение животноводства связано с военными походами казаков, из которых они часто возвращались с добычей – табунами лошадей и гуртами скота. В последней трети XVII в. на севере Донской земли начинает распространяться хлебопашество. Опасаясь, что это занятие отвлечет казаков от их воинских обязанностей, войсковые власти ввели запрет на земледелие.

Выделение следующего этапа в эволюции природопользования связано с резким изменением социально-политической обстановки. В начале XVIII в., после взятия Азова Петром I, Войско Донское окончательно утратило свою независимость, сохранив лишь некоторые особенности в управлении и укладе внутренней жизни населения. Казакам было запрещено вести самостоятельные военные действия против враждебной Турции. Лишившись военной добычи, казаки вынуждены были перейти к мирной хозяйственной деятельности. Основным занятием населения стало животноводство; в нижнедонских станицах процветали такие отрасли, как виноградарство, рыбная ловля и добыча соли в Манычских озерах; на Верхнем Дону распространилось земледелие.

На протяжении третьего этапа освоение Донской земли шло более быстрыми темпами, что объясняется ликвидацией исходившей от Турции военной угрозы. Земледелие развивается на всей территории, а особенно в Приазовье, где земли принадлежат, в основном, помещикам. Главной отраслью хозяйства, по-прежнему, остается животноводство. Охота утратила прежнее значение ввиду сокращения численности промысловых животных. В конце XVIII были обнаружены залежи каменного угля и началась их разработка.

Особенности заключительного этапа природопользования связаны, прежде всего, с разрушением войсковой системы землевладения и землепользования. После отмены в 1868–1870 гг. всех запретов и ограничений на продажу земли резко возрос приток населения и увеличилась площадь пашни. Зерновое земледелие утвердилось в качестве главной отрасли хозяйства ОВД. Бурно развивались добыча угля и железной руды, черная металлургия. В то же время,

уменьшилось значение некоторых традиционных отраслей. Упали уловы рыбы из-за сокращения рыбных ресурсов, а отмена соляного акциза в 1880 г. сделала нерентабельной добычу соли в Маньчских озерах.

Каждому типу природопользования и этапу освоения территории соответствует свой комплекс экологических проблем, поэтому последние рассматриваются в связи с конкретными этапами природопользования и видами хозяйственной деятельности. В течение первого этапа антропогенное воздействие на ландшафты было слабым и локальным. Основным его проявлением следует считать выжигание степной и водно-болотной растительности – распространенный прием военных действий. К середине XVIII в. проявилось истощение лесных ресурсов. Расположенная в степной зоне Область Войска Донского никогда не отличалась большими лесными площадями. Вместе с тем, лес был наиболее востребованным природным ресурсом и во все времена хищнически уничтожался казаками. В конце XVIII в. лесистость области составляла 3%, а к началу XX в. она уменьшилась до 1.6%.

На протяжении земледельческо-животноводческого этапа биотические проблемы обостряются. Продолжается сведение лесов – их площадь к середине XIX в. сократилась до 2.3%. Хищнические методы охоты привели к исчезновению многих промысловых животных, таких как лось, медведь, благородный олень, степной тетерев, фазан и др. Другие виды (колпица, стрепет, дрофа, журавль-красавка, выдра, байбак) резко сократили численность популяций и ареалы обитания. Массовое браконьерство наносило огромный урон рыбным ресурсам.

Рост пашни и посевных площадей в условиях отсутствия каких-либо почвозащитных мероприятий породил целый комплекс экологических проблем, прежде всего, почвенных (Шишкина, 2007). В их перечне первое место занимает ветровая эрозия, наиболее активно развивающаяся на песках надпойменных террас Дона, Северского Донца, Чира, Калитвы. Вследствие пастбищно-земледельческой дефляции площадь песков ежегодно росли на 6–10 тыс. десятин, достигнув к 1919 г. 614 тыс. дес. (около 4% территории ОВД) (Доклад..., 1919).

Овражная эрозия особенно была развита на севере области, а также на западе, в пределах Донецкого кряжа. Протяженность отдельных оврагов достигала 9 верст, а их общая площадь составляла около 3% от площади ОВД.

Примитивная система земледелия привела к уменьшению почвенного плодородия и падению урожайности. В некоторых станицах урожайность зерновых культур в начале XX в. по сравнению с 70–80-ми гг. XIX в. уменьшилась в 2–3 раза. Падение урожайности наряду с сокращением казачьего земельного надела привели к последствиям социально-экономического характера.

Распашка речных бассейнов обусловила увеличение стока наносов, что вызвало заиление малых рек. Огромная масса продуктов смыва отлагались в р. Дон, приводя к заполнению русла и формированию перекатов – к началу XX в. их насчитывалось около 270.

Из-за увеличения площади пашни (в 1913 г. она достигала 36.8%) возросла пастбищная нагрузка, что повлекло за собой деградацию природных кормо-

вых угодий. Как отмечал известный географ, «степи наши испорчены, травы плохи» (Богачев, 1919).

В конце XIX – начале XX в. обострились водные экологические проблемы. Распространенным явлением стало загрязнение рек и верхних горизонтов подземных вод из-за нерационального размещения отходов животноводства. В докладе Войскового отдела землеустройства и земледелия отмечались «недостаток воды в нашем степном крае, зачастую плохое качество ее и антисанитарное состояние, в котором она находится в большинстве существующих колодцев и прудов» (Доклад..., 1919).

Проведенный ретроспективный анализ экологического состояния территории ОВД свидетельствует о неуклонном расширении набора экологических проблем вследствие вовлечения в использование все более широкого комплекса природных ресурсов. Если на начальных этапах освоения выделялись лишь биотические, то к XX в. широко проявились почвенные, водные, геолого-геоморфологические проблемы. Происходили постоянный рост остроты экологических проблем, проявление их социально-экономических последствий, и, в итоге – ухудшение экологической ситуации в ОВД.

Что касается причин обострения экологической ситуации, то одной из них можно считать традиции природопользования казачества. Обилие земельных и биологических ресурсов Дона длительное время обеспечивало успешное развитие казачьего природопользования даже в условиях его экстенсивного характера. Вместе с тем, богатство природных ресурсов привело к появлению представления об их неисчерпаемости, на основе которого у казачества сложилось агрессивно-потребительское отношение к окружающей среде.

Рассматривая природопользование донского казачества, с сожалением приходится констатировать, что казаки нерационально, а подчас и хищнически эксплуатировали природные ресурсы. Несмотря на изменение экологической ситуации, традиции природопользования остались прежними, хищническими, хотя казаки отдавали себе отчет в их последствиях. «Если кто внимательно присматривался к бытовым условиям нашей станичной и хуторской жизни, – писал по поводу уничтожения станичных лесов сотрудник Статистического комитета Области Войска Донского А. Крюков, – тот не мог не поразиться своеобразным цинизмом ограбления природы, ограбления самих себя. И не то, чтобы люди не понимали, что делают преступление против себя, против своего же потомства – нет, они это понимают» (Крюков, 1911).

Общинное казачье землевладение также можно расценить как причину ухудшения экологической ситуации. Его большим недостатком было отсутствие заинтересованности казаков в поддержании и повышении почвенного плодородия. Регулярные переделы общинных пахотных и сенокосных угодий не способствовали бережному отношению к земле и делали бессмысленным проведение почвозащитных мероприятий, поскольку на следующий срок казак мог получить совершенно запущенный участок. В то же время, к земельным участкам, находящимся в личном пользовании, казаки относились как рачительные хозяева.

### Литература

- Богачев В. В. Очерки географии Всевеликого Войска Донского. Новочеркасск, 1919. 550 с.
- Доклад отдела землеустройства и земледелия Большому Войсковому Кругу в февральскую сессию 1919 года. Новочеркасск, 1919. 79 с.
- Крюков А. О станичных лесах Донской области // Сборник областного Войска Донского Статистического комитета. Вып. 10. Новочеркасск, 1911. С. 79–99.
- Шишкина Д. Ю. Эволюция природопользования в Области Войска Донского // Проблемы региональной экологии. 2005. № 2. С. 101–113.
- Шишкина Д. Ю. Эволюция природопользования и изменение экологической ситуации в Области Войска Донского: опыт ретроспективного анализа // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2007. № 2. С. 96–100.

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОРАСТАНИЕ *TAGETES TENUIFOLIA* SAV.

*Г. В. Лобкова, Т. И. Губина*

*Саратовский государственный технический университет*

Интенсивное развитие промышленности и сельского хозяйства, активная эксплуатация автомобильного транспорта приводят к загрязнению биосферы.

Известно, что высшие растения, осуществляя минеральное питание, поглощают большое количество биогенных элементов, токсических веществ, тяжёлых металлов, радионуклидов, способствуя очистке жизненных сред (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

Существует зависимость биологической активности различных растений от состава и количества загрязнителей и времени их воздействия (Серегин, Иванов, 2001). При загрязнении почв тяжелыми металлами у произрастающих на них растений может изменяться скорость роста и созревания, ухудшаться способность к цветению и образованию плодов и семян (Алексеева-Попова, 1983). Данные изменения позволяют оценить степень и характер токсичности загрязнённых химическими веществами сред, что можно использовать для проведения их мониторинга.

Поэтому поиск растений с выраженной на воздействие извне реакцией, проявляющейся за короткое время, является актуальной задачей.

Целью данной работы явилось изучение отклика *Tagetes tenuifolia* Cav. на воздействие тяжелых металлов на стадии прорастания семян.

Этот декоративный вид растений широко используется в озеленении городских улиц и зарекомендовал себя как достаточно устойчивый к антропогенному воздействию. Но часто даже у самых устойчивых видов могут наблюдаться отклонения в развитии под воздействием различных факторов. Выявление подобных нарушений можно использовать в качестве критериев оценки состояния окружающей среды.

В ходе работы семена *Tagetes tenuifolia* Cav. проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Их поливали растворами ацетатов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  в концентрациях 0.06, 0.125, 0.25, 0.5, 1 мг/л. В качестве контроля исполь-

зовалась отстоянная водопроводная вода. Опыт проводился в трёх повторностях, при естественном освещении и температуре 26–28°C. У 7 дневных проростков оценивались процент всхожести семян и длина стеблей и главных корней.

Установлено, что растворы ацетатов тестируемых металлов по-разному влияли на степень прорастания семян. Так, растворы  $Pb(CH_3COO)_2$ ,  $Cu(CH_3COO)_2$  и  $Ni(CH_3COO)_2$  с концентрацией 1 мг/л способствовали прорастанию семян на 30, 40, 50% соответственно; в то же время в растворе  $Co(CH_3COO)_2$  с той же концентрацией проросло 90% семян.

Растворы солей металлов с концентрацией 0.5 мг/л влияли на степень прорастания семян следующим образом: в растворе  $Cu(CH_3COO)_2$  семена не проросли, в  $Ni(CH_3COO)_2$  они проросли на 30%,  $Pb(CH_3COO)_2$  – на 70%, лучший результат отмечен для раствора  $Co(CH_3COO)_2$  – 90%.

Концентрации солей металлов 0.25 и 0.12 мг/л незначительно повлияли на прорастание семян: в  $Pb(CH_3COO)_2$  проросло соответственно 50 и 80%,  $Co(CH_3COO)_2$  – 60 и 70%,  $Ni(CH_3COO)_2$  – 70 и 60%, а в  $Cu(CH_3COO)_2$  – 80 и 70% семян.

При концентрации тестируемых растворов 0.06 мг/л количество проросших семян снизилось и выразилось для ацетатов  $Pb^{2+}$  и  $Co^{2+}$  в 50%,  $Ni^{2+}$  в 60% и  $Cu^{2+}$  в 70%. Во всех опытах в контроле проросло 100% семян.

Таким образом, прослеживается негативное влияние следующих концентраций 1, 0.5 мг/л растворов, кроме  $Co(CH_3COO)_2$ , и концентрации 0.06 мг/л для всех солей металлов.

Далее изучено влияние солей тяжелых металлов вышеперечисленных концентраций на рост стеблей и главного корня.

На рис. 1–4 представлены зависимости длины стеблей от концентрации соответствующих солей металлов. Все они носят немонотонный характер. Для солей  $Cu^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  явное ингибирующее действие проявляют растворы с концентрацией 0.5 мг/л. Для растворов  $Co(CH_3COO)_2$  наибольшее ингибирующее действие оказывает концентрация 0.06 мг/л, а концентрация 1 мг/л способствует росту растения, аналогичному в контроле.

Для  $Pb(CH_3COO)_2$  меньшую ингибирующую активность проявляет концентрация соли 0.12 мг/л.

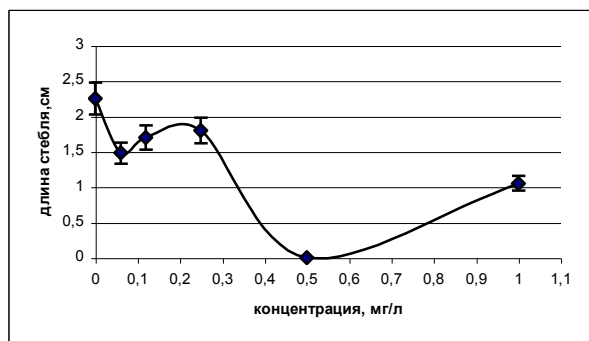


Рис. 1. Зависимость длины стебля от концентрации раствора  $Cu(CH_3COO)_2$

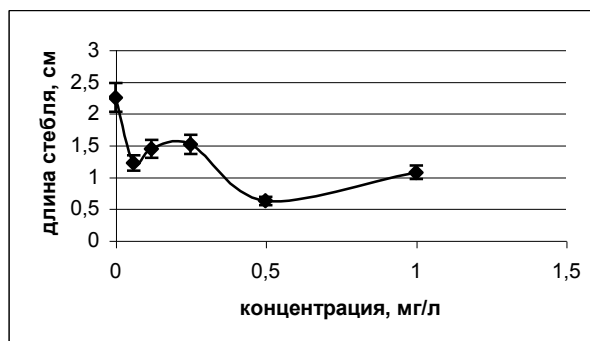


Рис. 2. Зависимость длины стебля от концентрации раствора  $Ni(CH_3COO)_2$

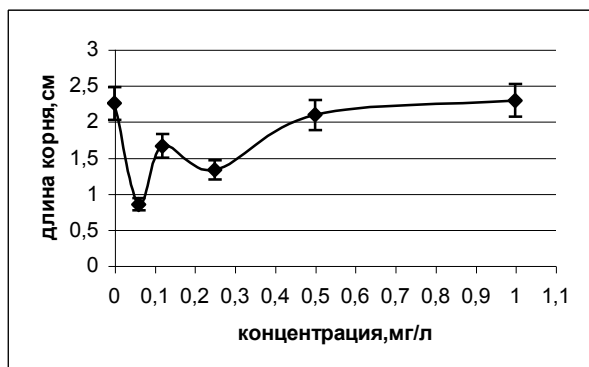


Рис. 3. Зависимость длины стебля от концентрации раствора  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

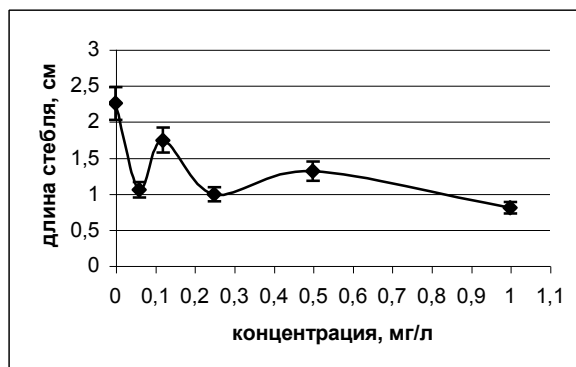


Рис. 4. Зависимость длины стебля от концентрации раствора  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

Аналогичные концентрационные зависимости получены для длин главного корня (рис. 5–8). Все представленные кривые так же имеют немонотонный характер. Для ацетатов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  характерны следующие концентрации, стимулирующие рост корня: для  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  – это 0.12, 0.25 и 1 мг/л; для  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  – это 0.5 и 1 мг/л.

У соли  $\text{Ni}^{2+}$  ингибирующая активность наиболее выражена при концентрации 0.5 мг/л. Для соли  $\text{Pb}^{2+}$  немонотонный характер кривой проявляется только на низких концентрациях до 0.25 мг/л.

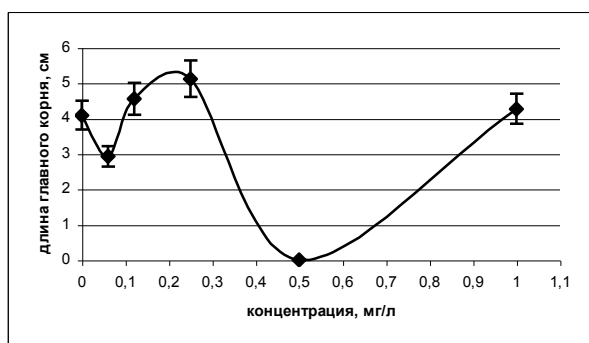


Рис. 5. Зависимость длины главного корня от концентрации раствора  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$



Рис. 6. Зависимость длины главного корня от концентрации раствора  $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

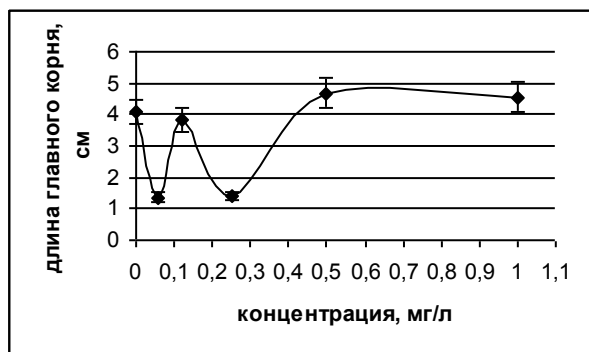


Рис. 7. Зависимость длины главного корня от концентрации раствора  $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

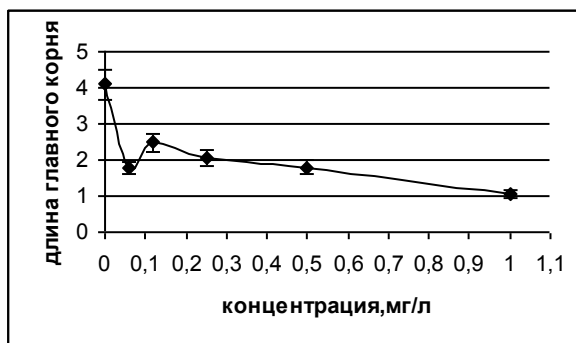


Рис. 8. Зависимость длины главного корня от концентрации раствора  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$

Таким образом, впервые установлен немонотонный характер зависимости роста стебля и корня от концентраций солей меди, никеля и кобальта. Полученные данные требуют дополнительных исследований в установлении механизма проявленного действия. Что касается результатов зависимости степени прорастания семян от концентрации тяжелых металлов, то они могут составить основу биотестирования для установления токсического действия последних.

#### Литература

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. Алексеевой-Поповой Н. В. Л., 1983. 178 с.

Серегин И. В., Иванов В. Б. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. 2001. Т. 48. № 4. С. 606–630.

### ЭКСТРАКЦИОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

*С. Ф. Идрисова*

*Филиал Московского государственного университета технологий  
и управления в г. Мелеуз Республика Башкортостан, tim\_id@mail.ru*

Одним из альтернативных методов очистки эфиро-воды производства бутилацетата является экстракция. Экстрагент подбирался исходя из следующего: а) поскольку содержание органических примесей в очищенной воде не должно быть более 0,1% (масс), растворимость экстрагента в воде должна быть менее 0,1% (масс); б) экстрагент должен легко регенерироваться, то есть: иметь температуру кипения существенно ниже, чем тройной азеотроп вода-бутанол-бутилацетат, или, наоборот, значительно выше, чем температура кипения самого труднокипящего компонента в системе, то есть бутилацетата; в) экстрагент должен выпускаться в России в промышленных масштабах и не являться дефицитным продуктом. На основе анализа литературных данных по растворимости (Справочник по растворимости. Изд-во АН СССР. М-Л. 1963; J. Wisniar etc Liquid-liquid equilibrium and extraction. Elsevier, 1975), парожидкостном равновесии (Коган В. В., Фридман В. М., Кафаров В. В.) Равновесие между жидкостью и паром. М-Л, Наука 1966; Людомирская Г. С. и др. Равновесие жидкость-жидкость. Л. Химия 1987) и данных о наличии азеотропа (Огородников С. К. и др.). Азеотропные смеси. Справочник. Л. Химия. 1971) для веществ, входящих в состав эфиро-воды, выбрано несколько органических веществ, удовлетворяющих первым двум требованиям, а именно: изопропилбензол (кумол), анизол, пропилбензол, бутилбензол,  $\beta$ -пинен, тимен. Однако, в настоящее время в России в промышленном масштабе выпускается только изопропилбензол (кумол).

Регенерация кумола из экстракта производится с помощью ректификационной колонны, в среднюю часть которой подается экстракт, отбираемый из верхней части экстрактора. В соответствии с материальным балансом процесса экстракции, расход экстракта подаваемого в регенерационную колонну равен

298.4 кг/ч. Концентрация регенерируемого кумола, отбираемого из нижней части колонны, равна 99.95% (масс). Концентрация кумола в дистилляте – не более 0.5% (масс).

Паро- жидкостное равновесие многокомпонентной смеси, подвергаемой регенерации, списывалось по данным о парожидкостном равновесии бинарных смесей компонентов. В свою очередь, паро-жидкостные равновесия бинарных смесей описывались моделью Вильсона, кроме 2-х систем: бутанол- кумол и бутилацетат- кумол. Парожидкостные равновесия для этих систем описывались как идеальные. Целью проводимых расчетов являлось определение высоты колонны, высоты ввода питания, величины флегмового числа и доли отбора дистиллята.

Проведенные расчеты показали, что для получения вышеуказанных концентраций кумола в дистилляте и кубе колонны необходима колонна эффективностью 30 теоретических тарелок, работающая при флегмовом числе равном 3. Расход дистиллята в этом случае необходимо поддерживать равным 98.8 кг/час, а ввод питания производить в середину колонны.

Исходя из значений расхода дистиллята и величины флегмового числа, была рассчитана предельная скорость паров в колонне. Расчет проводился по формуле (1), для колец Рашига размером 15x15 мм. Для колец этого размера удельная поверхность равна  $330 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , свободный объем –  $0,79 \text{ м}^2/\text{м}^3$ .

$$h\alpha = 5,2 * 4V/a ( 4w_p\pi / a\pi)(G/L)^{0,35} (\rho_{ж}/ \rho_{п})^{0,2}(lq(L/m*G)/(1-m*G/L)) \quad (1)$$

Для этих условий, предельная скорость паров в колонне  $w_{пр}$  равна 1,83 м/с. Рабочая скорость паров в колонне  $w_p$  принималась равной 0,8  $w_{пр}$ , то есть 1,46 м/с. Далее диаметр колонны рассчитывался по формуле:

$$D_k = \sqrt{4V / \pi w_p} \quad (2)$$

где:  $D_k$  – диаметр колонны, м

$V$  – паровой поток в колонне,  $\text{м}^3/\text{с}$

Паровой поток в колонне определялся по формуле:

$$V = Gd * ( R + 1) \quad (3)$$

где  $Gd$  – расход дистиллята, кг/с

$R$  – флегмовое число, моль/моль

Рассчитанный по формуле (2) диаметр колонны равен 0,2 метра.

При использовании в качестве насадки колец Рашига размером 15\*15, для регенерации кумола необходима колонна высотой 10 метров.

Так как диаметр колонны невелик, то можно использовать более эффективную насадку, например, спирально-призматические кольца Левина размером 8\*8 мм. В этом случае потребуется колонна высотой 8 метров, которую можно установить в помещении цеха.



## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАПАДНОГО МУРМАНА И УРБАНИЗАЦИЯ

*В. А. Костина*

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт Кольского НЦ РАН,  
adm @ pabgi.apatity.ru*

Побережье Баренцева моря от западной границы России до мыса Святой Нос носит название Мурманского берега. Часть этого берега к западу от Кольского залива и является Западным Мурманом (Географический словарь..., 1996).

Запад области характеризуется значительной расчлененностью рельефа. Преобладают скальные гряды и массивы (относительные высоты от 120 до 300 м), возвышающиеся над межгорными понижениями, болотами и урочищами речных долин.

Климат довольно суров и весьма неустойчив, поскольку формируется, с одной стороны, под влиянием холодных воздушных фронтов Арктики, а с другой – под тепляющим и увлажняющим воздействием Атлантики. Средняя годовая температура около 0<sup>0</sup>С. Самый холодный месяц – февраль (–11<sup>0</sup>С), самый теплый – июль (+8<sup>0</sup>). Характерны частые и резкие перепады температуры воздуха и атмосферного давления, сильные ветры, большое количество пасмурных и дождливых дней в году.

Узкая полоса побережья относится к тундровой зоне. К югу распространена лесотундра, где на склонах гряд господствуют лишайниковые, зеленомошные и травяные редколесья, сложенные *Betula pubescens* Ehrh. s.l., а на вершинах развиты кустарничковые, кустарничково-лишайниковые и лишайниково-кустарничковые тундры. Понижения между всхолмлениями, долины озер, крупных ручьев и рек заняты зарослями кустарников (виды рода *Salix* L., реже *Betula nana* L.), прирусловыми группировками и различными болотами (грядово-мочажинные, кочковато-мочажинные, кустарничково-сфагновые и осоково-сфагновые). На склонах гряд в местах с поздно тающим снегом, по широким и неглубоким долинам постоянных и временных водотоков развиты луговины с довольно густым и разнообразным травостоем (Атлас..., 1971; Раменская, 1983 и др.).

Освоение Кольского Заполярья человеком началось 6.5–7 тысяч лет назад (Гурина, 1997 и др.) именно с баренцевоморского побережья. Несмотря на неблагоприятные условия, и первобытных людей, и сменивших их саамов, а затем и викингов, и русичей, проникших в Мурманский край на рубеже X–XI вв. – всех привлекали богатые рыбные и охотничьи угодья Севера. Первые поселения людей были примитивны, малы. Их насельники, будучи кочевниками, часто меняли места проживания. Русичи строили в долинах рек и крупных ручьев промысловые избышки и даже оборудовали довольно крупные становища, служившие, однако, сезонными пристанищами. Только в 1547 г. основан Печенгский монастырь, а с 1556 г. как поселение упоминается Кола, ставшая в 1780 г. городом (Ушаков, 1972 и др.). Вплоть до середины минувшего столетия Западный Мурман оставался промысловым и оленеводческим районом с портовыми

поселениями в наиболее удобных бухтах. Лишь Печенга – Петсамо, входившая до 1944 г. в состав Финляндии, была более развитым промышленным центром.

После 1945 г. Мурманский берег стал закрытой зоной. Здесь возведены разнообразные военные объекты, построены поселки, многие из которых со временем получили статус городов. Специфика освоения региона оказывает значительное воздействие на природу.

Крупные населенные пункты (пос. Видяево, г. Заозерск, пос. Печенга, г. Снежногорск) расположены в подзоне лесотундры. Сильно пересеченный рельеф местности с обилием скальных обнажений, каменистых россыпей и долин рек, озер существенно осложнял строительные работы, поэтому широко использовались взрывы, прокладка многочисленных временных дорог, отсыпка дамб и т.д. При этом были уничтожены или значительно повреждены многие растительные сообщества. Особенно пострадали березняки и ценозы скал. Некоторые островки естественной растительности были включены в городские ландшафты. Более 50 лет на восточной окраине г. Заозерска сохраняются кустарничково-осоковое сфагновое болотце и заросли *Populus tremula* L. на скалах. Внутри одного из кварталов г. Снежногорска существует фрагмент ивняка разнотравного, а на скалах западной части города – березняки кустарничково-деренные с господством в напочвенном покрове *Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. et Graebn. Подобные участки испытывают сильнейший антропогенный пресс: нерегулируемая рекреация (стихийная тропиная сеть, места пикников), несанкционированные свалки строительного и бытового мусора и т. д. И все же в составе сообществ до сих пор достаточно полно представлены все исходные зональные компоненты: деревья, кустарники, кустарнички, злаки, осоковые, разнотравье (Раменская, 1983), в том числе виды, внесенные в список охраняемых в регионе (Красная книга..., 2003). Например, в пос. Видяево вдоль грунтовой дороги на южной окраине встречаются *Cicerbita alpina* (L.) Wallr. (3 категория статуса в областной Красной книге – редкий вид) и *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo (категория статуса – бионадзор, т.е. особое внимание к состоянию популяций). На вершине скальной гряды, параллельной линии электропередач, зарегистрировано самое западное в области (на сегодняшний день) местонахождение *Luzula nivalis* (Laest.) Spreng. (4 категория статуса – редкий малоизученный вид). Под пологом травяных березняков растут *Salix myrsinifolia* Salisb. и *Sorbus gorodkovii* Pojark (категория статуса обоих видов – бионадзор).

Весьма значителен набор охраняемых растений в полуестественных и фрагментированных естественных ценозах в пос. Печенга и в г. Снежногорске. Помимо перечисленных выше видов (исключить *Luzula nivalis*!), отмечены *Coe-loglossum viride* (L.) C. Hartm. (3 категория статуса), *Corallorrhiza trifida* Chatel. (3), *Goodyera repens* (L.) R. Br. (3), *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (3), *Leucorchis albida* (L.) E. Mey. (2 – уязвимый вид), *Listera cordata* (L.) R. Br. (3). Для г. Заозерска пока известны *Dactylorhiza maculata*, *Salix myrsinifolia* и *Sorbus gorodkovii*.

Интересно, что *Dactylorhiza maculata* на Севере не просто мирится с условиями урбанизации, но активно расселяется вдоль троп, по обочинам дорог, на сырых участках, где напочвенный покров был значительно поврежден ( карье-

ры, отдельные отрезки зоны линий электропередач и т.д.). К сырым обочинам грунтовых дорог часто приурочено и произрастание *Corallorrhiza trifida*.

Следует отметить, что на Западном Мурмане основными неблагоприятными факторами являются уничтожение местообитаний, загрязнение их горюче-смазочными и другими техническими продуктами, механические повреждения растений и их комплексов. Особое значение имеет так называемое биологическое загрязнение, т. е. внедрение в ценозы с нарушенной целостностью инорайонных (заносных, адвентивных) видов. Пути проникновения адвентивных растений различны. Главные – с семенами газонных трав и иным посадочным материалом. В частности, в г. Снежногорск при создании сквера на городской детской площадке непреднамеренно (с комом земли при особях кустарников) завезены *Aegorodium podagraria* L. и *Heracleum sosnowskyi* Manden. Эти довольно агрессивные растения (особенно последнее) способны быстро захватывать новые позиции и могут со временем вселиться в городские и пригородные леса. Во всех рассматриваемых населенных пунктах широко распространены *Galium mollugo* L., *Lathyrus pratensis* L., *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., *Trifolium pratense* L. и др. В пос. Печенга вдоль дорог и на склонах некоторых насыпных сооружений существуют небольшие популяции *Lotus corniculatus* L. Относительно недавно на железной дороге, ведущей к центру поселка, появился *Sisymbrium wolgense* Bieb. ex Fourn. Этот вид вегетативно подвижен, что обеспечивает возможность его расселения.

Большая часть заносных растений на Севере приурочена к местообитаниям антропогенного типа (дороги, пустыри, газоны, придомовые территории, обрабатываемые земли и т.д.). Некоторые адвенты существуют среди аборигенных растений на нарушенных участках лесных «островов». Прежде всего это *Amoria repens* (L.) C. Presl, *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Poa annua* L., *Vicia cracca* L. В тундровых сообществах заносные виды пока не зарегистрированы.

Процесс синантропизации, т.е. изменение состава и структуры естественной растительности под влиянием антропогенных факторов (Falinski, 1971 и др.), является своеобразной защитной реакцией биоты. Синантропные группировки, сложенные как чужеродными видами, так и местными видами – апофитами, для которых новые условия среды оказались благоприятными (*Carex cinerea* Poll., *Catabrosa aquatica* (L.) Beauv., *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe, *Juncus nodulosus* Wahlenb. и др.), способствуют санации нарушенных территорий, препятствуя эрозии почв, поглощая загрязнители.

В настоящее время растительный покров урбанизированных районов Западного Мурмана объединяет культивируемые человеком насаждения, спонтанную растительность, в составе которой наряду с синантропными группировками немало фрагментов аборигенных сообществ. К сожалению, ценозы антропогенно трансформированных систем весьма нестабильны и не могут длительное время сохранять присущие им особенности. Регулярные наблюдения за составом синантропной флоры позволяют контролировать степень нарушенности растительного покрова, выявлять внедрение нежелательных видов, прогнозиро-

вать возможное развитие сообществ, давать рекомендации по использованию тех или иных свойств антропофильных видов и их группировок.

Урбанизация – закономерный естественно-исторический процесс, сопровождающийся обострением экологических проблем и противоречий. Наиболее чувствительным индикатором качества состояния окружающей среды городских (и не только!) территорий служит живой растительный покров, что определяет его ведущую роль как объекта мониторинга.

#### Литература

- Атлас Мурманской области. М. 1971. 33 с.  
Географический словарь Мурманской области. Мурманск. 1996. 184 с.  
Гурина Н. Н. История культуры древнего населения Кольского полуострова. СПб. 1997. 233 с.  
Красная книга Мурманской области. Мурманск. 2003. 400 с.  
Раменская М. Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л. 1983. 216 с.  
Ушаков И. Ф. Кольская земля. Мурманск. 1972. 670 с.  
Falinski J. B. Synantropizacja szaty roślinnej – próba określenia istoty i głównych kierunków badan // Phytocenosis. 1972. T. 5. P. 157–169.

### АКВАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*П. Т. Орехов*

*Институт криосферы Земли СО РАН, Москва, 744001@gmail.com*

В 2006 г. на территории Надымского стационара ИКЗ СО РАН начато изучение аквальных природных комплексов. Надымский стационар расположен в подзоне северной тайги в зоне контакта трех геоморфологических уровней: III озерно-аллювиальной равнины, II надпойменной террасы р. Надым и современной поймы р. Хейгияха. Разные геоморфологические уровни и островное распространение высокотемпературных многолетнемерзлых пород обуславливают значительную пестроту ландшафтных условий. Изучение природных аквальных комплексов проводилось на всех геоморфологических уровнях.

III озерно-аллювиальная равнина (абсолютные отметки 25–35 м), отличается плоским рельефом, большой заозеренностью и заболоченностью. Равнина сложена верхнеплейстоценовыми, преимущественно песчаными отложениями зырянской свиты, подстилаемыми супесчанно-суглинистыми отложениями салехардской свиты. На III озерно-аллювиальной равнине выделено 3 типа местности: озерно-болотный (60% от общей площади), приречный (33%) и хасырейный (7%). Основные исследования проводились на местности озерно-болотного типа, заозеренность которой составляет 11% от площади данного типа местности (Ландшафты...1983). Все изученные озера относятся к озерам термокарстового происхождения. Озерно-котловинные формы в зависимости от размера разделены на мелкокотловинные, среднекотловинные и крупнокотловинные (Шаманова, Уваркин, 1974).

Мелкокотловинные – просядочные озерные водоемы диаметром до 0.1 км, в плане имеют округлую либо вытянутую форму. Высота берегов колеблется от 0.1 до 1 м. В том случае если озера расположены среди бугристых мерзлых торфяников, высота берегов может достигать 3-х м со следами активного термоабразионного разрушения. В прибрежной части озер, по линии уреза воды, при расположении озерных котловин в защищенных от ветра местах, происходит формирование осоково-сфагновых сообществ полосой до 2-х метров с последующим проникновением по сформировавшейся сплаvine морошки.

Отметки глубин в мелкокотловинных озерах колеблются от 0.1–0.8 м. Донные осадки представлены торфянистыми илами. Илы в основном состоят из остатков прибрежной растительности: осок, сфагновых мхов на разной стадии разложения. Структура илов грубая, хлопьевидная. Мощность может быть более 1 метра. Температурные замеры, проведенные в период с 20 по 30 августа, показали, что температура воды в данном типе озер мало отличается от температуры воздуха. При температуре воздуха 9 °С, температура поверхностного слоя воды составила 8.1 °С. Значительного понижения температуры с глубиной также не наблюдается. Температура придонного слоя воды на глубине 0.8 метра составила 7.4 °С, что, по всей видимости, объясняется ветровым перемешиванием воды на фоне небольших глубин. Это подтверждается исследованиями других авторов (Чеховский, Шаманова, 1976).

Среднекотловинные формы – просядочные озерные водоемы диаметром от 0.1 до 1.0 км разнообразной формы от сильно вытянутых до круглых. Высота берегов от 0.5 до 4.0 метров в местах расположения озер среди бугристых торфяников. В большей части случаев высокие берега расположены с наветренной стороны и подвержены термоабразионному разрушению, что объясняется большим снегонакоплением в зимний период и меньшим промерзанием. В теплый период скорость оттаивания таких берегов выше, чем у наветренных берегов и интенсивность разрушения у них выше. Процесс зарастания таких озер идет по механизму свойственному мелкокотловинным озерам. Зарастание идет по отдельным участкам берега в связи с достаточно высокой волновой активностью, которая затрудняет формирование сплошной полосы растительности. Сам процесс зарастания начинается с заселения осоками, среди которых в дальнейшем происходит разрастание сфагновых мхов. В сплошном моховом ковре, ближе к берегу поселяются пушицы. При дальнейшем зарастании озера, по краю озерной котловины на моховом покрове поселяются вересковые кустарнички. В одном из исследованных озер были отмечены единичные экземпляры пузырчатки.

Отметки глубин в среднекотловинных озерах колеблются от 0.5–1.4 м. Дно плоское со множеством локальных небольших углублений и западин. Донные осадки также представлены торфянистыми илами.

Температурные замеры проведенные в период с 20 по 30 августа показали что температура воды в данном типе озер также мало отличается от температуры воздуха, как и в озерах мелкокотловинного типа. При температуре воздуха 9 °С, температура поверхностного слоя воды составила 8.3 °С. Значительного

понижения температуры с глубиной также не наблюдается. Температура придонного слоя воды на глубине 1.3 метра составила 7.2 °С.

Изучение крупнокотловинных озер в поле в 2007 г. не проводилось, но по результатам дешифрирования материалов космических съемок и анализа литературных источников можно предположить, что многие крупнокотловинные озера могут быть образованы в результате слияния нескольких мелких озер. В пользу чего свидетельствует неправильная форма этих озер с обилием вдающихся в озеро со стороны суши отмелями и обилием узких далеко вдающихся в сушу узких заливов, отделенных от основной акватории косами и отмелями которые хорошо дешифрируются по космическим снимкам.

Следующий генетический тип озер, на котором велись работы, это озера старицы, расположенные на высокой пойме р. Хейгияха. Озера в плане имеют серповидную форму, но достаточно часто, морфология озер бывает осложнена из-за слияния нескольких меандров разного возраста с образованием единого бассейна сложной формы, что в свою очередь сказывается на характере распределения донных осадков. На гидрологический и гидротермический режим озер оказывает влияние связь молодых меандров с руслом реки и более старыми меандрами посредством протоков разного порядка.

Берега старичных озер представляют собой участки гривистой поймы, занятые смешанными травяно-кустарничково-моховыми сомкнутыми лесами на древних прирусловых валах. Превышение высоты коренного берега над урезом воды составляет 4 метра.

По берегам озер идет процесс активного нарастания сабельниково-ивово-осоково-моховых надилловых сплавины. Начальная стадия роста сплавины осуществляется за счет сабельника болотного, далее сеть из корней заселяется гипновыми и сфагновыми мхами и осоками. Максимальная ширина сплавины составляет порядка 40 метров, вертикальная мощность сплавины более 1.5 метров. В протоках в процессе сплавинообразования заметную роль играет белокрыльник. Водная растительность в старичных озерах представлена двумя видами рдеста, хвостником обыкновенным, ежеголовником, очень обильна пузырчатка обыкновенная. На одном из озер обильно произрастает кубышка малая, вид не характерный для данной подзоны, о находке которого сообщалось ранее (Ерошенко, Орехов, 2007). Кубышка произрастает на обширной отмели, занимающей порядка 17% от общей площади озера, сложенной супесчанно-суглинистыми иловатыми грунтами. Корневища покрывают порядка 60% площади дна на глубине 0.4 метра. Отмечено появление единичных экземпляров этого вида еще в одном озере, соединяющемся с первым озером протокой, что позволяет сделать вывод о его активном расселении.

Отметки глубин на старичных озерах весьма изменчивы и колеблются в пределах от 0.3 метра в прибрежной части (до поверхности донных илов) до 6.5 метров в устье протоки, по которой осуществляется интенсивный водообмен между двумя озерами.

Донные отложения представлены илами буро-коричневого цвета, хлопьевидными с поверхности и вязкими и жирными на ощупь с глубины 0.4 метра. Мощность иловых отложений в присплавинной части составляет 2.2 метра.

Распределение органогенных осадков по дну неравномерное. Оно, по-видимому, обусловлено такими факторами, как ветровое перемешивание и интенсивный водообмен между рекой и озерами, который осуществляется посредством проток.

Температуры воды замерялись в различных частях озер, как в пределах основной акватории, так и в протоках. Распределение температур ( $t^{\circ}$ ) по глубине достаточно равномерное:  $t^{\circ}\text{C}_{\text{поверх}}=10.8^{\circ}\text{C}$ ,  $t^{\circ}\text{C}_{\text{придон}}=9.4^{\circ}\text{C}$  (глубина 2.5 м). Максимальная разница температуры поверхностного и придонного слоя воды зафиксирована в протоке, где  $t^{\circ}\text{C}_{\text{поверх}}=11.4^{\circ}\text{C}$ , а  $t^{\circ}\text{C}_{\text{придон}}=7.1^{\circ}\text{C}$ . Это может объясняться как разницей глубин между основной акваторией и протокой, так и наличием придонного перетока между озерами.

Для II надпойменной террасы р. Надым характерна плоская нерасчлененная поверхность. Краевая придолинная часть и отдельные останцы, занятые смешанными редкостойными лесами с песчаными раздувами и формами западинно-бугристого рельефа, отнесены к приречному типу местности (30%). Заозеренность составляет 3.5 %. Местность озерно-болотного типа в пределах II надпойменной террасы занимает 70% территории при заозеренности 9.5% (Ландшафты...1983).

На настоящий момент исследованиями охвачены термокарстовые озера в приречном типе местности, которые представляют собой просадочные котловины округлой формы. Диаметр озер этого типа составляет 0.1–0.2 км. Высота берегов колеблется от 0.5 метра на пологих участках до 4 метров на участках с западинно-бугристым рельефом.

В процессе исследования озер II надпойменной террасы выявлены различные механизмы зарастания озер. В одном случае зарастание идет по схеме, описанной А. П. Тыртиковым, через последующую смену стадий: вахтовые, вахтово-сфагновые, пушицево-сфагновые, осоково-сфагновые и кустарничково-сфагновые болота (представленная на настоящее время стадия) (Тыртиков, 1969). И судя по данным, полученным в результате дешифрирования разновременных космоснимков, эти стадии протекают очень быстро. В другом случае зарастание ограничивается слаборазвитым поясом из осок и ежеголовника. Фактором, обуславливающим реализацию различных механизмов зарастания озер, по-видимому, является морфометрия озерных котловин. Так зарастание озер по первому механизму происходит быстрыми темпами в неглубоких озерах, в которых в результате накопления отмерших растительных остатков появляется субстрат, позволяющий растениям закрепляться и продвигаться к центру водоема. Другой тип зарастания наблюдался нами в озере с довольно резким понижением глубины (до 9 метров), в котором органические остатки по подводному склону опускаются на глубину. В связи с этим на данном этапе не происходит обмеления водоема и наблюдается стабилизация сообщества прибрежно-водных растений по механизму ретардационного (Попов, 2001) субклимакса.

Максимальные отметки глубин из исследованных на II надпойменной террасе озер достигают 9 метров. В наиболее глубокой части озерной котловины на супесчанно-суглинистом дне мощность илов достигает 3.5 метров. По

температурному режиму этого типа озер данных на настоящий момент недостаточно для формулирования выводов и исследования будут продолжены.

### Литература

Ерошенко В. И., Орехов П. Т. Флористическая находка на севере Западной Сибири. Мат. Всеросс. конф. «Экология от Арктики до Антарктики» Екатеринбург 16–20 апреля 2007 г. Екатеринбург. 2007. (в печати) 2.

Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции. / Отв. ред. Е. С. Мельников. Новосибирск: Наука, 1983. 165 с.

Попов С. Ю. Методы изучения структуры и динамики растительности. 2001 г. <http://bio.1september.ru/2001/23/5.htm>

Тыртиков А. П. Влияние растительного покрова на промерзание и протаивание грунтов. Изд-во МГУ, 1969. 192 с.

Чеховский А. Л., Шаманова И. И. Формирование таликов под термокарстовыми озерами Западной Сибири // Тр. ПНИИС, Вып. 49, Инженерно-геологические и геофизиологические исследования в Западной Сибири. / Под ред. Г. И. Дубикова М.: Стройиздат, 1976.

Шаманова И. И., Уваркин Ю. Т. Зональные особенности подозерных таликов на севере Западной Сибири // Тр. ПНИИС, В. 29, Геофизиологические исследования при инженерных изысканиях. М.: Стройиздат, 1976.

## РЕАКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА АНТРОПОГЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ

*П. Т. Орехов, В. И. Ерошенко*

*Институт криосферы Земли СО РАН, Москва,  
744001@gmail.com, ve07@yandex.ru*

В неблагоприятных экологических условиях интенсивное антропогенное воздействие может приводить к необратимым сменам экосистем. В этой связи изучение особенностей развития растительности как компонента экосистем представляет особый интерес для высокоширотных территорий, на которых ведется освоение месторождений нефти и газа.

Детальные исследования растительности и ее отклика на техногенное воздействие проводятся Институтом криосферы Земли Сибирского отделения Российской Академии наук с 1970 г. на стационарном участке в 30 км южнее города Надым. Стационар расположен в подзоне северной тайги в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Значительное техногенное воздействие на растительность стационара было оказано в 1972 г. при прокладке газопровода Надым-Пунга и в 2004 г. при реконструкции газопровода.

Наблюдения проводятся на постоянных площадках, выбранных в разных экосистемах. В каждой экосистеме заложены по две площадки, одна из которых находится в естественных условиях, другая – в полосе трассы газопровода. Выбор площадок осуществлялся также с учётом рельефа местности, режима увлажнения и исходного (до нарушения) характера растительного покрова. В пределах полосы трассы в 1972 и в 2004 гг. был вырублен древостой, снят травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый покров, нарушен микрорельеф и удален торфянистый горизонт мощностью до 20 см.



Исследование нарушенных и ненарушенных площадок, заложенных в аналогичных типах экосистем, проводится одинаковыми методами, что обеспечивает правомерность сравнения динамики восстановления растительности на участках, которые не подвергались непосредственному антропогенному воздействию, с динамикой восстановления растительного покрова на нарушенных участках.

На всех стационарных площадках ежегодно выполняются детальные описания растительного покрова. Основными показателями служат: видовой состав растительных ассоциаций, соотношение видов растений различных экологических групп, проективное покрытие, запас надземной фитомассы. Дополнительными показателями являются: средняя высота растений, встречаемость. Методика выполнения геоботанических описаний на исследуемых площадках приведена в ряде работ (Москаленко, 1999; Москаленко и др., 2001).

В одно время с изучением растительности на всех нарушенных и ненарушенных площадках измеряются температуры почв и пород, определяются влажность и глубина сезонного протаивания почв. Методика исследований абиотических компонентов экосистем Надымского стационара и ряд полученных результатов приведены в диссертации О.Е.Пономаревой (2006).

Большое внимание уделяется изучению реакции растительного покрова на антропогенное воздействие по двум причинам. Во-первых, именно состояние биотических компонентов экосистем является интегральным критерием, по которому можно судить о состоянии экосистемы в целом (Шварц, 1976; Израэль, 1984). Во-вторых, изучение растительности на нарушенных и ненарушенных территориях, занятых одинаковыми экосистемами, позволяет проследить влияние экологических условий на ход восстановления растительного покрова, оценить скорость восстановления каждой экосистемы, а также выявить особенности растительности, наиболее быстро изменяющиеся в результате непосредственных и опосредованных антропогенных изменений, установить факторы, оказывающие определяющее влияние на развитие экосистем в исследуемом районе.

Результаты изучения процесса восстановления растительности на нарушенных участках с 1972 по 2004 гг. свидетельствуют о неоднозначной реакции растительного покрова разных площадок на антропогенное воздействие. Сравнение скорости восстановления растительности в различных экологических условиях показывает, что наиболее быстро процесс восстановления растительного покрова протекает в ложбинах и полосах стока, занятых пушицево-осоково-сфагновыми болотами. Медленнее всего восстановление растительности идёт на минеральных буграх пучения с кедровыми багульниково-кладониевыми рединами. Плоские участки с заболоченными рединами и дренированные участки с редколесьями занимают промежуточное положение по скорости восстановления растительного покрова (Антропогенные..., 2006).

Критерии, по которым оценивалось восстановление растительности, следующие: покрытие поверхности растениями – проективное покрытие (отражает строение растительного покрова), биологический спектр – соотношение видов растений различных экологических групп (характеризует структуру раститель-

ного покрова), а также видовой состав и виды-доминанты (отражает биоразнообразие растительности).

Повторное антропогенное воздействие на восстановившуюся в разной степени растительность площадок, расположенных в полосе газопровода, было оказано в 2004 году в связи с заменой трубы газопровода. Таким образом, появилась возможность проверки выявленных закономерностей, касающихся особенностей восстановления растительного покрова, наиболее чувствительных элементов и значимых факторов. Некоторые данные о масштабах повторных нарушений приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристика повторных (2004г.) нарушений растительности площадок Надымского стационара**

Номер площадки	Площадь участка повторного нарушения, %	Виды нарушений
1	30	удаление растительности, обнажение песка
2	70	вырубка древостоя, снятие травяно-кустарничково-лишайниково-мохового покрова, обнажение песка
3	60	удаление травяно-мохового покрова, насыпан слой песка
4	40	отсыпка слоя песка
5	50	снятие ерниково-голубично-осоково-мохово-лишайниковый покрова и торфяного слоя, обнажение песка с пятнами торфа
6	75	травяно-моховой покров и торф были срезаны, сохранились только фрагменты торфяного горизонта.
7	85	снятие ерниково-багульниково-осоково-лишайниково-политрихового покрова, торфянистого слоя, отсыпка песка с пятнами торфа.
8	100	отсыпка слоя песка
9	30	частичная вырубка кедры и березы и уничтожение багульниково-бруснично-осоково-мохово-лишайникового покрова

Восстановление растительного покрова через 1 год после прямого повторного антропогенного воздействия протекало по-разному на разных площадках. На территории ряда площадок были отмечены вторичные антропогенные нарушения, связанные с нарушением режима увлажнения и теплового режима почв и почвообразующих пород. На площадке 1 песок зарастает политриховыми мхами, покрывающими 6% поверхности, часто встречаются осока шаровидная и карликовая березка. Отмечены овсяница овечья, голубика, редкие всходы березы извилистой и ивы.

Площадка 2 в 2005 г. была полностью затоплена водой глубиной 22–65 см. Над водой отмечены травы (осоки, вейник, пушица узколистная), редкие кустарнички (багульник, карликовая березка, голубика) и единичные экземпляры, пока уцелевшего подроста березы извилистой и сосны. Покрытие поверх-

ности травами и кустарничками составило 4%. Также была затоплена площадка 3, глубина воды составила 40–80 см. Сохранившиеся осоки и пушица узколистная покрывали 3% поверхности. Полностью затоплена и площадка 4: в 2005 г. вся площадка залита водой, глубиной 45–80 см. Растительность отсутствовала.

Площадка 5 в 2005 г. на 40% была затоплена водой, глубиной 17–80 см. Растения (осока шаровидная, кустарнички), появившиеся на незатопленной повторно нарушенной части площадки приурочены к пятнам торфа. Площадка 6 в 2005 г. была наполовину затоплена водой глубиной от 4 до 30 см в результате нарушения поверхностного стока вновь отсыпанной насыпью газопровода. На незатопленной части площадки за счет появления на повторно нарушенных участках осок, морошки, андромеды, карликовой березки и политриховых мхов покрытие поверхности травами и кустарничками увеличилось до 18%, а мхами до 27%.

В 2005 г. 40% площадки 7 было затоплено водой глубиной от 10 до 100 см. На незатопленной повторно нарушенной части площадки появились осока шаровидная, брусника, багульник и политриховые мхи. Покрытие поверхности травами и кустарничками составило 14%, мхами 3%.

Площадка 8 в 2005 г. была затоплена, глубина воды составляла 15–80 см. Появились единичные экземпляры осок и вахты, покрывающие менее 1% поверхности. На площадке 9 после повторного нарушения минерального бугра пучения в 2005 г. покрытие поверхности травами и кустарничками уменьшилось до 16 %, мхами и лишайниками до 36%, но общее число видов не изменилось.

В 2006 и 2007 гг. динамика восстановления растительного покрова после повторного нарушения в целом соответствовала закономерностям, выявленным при изучении восстановления растительности с 1972 по 2004 гг.

Сопоставление данных о скорости восстановления растительного покрова после антропогенного воздействия с данными, полученными в результате изучения абиотических компонентов экосистем, таких, как: распространение многолетнемерзлых пород, мощность сезонномерзлого слоя, средняя температура почв на глубине 0,2 м, влажность почвы на различных глубинах, позволило выявить факторы, определяющие развитие экосистем Надымского стационара.

К числу факторов, наиболее сильно влияющих на развитие экосистем, относятся: водный и тепловой режим почв и почвообразующих пород. Наиболее уязвимыми к изменениям и антропогенным воздействиям являются следующие особенности растительного покрова: биоразнообразие (общее число видов), структура (соотношения видов растений различных экологических групп), строение (проективное покрытие и запас надземной фитомассы).

Данные, полученные при изучении особенностей восстановления растительного покрова после повторного нарушения, подтверждают выявленные закономерности.

#### Литература

- Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Под ред. Н. Г. Москаленко. М., 2006. 358 с.  
Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л., 1984. 560 с.

Москаленко Н. Г. Антропогенная динамика растительности равнин криолитозоны России. Новосибирск, 1999. 280 с.

Москаленко Н. Г., Коростелев, Ю. В., Червова Е. И.. Мониторинг слоя сезонного протаивания почв в северной тайге Западной Сибири. Криосфера Земли, 2001. Т. V. № 1. С. 71–79.

Пономарева О. Е. Развитие экзогенных геологических процессов при техногенезе: на примере Надымского района Тюменской области. Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Тюмень, 2006. 139 с.

Шварц С. С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования. Всесторонний анализ окружающей природной среды, Труды II Советско-американского симпозиума. Ленинград, 1976. С. 181–191.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ ФИТОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ**

*Е. Н. Плюснина*

*Сыктывкарский государственный университет, kateplus@mail.ru*

Исследования проводились на территории Ляльского лесоэкологического стационара, где уже более 30 лет изучаются закономерности развития таежных лесов. Стационар расположен на территории Княжпогостского района Республики Коми и занимает площадь в 700 га (Биопродукционный..., 2001).

По геоботаническому районированию, территория стационара входит в евразийскую таежную область, североевропейскую таежную провинцию (62°17' с.ш., 50°40' в.д.) (Растительность..., 1980). Леса Ляльского лесоэкологического стационара расположены главным образом на территории Железнодорожного лесхоза, и лишь небольшая их часть (около 25%) отнесена к землепользованию совхоза «Железнодорожный» (Биопродукционный..., 2001).

Насаждения включают как коренные хвойные леса, так и вторичные послерубочного и послепожарного происхождения. Основные лесобразующие виды – ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза пушистая (*Betula pubescens*) и осина (*Populus tremula*). Из покрытой лесом площади на долю хвойных насаждений приходится 66% (в том числе сосна – 45%, ель – 21%), а на долю мелколиственных – 34% (в том числе береза – 30%, осина – 4%) (Биопродукционный..., 2001).

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) представляют собой важный источник информации, позволяющий подробно исследовать пространственные закономерности распределения структурно-функциональных параметров природных комплексов и проследить их сезонную и многолетнюю динамику. Кроме того, по данным аэрокосмических снимков можно оценить микроклиматические условия экосистем (температуру, влажность, радиационный режим и т. д.) а так же проследить степень антропогенного влияния на той или иной территории.

Цель исследования состояла в изучении ДДЗ для коренных и производных фитоценозов средней тайги за период с 1986 по 2001 гг.

В качестве объектов исследования использовали десять типов фитоценозов – ельник черничный влажный, ельник чернично-сфагновый, сосняк лишайниковый, сосняк бруснично-зеленомошный, сосняк черничный свежий, сосняк чернично-сфагновый, сосняк осоково-долгомошно-сфагновый, березово-сосновый чернично-зеленомошный смешанный лес, осинник разнотравный и зарастающая вырубка 1987 года. В работе применяли космоснимки высокого разрешения (30 м) со спутников Landsat TM и Landsat ETM+ разных лет, снятых в один вегетационный период растительности (снимки от 10.06.1986, 26.06.1986, 4.06.1987, 28.07.1992, 8.06.2000, 18.06.2001). В обработке изображений использовались данные с 4 каналов снимков (3, 4, 5 и 6) в красном, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном диапазонах спектра отраженного излучения.

Для характеристики состояния древостоев использовали значения нормализованного вегетационного индекса растительности (NDVI), по которому можно судить о состоянии растительности, ее фитомассе и содержании хлорофилла:

$$NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$$

где NIR – значение отражения в ближней инфракрасной области спектра, а RED – отражение в красной области спектра.

При сравнении значений индекса NDVI для разных типов древостоев обнаружено, что наибольших величин он приобретает для осинника и березово-соснового насаждения, где велика доля лиственных пород (40-90%), - 0.6 и 0.7 соответственно. Кроме того, ярко выраженное увеличение индекса NDVI с 1987 по 2001 гг. наблюдается на зарастающей березой вырубке – от 0.3 до 0.7, и по результатам обработки снимка за 2001 г. данный тип фитоценоза имеет большее значение NDVI, чем березово-сосновый смешанный лес, уступая лишь осиннику.

Меньшие значения индекса наблюдаются для влажных сосняков и ельников (около 0.5). Однако незначительные примеси мелколиственных пород (10–20%) в древостоях сочетаются с его некоторым увеличением. Минимальные же значения NDVI (0.3) относятся к сосняку лишайниковому и к еще не заросшей вырубке в конце 80-х годов – 90-х гг. Другими словами, низкие значения NDVI характеризуют хвойные фитоценозы и, особенно, фитоценозы с низкой сомкнутостью древесного яруса.

При анализе значений температур, полученных по данным температурного канала снимков Landsat TM и Landsat ETM+, полученных для временного периода 11.00-11.30 (дальний инфракрасный диапазон) (Chander, Markman, 2003), выявлено, что одни типы леса характеризуются большими значениями температуры, а другие – меньшими. Так, максимальные значения температуры на протяжении всего изученного периода имеют сосняк лишайниковый и свежая вырубка (14–24°C и 14–22°C соответственно). Меньшие значения имеют леса с разным соотношением лиственных пород и сосны. Минимальные же значения температуры наблюдаются в ельниках (8–18°C).

Известно, что величина отраженного излучения в 5 канале снимков Landsat TM и Landsat ETM+ (средний инфракрасный диапазон) коррелирует с влаж-

ностью. Чем большие значения оно имеет, тем меньших величин влажности можно ожидать. При обработке космоснимков наибольшие значения наблюдали для сосняка лишайникового и зарастающей вырубки (5.7 и 6.7 соответственно), древостои и подросты которых либо обладают низкой сомкнутостью, либо образованы преимущественно лиственными породами. По-видимому, это наиболее сухие типы фитоценозов.

Относительно небольшие значения отраженного излучения в 5 канале имеют влажные сосняки и ельники (4.9–3.3). Соответственно, в них следует ожидать большие значения влажности по сравнению с лиственными древостоями и сосняком лишайниковым.

При сопоставлении анализируемых величин (индекса NDVI, температуры и отраженного излучения 5 канала) обнаружены две закономерности:

1) В случае с высокой сомкнутостью древесного яруса, наблюдается увеличение значений NDVI, температуры и излучения 5 канала при возрастании доли лиственных пород в древостое (рис). Так максимальных значений они достигают у осинника и зарастающей вырубке (на 2001 г.), а минимальные – в ельниках.

2) Уменьшение значения NDVI с одновременным ростом температуры и увеличением величины отраженного излучения в 5 канале происходит при уменьшении сомкнутости древесного яруса. Поэтому минимальные значения NDVI при относительно высоких величинах температуры характерны для сосняков лишайниковых и свежих вырубок.

По проведенному исследованию сделаны следующие выводы:

1) Индекс NDVI, отражающий общее состояние, фитомассу, проективное содержание хлорофилла и другие характеристики растительности, имеет максимальные значения для мелколиственных и смешанных насаждений с относительно большой долей лиственных пород и сомкнутостью древесного яруса. Его снижение наблюдается при снижении доли лиственных деревьев, либо сомкнутости древесного яруса в целом.

2) Максимальных значений температура достигает в фитоценозах с низкой сомкнутостью древесного яруса, минимальных же – в относительно влажных и густых хвойных лесах.

3) Отраженное излучение в 5 канале снимков Landsat TM и Landsat ETM+ имеет наибольшие значения в сосняке лишайниковом, на свежей вырубке и в фитоценозах с большой долей лиственных пород. И уменьшается для влажных сосняков и ельников.

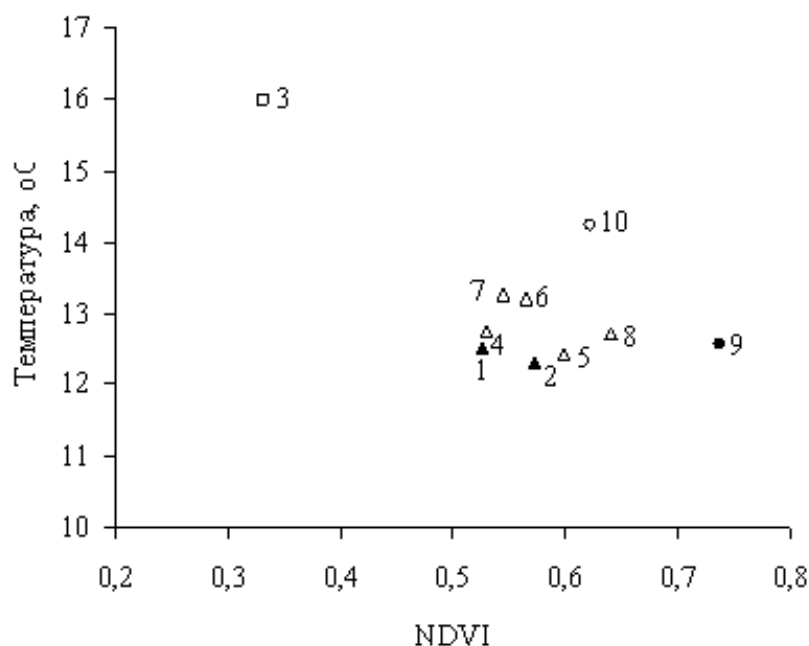


Рис. Значения индекса NDVI и температуры для изучаемых типов фитоценозов, в том числе: ▲ 1 – ельника черничного влажного, ▲ 2 – ельника чернично-сфагнового, □ 3 – сосняка лишайникового; △ 4 – сосняк бруснично-зеленомошного, △ 5 – сосняка черничного свежего, △ 6 – сосняка чернично-сфагнового, △ 7 – сосняка осоково-долгомощно-сфагнового, △ 8 – березово-соснового чернично-зеленомошного смешанного леса; ● 9 – осинника разнотравного; ○ 10 – вырубки 1987 г.

#### Литература

Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера. СПб.: Наука, 2001. 278 с.

Растительность европейской части СССР. Л., 1980. 429 с.

Chander G., Markham B., Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. // IEEE Transaction On Geosciens And Remote Sensing. Vol. 41. N. 11. 2003. P. 2674–2677.

## БОЛОТНЫЕ ЗАКАЗНИКИ БАССЕЙНА Р. ПЕЧОРЫ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НИХ

*Р. Н. Алексеева*

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Alekseeva.rn@ib.komisc.ru*

Болотные заказники являются частью системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми и насчитывают 113 объектов, эталонных, соответствующих различным растительным подзонам, а также клюквенных и морошковых. Выявлены и сохранены наиболее интересные в научном отношении и типичные болота с характерной для них флорой и растительностью, различными болотными комплексами и уникальные, с редкими видами растений и птиц. Одна из функций болотных заказников заключается в сохранении и поддержании биологического разнообразия региона. Охраняемые болота способ-

ствуют также сохранению экологического равновесия в природных ландшафтах. В бассейне р. Печоры охраняемые болота испытывают негативное воздействие факторов, связанных с разведкой и добычей нефти. Например, на болотном заказнике «Кереснюр» интенсивно добывается нефть. На его территории находится оборудование для добычи нефти, а также происходит постоянный кратковременный разлив нефти, обычно сопровождающийся при нефтедобыче. Несмотря на то, что на болоте «Кереснюр» произрастают 3 редких вида растений, оно не соответствует критериям, предъявляемым для выделения заказника, так как в настоящее время оно представляет собой уже трансформированную человеком экосистему. В результате добычи нефти болото нарушено: угнетен или подвержен гибели растительный покров и залиты нефтью верхние горизонты торфяной залежи. Поэтому рассматриваемое болото должно быть исключено из списка охраняемых территорий.

Непосредственное влияние на охраняемые болота оказывает вытаптывание, которое связано с посещением человека с целью сбора ягод, рыбной ловли, охоты, туризма и т. д.

Приводим характеристику наиболее интересных болотных заказников, расположенных на территориях Усинского, Печорского, Вуктыльского и Троицко-Печорского районов республики, некоторые из которых подвержены антропогенному воздействию.

Комплексный заказник «**Болото Усинское**» (площадь 139190 га) является крупнейшей уникальной экосистемой верхового типа с участками аапа-комплексов, не имеющей себе аналога. Это заказник международного значения, отвечающий критериям Международной Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях (1999). Для болота характерно преобладание грядово-озерково-мочажинного комплекса с большим количеством озер (860), которые являются местами гнездования птиц. Здесь встречаются такие редкие виды птиц, как лебедь-кликун, серый журавль, орлан-белохвост, которые включены в Красные книги СССР (1978), РСФСР (1983), Республики Коми (1999).

Научный интерес на Усинском болоте представляет растительность крупнобугристого комплекса с присутствием здесь на глубине 40–50 см островной вечной мерзлоты на ее южной границе распространения (Алексеева, 2005). В исследованной нами центральной части Усинского болота выявлен 51 вид сосудистых растений и мохообразных, не считая печеночных мхов. В сложении залежей принимают участие 24 вида торфа, из которых немногим более преобладают верховые (48.4%). Мощности торфяных залежей изменяются от 1.2 до 4.6 м.

Комплексный заказник «Болото Усинское» – эталон одного из крупнейшего в Европе уникального болота верхового типа подзоны северной тайги с участками аапа-комплексов.

В северо-восточной части Усинского заказника существует угроза загрязнения болота в связи с добычей нефти вблизи этого района. Даже при использовании наиболее безопасных в экологическом плане технологий, возможно загрязнение окружающей среды, прежде всего поверхностных и подземных вод, а также торфяных залежей нефтью и нефтепродуктами. Не исключена угроза



аварийных сливов нефти. Ее быстрому распространению на значительных площадях будет способствовать ровная сильно обводненная поверхность болота с низкими абсолютными отметками местности (44.6-45.2 м). В то время как нефтяные скважины располагаются на более возвышенных участках с абсолютными отметками 45–48 м.

**Болотный заказник «Кайгородка-Нюр»** (1000 га) относится к типу аапа, который отличается большим количеством различных растительных комплексов и богатством флористического состава растительных сообществ. Отмечено 57 видов сосудистых растений и мохообразных. Интересна флора болота. Здесь встречаются редкие виды сосудистых растений: *Vaeothryon alpinum*, *Dactylorhiza russowii* и интересный вид – *Eriophorum russeolum*. Из мохообразных редки *Sphagnum rubellum*, *Calliergon Richardsonii*, *Warnstorfia fluitans*, *Polytrichum Swartzii*. На большей части болота мощность торфяной залежи равна 1.5-1.8 м. Максимальные толщи (3.0–3.2 м) наблюдаются в его северной части. Болото сложено топяными залежами, отличающимися большой изменчивостью торфа с глубиной, разнообразием его видового состава.

Болото «Кайгородка-Нюр» – эталон типичного печорского грядово-мочажинного аапа-болота северной тайги.

**Болотный заказник «Ива-Нюр»** (191 га) – эталон типичного печорского грядово-озеркового аапа-болота северной тайги. Болото очень обводнено, основную ее территорию занимает грядово-озерковый комплекс и топи (осоково-вахтово-пушицево-сфагновые и пушицево-вахтово-сфагновые). На сравнительно небольшой площади болота отмечено 30 видов сосудистых растений и мохообразных. Здесь встречаются редкие виды: *Pinus sibirica*, *Dactylorhiza russowii*, а также интересный вид – *Eriophorum russeolum*. Мощность торфа, слагающего болото «Ива-Нюр», изменяется от 0.75 до 4.0 м. Преобладающую часть в сложении торфяной залежи занимает шейхцериевый низинный торф.

Благодаря своеобразному типу аапа-болото со сфагновыми коврами и озерами очень живописно. На озерах гнездятся многочисленные представители водоплавающих, которые привлекают внимание охотников. Болото «Ива-Нюр» имеет рекреационное значение.

Заказник «**Болото Печорское**» (6392 га) включено в список особо охраняемых природных территорий как клюквенное. Но в результате научных исследований выяснилось, что болото относится к типу аапа с богатым флористическим составом болотных сообществ. Гряды кустарничково-травяно-сфагновые, мочажины травяно-гипновые, с большим участием различных видов осок. На сравнительно небольшой площади болота (исследована его южная часть) выявлено 53 вида сосудистых растений и мохообразных. Здесь встречаются интересные виды растений: *Eriophorum russeolum* и довольно редко встречающийся в таежной зоне *Sphagnum lindbergii*, обычный для тундровых сообществ. Болото сложено многослойными топяной и лесо-топяной низинными залежами мощностью 1.5–4.0 м.

Болото «Печорское» следует рассматривать как эталон типичного печорского аапа-болота северной тайги.

**Болото «Пурга-Нюр»** (1500 га) – переходное кустарничково-травяно-гипново-сфагновое, местами облесенное сосной, с участками аапа-комплексов. Преобладающую его часть занимает грядово-озерковый комплекс. Для окраек болота характерны осоково-вахтовые, осоково-пушицево-шейхцериево-сфагновые топи. В результате детальных исследований выявлено 47 видов сосудистых растений и мохообразных. Здесь произрастают интересные виды сосудистых растений и мохообразных: *Eriophorum russeolum*, *Sphagnum papillosum*, *S. lindbergii*, *Cephalozia poncisci*. Под грядово-озерковым комплексом развита переходная лесо-топяная залежь мощностью 3.25–4.50 м. Встречается также верховая сосново-пушицевая залежь, мощность которой 2.25 м. Болото богато морошкой и клюквой.

Болотный заказник «Пурга-Нюр» включен в список охраняемых болот как клюквенный и морошковый, хотя он представляет большой интерес в научном плане.

**Болотный заказник «Лек-Нюр»** (8690) включен в список охраняемых объектов как клюквенный и морошковый. Болото верховое сосново-кустарничково-морошково-сфагновое. Гряды кустарничково-морошково-сфагновые с большим участием лишайников. Мочажины типа «римпи» с деградированным сфагновым покровом. По окраям болота простираются осоково-шейхцериево-пушицево-сфагновые или пушицево-сфагновые топи.

Исследована незначительная по площади северо-восточная часть болота «Лек-Нюр». Оно представляет научный интерес из-за сложности болотной системы с разнообразием типов растительности и соответствующим им типам залежи. Здесь на значительных площадях наблюдаются своеобразные растительные комплексы с мочажинами типа «римпи», деградированным сфагновым покровом, печеночными мхами и открытой водной поверхностью. На сравнительно небольшой площади исследований отмечено 36 видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников. Редкие виды отсутствуют. Болото «Лек-Нюр» сложено торфяными залежами различных типов. Мощности их изменяются в пределах от 0.2 до 1.9 м, максимальная – 3.50 м. Виды торфа относятся к верховому типу.

Болото «Лек-Нюр» не только клюквенное и морошковое, но оно представляет большой научный интерес в отношении растительности и стратиграфии торфяной залежи.

**Заказник «Болото Мартюшевское»** (площадь 9285 га) является эталонным типичного олиготрофного выпуклого грядово-мочажинного болота средней тайги, одно из крупнейших в республике. Это второй болотный заказник международного значения, расположенный на территории республики и соответствующий требованиям Международной Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях (1999). На Мартюшевском болоте произрастает 61 вид растений, среди которых встречаются редкие виды: *Pinus sibirica*, *Rhynchospora alba*, внесенные в Красную книгу Республики Коми (1999). Из мохообразных распространены довольно редко *Sphagnum lindbergii*, *S. riparium*, обычно характерные для тундровых сообществ. Из птиц встречается серый журавль, являющийся также редким для республики видом.

Мартюшевское болото – место многолетних научных исследований: здесь изучались растительность, стратиграфия торфяных залежей, химические свойства торфа и химический состав болотных вод, водный режим (Коми научный центр УрО РАН), а также продуктивность морошки и устойчивость ее зарослей к антропогенному влиянию (ВНИИ охраны природы МСХ России).

Экологические параметры: грядово-мочажинные и грядово-озерковые комплексы, являющиеся основными типами местообитаний, минеральные острова с сосновым лесом.

Негативное воздействие на болото оказала рубка леса, которая в 50-е годы проводилась на островах и по окрайкам заказника. В настоящее время на Мартюшевском болоте отмечены следы пожаров.

Таким образом, результаты исследований показали, что на территории болотных заказников, расположенных в бассейне р. Печоры, в пределах указанных районов республики, насчитывается 112 видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников. На болотных заказниках выявлены редкие виды растений: *Pinus sibirica*, *Baeothryon alpinum*, *Dactylorhiza russowii*, *Sphagnum rubellum*, *Calliergon Richardsonii*, *Warnstorffii fluitans*, *W. aduncus*, *Polytrichum Swartzii*. Основными антропогенными факторами, негативно влияющими на болотные заказники бассейна р. Печоры, являются разведка и добыча нефти.

#### Литература

- Алексеева Р. Н., Оксанен П. О. Растительность и стратиграфия Усинского болота (Республика Коми) // Бот. журн., 2005, т. 90, № 4. С. 536–544.  
Водно-болотные угодья России. Т. 2. Ценные болота. М., 1999. 87 с.  
Красная книга Республики Коми. Москва–Сыктывкар, 1999. 527 с.  
Красная книга РСФСР. М., 1983. 453 с.  
Красная книга СССР. М., 1978. 459 с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РАЙОНОВ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (ЗАЛИВЫ УРА-ГУБА И АРА-ГУБА)

*Н. Е. Королева*

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН,  
Кировск, Мурманская обл., flora01@rambler.ru*

**Введение.** Изучение растительного покрова является необходимой составной частью анализа состояния экосистем, как интактных, так и нарушенных в результате антропогенного воздействия. Экосистемы мурманского побережья Баренцева моря в ближайшем будущем примут на себя значительную нагрузку, связанную с перевалкой и дальнейшей переработкой и транспортировкой углеводородного сырья Штокмановского и Приразломного месторождения. Но до сих пор нет достаточных данных ни о современном состоянии растительности прибрежных территорий, ни о последствиях их возможного загрязнения нефтепродуктами. Хотя такие последствия не только могут быть катастрофическими для прибрежных экосистем, но и разрушить растительные ре-

сурсы, которые находятся в традиционном природопользовании местного населения.

Целью данной работы было изучение естественного растительного покрова в районе планируемого сооружения терминала для приема сырья Штокмановского газо-конденсатного месторождения, а также оценка последствий для растительности аварийного разлива нефтепродуктов, имевшего место в октябре и декабре 2006 г.

**Характеристика района исследований.** Заливы Ура-губа и Ара-губа Баренцева моря представляют собой заливы фиордового типа, с глубинами у берега до 70 м и обрывистыми скалистыми берегами. Побережье залива в районе исследования – это окраина сильно расчлененного долинами ручьев холмистого плато (высотой до 200 м), сложенного гранитоидами архейского возраста. К морю холмистое плато круто обрывается, лишь на берегах небольших заливов выражена узкая полоска мелко-галечного пляжа. Основные элементы денудационного микрорельефа в районе исследований, составленные коренными породами, – невысокие холмы с пологими склонами, долины ручьев, неглубокие и плоские межхолмовые ложбины.

Климат района отчетливо морской. Лето прохладное, средняя температура не выше 8–9°C. Зимой средняя температура не опускается ниже минус 10°C. Среднее количество осадков на побережье больше, чем в других районах области, превышает 600 мм в год.

**Материалы и методы.** Материалом для статьи послужили 15 геоботанических описаний, выполненных в июне 2007 г. в окрестностях поселков Видяево и Чан-ручей, в полосе шириной до 5 км от береговой линии. Пробные площадки для описания естественной растительности выбирали субъективно с целью отразить все разнообразие растительного покрова территории. На площади нефтяного загрязнения заложили по две пробные площадки в разных элементах микрорельефа. Их размер в тундрах и на болотах составил 2x2 м, в лесных сообществах – 10x10 м. На приморских лугах ширина площадки определялась границами сообщества, длина составляла 10 м.

Описание и классификацию растительности выполняли по методу Браун-Бланке (Westhoff, Maarel, 1973). Названия видов растений приводятся по сводке С. К. Черепанова (1995). Названия синтаксонов приводятся в соответствии с обзором автора (Королева, 2006).

**Естественный растительный покров.** Район исследований находится на северной границе предтундровых березовых редколесий, которые по берегам заливов-фиордов выходят к морю. Расчлененность микрорельефа привела к отчетливо выраженной высотной поясности растительности даже при превышении высот в несколько десятков метров. В долинах, логах, у подножия холмов расположены травяные и травяно-кустарничковые березовые криволесья (асс. *Geranietum sylvatici*, *Hylocomio-Betuletum pleurocietosum*, *Hylocomio-Betuletum geranietosum sylvatici*), иногда заболоченные. На склонах произрастают мохово-кустарничковые и лишайниково-кустарничковые разреженные березовые криволесья асс. *Empetro-Betuletum cetrarietosum*, *Empetro-Betuletum cladonietosum*, в сочетании со склоновыми болотами асс. *Drepanoclado*

*revolventis-Trichophoretum cespitosi* с ярусом березы. На вершинах холмов – фрагменты петрофитных кустарничково-лишайниковых тундр асс. *Loiseleurio-Diapensietum*. В бессточных межхолмовых ложбинах – кустарничково-травяные сфагновые болота асс. *Rubo chamaemori-Caricetum rariflorae*. На галечном приморском пляже отмечены открытые растительные группировки *Festuco-Caricetum glareosae* с участием дифференциальных видов асс. *Honckenyo diffusae-Elymetum arenarii*. С ними граничат высокотравные, красочные приморские луга асс. *Tripleurospermo-Festucetum arenariae*. Кроме того, большие площади на территории поселков, вблизи них, у дорог, трубопроводов, линий электропередач и производственных объектов заняты вторичной, синантропной растительностью.

**Последствия загрязнения территории нефтепродуктами.** Загрязнение территории произошло в результате утечки мазута после двух локальных аварий – трещины в трубопроводе и разрыва в резервуаре хранения нефтепродуктов. Обе аварии произошли в осенне-зимний период 2006 г., и основная часть топлива попала в морскую акваторию, что вызвало загрязнение поверхности воды. Пораженная в результате разлива территория составила 24267 кв.м и включала склон холма под трубопроводом, заболоченную долину ручья и морской галечный пляж. Обследование территории проводили в ноябре 2006 и в июне 2007 гг. В результате осмотра места происшествия в ноябре, непосредственно после разлива нефтепродуктов, было установлено, что под трубопроводом площадь загрязнения составила около 280 кв.м, на склоне – около 1730 кв.м, на болоте, куда стекали ручьи со склона, – около 12000 кв.м. Скопления мазута (лужи) здесь достигали глубины 8 см. Береговая линия была покрыта нефтяной пленкой толщиной в 10–15 см.

При обследовании территории в июне было установлено, что большая часть нефтепродуктов была снесена со снегом и тальми водами в залив. На склоне обнаружены следы мазута в почве, на болоте – отдельные лужи мазута глубиной в несколько (до 5) см, а также протоки мазута. Это указывало на то, что часть топлива просочилась в почвенные горизонты и продолжает поступать в поверхностные воды.

На склоне произрастали сообщества травяных березовых криволесий в сочетании с синантропными растительными группировками. Здесь не было отмечено снижения проективного покрытия или видового разнообразия по сравнению с аналогичными, но не затронутыми загрязнением, растительными сообществами. В долине ручья, где произрастали травяно-гипновые болота асс. *Drepanoclado revolventis-Trichophoretum cespitosi* с ярусом березы, напротив, наблюдалась деградация напочвенного растительного покрова, выпадение видов мохообразных и сосудистых растений и формирование сомкнутых группировок *Eriophorum scheuchzeri+Equisetum arvense*, более устойчивых к загрязнению почвы. В приморской полосе отмечалось полное уничтожение характерной для нее растительности.

**Заключение.** Таким образом, из всего спектра растительных сообществ района исследований, расположенного на северной границе березовых криволесий, наиболее значительной угрозе в случае аварийного разлива нефтепро-

дуктов подвергаются сообщества так называемого субквального положения, где близок к поверхности уровень грунтовых вод, и куда осуществляется водосбор с окружающей, более возвышенной территории – т. е. сообщества приручьевых лугов, болот, приморских лугов и сообщества пляжа.

Результаты геоботанического обследования района предполагаемого выхода потока углеводородов на побережье должны стать основой для прогноза и мониторинга воздействия нефтедобычи на прибрежные экосистемы наряду с результатами исследования состояния поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха, почв и животного мира.

Полевые исследования и обработка результатов были проведены благодаря финансовой поддержке программы «Биоразнообразие» и регионального гранта РФФИ «Север» 07–04–96902. Также я благодарю за содействие в полевых работах следователя военной прокуратуры старшего лейтенанта Р. А. Бондаренко, командира в/ч полковника В. С. Тютякало и его заместителя майора А. В. Евграшина.

#### Литература

Королева Н. Е. Безлесные растительные сообщества побережья Восточного Мурмана (Кольский полуостров, Россия) // Растительность России. 2006. № 9. С. 20–42.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 990 с.

Westhoff V., Maarel E., van der. The Braun-Blanquet approach // Handbook of Vegetation Science, V. Ordination and classification of communities. The Hague. 1973. P. 617–626.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ СОЕДИНЕНИЙ

*В. Е. Зяблицев<sup>1</sup>, М. П. Зяблицева<sup>2</sup>, Е. В. Зяблицева<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,*

*<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Янтарная кислота является источником жизни и энергии животных и растительных организмов и, как считают [1], улучшает состояние полезных микробов, тем – самым снижая антропогенное воздействие окружающей среды. Поэтому янтарная кислота и ее производные нашли применение в качестве биологически активных и экологически безопасных регуляторов роста сельскохозяйственных растений и лекарственных форм. В связи с этим, актуальна задача увеличения выпуска синтетической янтарной кислоты и ее соединений, повышения их ассортимента, качества и биологической активности.

В сообщении приведены результаты исследований рострегулирующей, биологической и антимикробной активности янтарной кислоты (содержание основного вещества 60–90%) и ее производных (калиевая соль с содержанием основного вещества более 90% и моно- и дихлорянтарная кислоты с содержанием основного вещества 80–85%), полученных методом электрохимического гидрирования водного раствора малеинового ангидрида с добавкой хлоридов на опытно-промышленной установке, параметры которой и технология процесса

проведены в [2]. Рострегулирующая активность синтезированных соединений апробирована в научно-исследовательском институте гербицидов (г. Уфа), биологические и антимикробные свойства исследованы в медицинской академии (г. Киров). Рострегулирующую активность проверяли в оранжерейных и полевых (сельскохозяйственные районы Башкирии, Краснодарского края, Средней Азии и Кировской области) условиях на различных почвах (выщелоченный чернозем, серые лесные и среднесуглинистые почвы с содержанием гумуса до 3.7%) методом предпосевной обработки семян (350 г/т) с использованием в качестве эталона гумата натрия (доза 750 г/т). Биологические функции и антимикробные исследования проводили на лабораторных животных (крысы линии «Вистар») путем оценки влияния веществ на основные показатели белкового, жирно-липидного и углеводно-энергетического обмена на организменном и органном (печень, почки) уровнях, а также на протекание восстановительных процессов после кровопотери и голодания.

Результаты полевых испытаний рострегулирующей активности янтарной кислоты и ее производных проведены в табл. 1 и 2. Из представленных результатов видно, что все испытанные вещества обладают выраженной рострегулирующей активностью. Увеличение пророста зеленой массы (кукуруза, подсолнечник) составило от 10 до 22%, урожайность сельскохозяйственных культур повысилась в среднем на 10–25%. Отмечена высокая рострегулирующая активность производных (калиевые соли и хлорянтарные кислоты) янтарной кислоты. Все синтезированные соединения рекомендованы для государственных испытаний на предмет применения в качестве регуляторов роста сельскохозяйственных культур.

Таблица 1

### Всхожесть и урожайность сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная культура	Повышение всхожести, %				Повышение урожайности, ц/га (%)					
	ГН	ЯК	МКС	ДКС	ГН	ЯК	МКС	ДКС	ХЯК	ДХЯК
1. Кукуруза, «Краснодарский-303В»	8	0	16	10	5 (6)	15 (17)	14 (16)	16 (19)	–	–
2. Подсолнечник, «Белозерский гигант»	6	6	22	22	1 (7)	3 (14)	35 (14)	3 (16)	–	–
3. Подсолнечник, «ВНИИМК – 8883»	–	–	–	–	28 (8)	44 (14)	63 (18)	60 (17)	59 (17)	–
4. Сахарная свекла, «ППГ – 10»	6	16	10	14	25 (7)	42 (12)	73 (24)	60 (17)	–	–
5. Свекла столовая, «Бордо»	–	–	–	–	18 (7)	36 (14)	31 (12)	44 (17)	–	26 (10)
6. Морковь, «Шантанэ»	–	–	–	–	45 (12)	60 (16)	25 (25)	80 (21)	90 (23)	95 (25)

Исследования влияния янтарной кислоты и ее производных на биологические (суточная доза составляла: исследования влияния на увеличение массы – 3–8 мг/100 г массы; исследования влияния на восстановление массы после голодания – 15–25 мг/100 г массы) и антимикробные (доза 0.05–0.50%) свойства показали высокую активность хлорсодержащих соединений. Отмечен положи-

тельный эффект испытанных соединений на обмен веществ (доза 8 мг/100 г массы), а янтарной кислоты – на набор веса (при дозе 20–25 мг/100 г массы выше на 20% по сравнению с контрольными животными) экспериментальных животных. Бактерицидная активность выше у хлорсодержащих соединений янтарной кислоты и проявляется в дозах 0.25–0.50%. Янтарная кислота и ее производные рекомендованы для апробации в ветеринарии и медицине при профилактике и лечении кожных заболеваний, гипотрофии на фоне голодания, нарушении метаболизма при сахарном диабете, перетонитах и других болезнях.

Таблица 2

### Сбор зеленой массы

Культура	Повышение сбора зеленой массы, ц/га (%)				
	ГН	ЯК	МКС	ДКС	ДХЯК
Подсолнечник, «ВНИИМК–8883»	28 (8)	49 (14)	63 (18)	60 (17)	59 (17)

Примечание: ГН – гумат натрия; ЯК – янтарная кислота; МКС – монокалиевая соль ЯК; ДКС – дикалиевая соль ЯК; МХЯК – монохлорянтарная кислота; ДХЯК – дихлорянтарная кислота.

### Литература

1. Кондрашова М. И. Янтарная кислота – источник энергии в организме // «Норматив» ассоциации «Внедрение», 1990, № 1. С. 17–18.
2. Зяблицева М. П., Зяблицев В. Е. Электрохимический синтез регуляторов роста растений на основе янтарной кислоты // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья. Материалы 1 Всероссийской научно-практической конференции: Межвузовский сборник научных трудов Киров: ВГСХА, 2004. С. 192–193.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА Р. ВЯТКА

*М. Г. Дворников, Н. П. Дворникова*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
vsaa@insysnet.ru*

В 1970–1980 гг. при данном уровне развития производительных сил было предложено оптимальное развитие общества в биосфере Земли (Шварц, 1976; Поль Р. Эрлих, 1983), когда с одной стороны получается наивысший хозяйственный эффект, а с другой – не происходит разрушение биоты, загрязнение природной среды, а на хозяйственно освоенных территориях создаются высокопродуктивные урбанизированные экосистемы. Для разрешения социально-природного противоречия на рубеже XX и XXI вв. ООН был предложен переход ряда государств на путь устойчивого развития, способствующий сохранению на длительную перспективу безопасных условий жизни в ноосферной цивилизации. Известно (Урсул, 2006), что устойчивость биосферы и её экосистем обеспечивается способностью поддерживать свое функционирование и восстанавливаться после негативных воздействий. Это достигается благодаря биологическому разнообразию, которое в течение длительного времени сформирова-



ло компенсаторные механизмы. В процессе жизнедеятельности биоты сформировались биогеохимические циклы, обеспечивающие стабильность биосферы. Поэтому, чем выше биоразнообразие, тем стабильнее экосистемы. Данные экосистемы – природные эталоны с заповеданным и ограниченным режимом природопользования (заповедники, биосферные резерваты и т. д.), расположенные на типологической основе в биогеографических провинциях, характеризуются малонарушенностью биоты и биогеоценологических процессов. В ряде случаев заповедники и другие особо охраняемые природные территории (ООПТ), организованные в 20–90-е годы XX в., в результате преобразований человеком прилегающих к ним ландшафтов уже в течение ряда лет представляют собой природные острова среди урбанизированных территорий. В данной ситуации ООПТ являются донорами, способствуют сохранению, восстановлению и поддержанию утраченных естественных функций биоты и экосистем, в том числе на урбанизированных территориях; точкой отсчета экологического мониторинга и безопасных условий жизни; вектором управленческих действий по устойчивому развитию общества в ноосфере. Эти функции заповеданных территорий, обозначенные в Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России, Экологической доктрине России и Севильской стратегии биосферных резерватов, содействуют экономическому и социальному развитию регионов и стран, устойчивому в социально-культурном и экологическом отношении. Использование достижений естественнонаучных исследований служат для реконструкции урбанизированных территорий. Здесь широко используются принципы эталонов жизненной среды в конкретных ландшафтах. Изучение природных эталонов, в частности и истории освоения и преобразования ландшафтов человеком, является базисом для экологической реставрации урбанизированной среды. Обобщение имеющихся сведений о преобразовании естественных экосистем человеком в Вятско-Камском междуречье в эталонных и освоенных хозяйственной деятельностью территорий с прогнозом их дальнейшего развития в XXI в. было целью нашей работы. Восстановлены: естественная динамика экосистем в связи с изменениями климата; этапы преобразований экосистем человеком за восьмидесятилетний период времени (Дворников, 2007). Число дней в году с нулевой температурой долгое время было невидимой границей и разделяло племена охотников, скотоводов и земледельцев. Длительное время территория бассейнов р. Вятка и р. Кама была занята лесными землями (табл.). Учитывая, что главные преобразование природной среды были от агропромышленного воздействия, поэтому исследования данных процессов проводятся на кафедре экологии ВГСХА.

Таблица

Субъекты Российской Федерации	Республика Коми	Пермская обл.	Кировская обл.	Республика Удмуртия	Республика Марий Эл	Республика Татарстан
Площадь субъекта РФ, тыс.км <sup>2</sup>	415,9	160,6	120,8	42,1	23,2	68,0
Численность, млн. чел.	1,3	3,2	1,7	1,7	0,8	3,8
Плотность, чел./км <sup>2</sup>	3,2	19,9	14,0	40,0	34,5	55,9
Нагрузка на среду по комплексному показателю, т/км <sup>2</sup>			1,67	1,12		10,66
Общая площадь лесных земель и кустарниковых пойм, тыс.км <sup>2</sup>	293,3	86,8	60,9	16,2	12,1	11,03
Лесистость современная/ потенциальная площадь лесных земель, %	<u>61–81</u> 85	<u>61–81</u> 97	<u>31–80</u> 97	<u>30–47</u> 95	<u>30–60</u> 95	<u>30–40</u> 55
Доля пашни, %	2,0	13,0	22,1	37,1	27,0	55,4
Гидротермический коэффициент		1,6–1,7	1,1–1,5	1,3–1,6	1,3–1,6	1,0–1,3
Число дней в году ниже 0°С	175– 180	174	169	150– 165	150– 165	150– 160
Устойчивость экосистем	3–4	4–5	5–6	6	6	6

Крупные поселения людей и города возникли в исторический период в XI–XX вв. и располагались значительно севернее главного ландшафтного рубежа, где гидротермический коэффициент больше 1. Цикличность климата уже не значительно влияла на динамику границ лесных экосистем. Напротив, в результате интенсивной антропогенной трансформации экосистем в XVII–XX в.в., в южных районах региона образовался вторичный лесостепной ландшафт. Лесистость в южной и средней частях бассейнов р. Вятка и р. Кама близка уже к 30%, в отдельных случаях составляла 15–30%. На рубеже XX–XXI вв. в междуречье р. Вятки и р. Камы в городах с развитой промышленностью проживало 70% населения. В данных условиях преобразованных экосистем в Вятско-Камском междуречье располагаются природные эталоны федерального значения: государственный заповедник «Нургуш» (0,05% от площади Кировской области) и Нечкинский национальный парк (0,5% от площади Республики Удмуртия). В этих субъектах еще не представлены минимальные 3% под федеральные ООПТ, несмотря, на то что устойчивость экосистем уязвима. Необходимо отметить, что здесь меньше, чем в других субъектах Российской Федерации, представлена и площадь региональных ООПТ (всего 1,2–2%). В процессе исследований установлены многолетние параметры динамики фитомассы и зоомассы, определены также продуктивность луговых и лесных экосистем и параметры биогеохимических круговоротов на участках, находящихся в ООПТ и урбанизированных территориях. Площадь многих ООПТ регионального значения в большинстве случаев составляет около 50 га, т. е. здесь также не обеспечиваются средообразующие функции естественной природы. Практически отсутствуют ООПТ в южной ча-

сти междуречья рек Вятки и Камы в антропогенной лесостепи. Здесь не обеспечивается самовосстановление утраченных функциональных и средообразующих функций биоты. В итоге считаем, что для экологической реставрации урбанизированной среды необходима, в первую очередь, организация крупной сети ООПТ в пределах экологического каркаса, что остановит деградацию экосистем. В дальнейшем, используя экологические предпосылки по структуре региональных экосистем, создавать высокопродуктивные урбанизированные ландшафты (Дворников, Дворникова, 2007). Однако обозначенные мероприятия должны входить в число приоритетных государственных и региональных программ устойчивого развития.

### Литература

Шварц С. С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования // Всесторонний анализ окружающей природной среды / Труды II советско-американского симпозиума. Л., 1976. С. 181–191.

Поль Р. Эрлих Стратегия охраны природы, 1980-2000 // Биология охраны природы. М., 1983. С. 368–386.

Урсул А. Д. Концептуальное моделирование устойчивого развития // Экология урбанизированных территорий. 2006. № 2. С. 23–32.

Дворников М. Г. Проблемы экологического мониторинга и нормирования в природно-урбанизированных территориях Вятско-Камского междуречья. Экология урбанизированных территорий. 2007. № 3. С. 90–94.

Дворников М. Г., Дворникова Н. П. Экологические предпосылки комплексного природопользования и сохранения биоразнообразия в бассейне р. Вятки. Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Киров, 2007. С. 111.

## ЗАЩИТНОЕ И НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ БАЙКАЛ ЭМ–1 НА ЯЧМЕНЕ

*А. В. Помелов*

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

Байкал ЭМ–1– это многоцелевой, полифункциональный препарат, представляющий собой консорциум около 80 видов аэробных и анаэробных микроорганизмов (молочнокислые, азотфиксирующие и фотосинтезирующие бактерии, актиномицеты, дрожжи и других видов грибов). Данный препарат зарегистрирован и включен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов...» как микробиологическое удобрение. Одним из наиболее доступных и эффективных способов применения препарата Байкал ЭМ–1 является обработка семян. В литературе приводятся сведения по фунгицидному и росторегулирующему действию препарата на зерновых культурах (Блинов, 2003; Баталова, Будина, 2007). Из биофунгицидов широко применяются на зерновых культурах псевдомонадные препараты (агат 25К, альбит, планриз, псевдобактерин–2). Необходимо учитывать, что эффективность биологических препаратов ниже химических и во многом зависит от природно-климатических условий и зара-

женности семян (Помелов, 2004). Пестициды как биологически активные вещества способны оказывать свое действие и на нецелевые объекты, влияют на наследственность, вызывают мутации (Куринный, Пилинская, 1985). Имеются единичные сведения о мутагенном эффекте на растения ячменя современных химических и биологических препаратов при обработке семян (Черемисинов, 2004).

Цель исследований – изучить фунгицидное, росторегулирующее и мутагенное действие микробиологического удобрения Байкал ЭМ–1 на ячмене сорта Абава способом обработки семян.

Полевые опыты проводились в 2005–2006 гг. на опытном поле ВГСХА. Семена обрабатывали препаратами за один день до посева с нормами расхода, указанными в табл. 1. Расход рабочей жидкости 10 л/т. В качестве эталона был взят биофунгицид и регулятор роста альбит, тпс. Учетная площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое в один ярус. Для изучения мутагенного действия биопрепаратов использовали тест-линию маркерного *Waxy*-гена ячменя. Эта тест-система позволяет анализировать большое количество пыльцевых зёрен. Данным методом уже в год обработки (в первом поколении) можно определить активность мутагенного фактора. Лocus *Waxy* определяет отсутствие синтеза амилозы в пыльцевых зернах и эндосперме, регистрируется по изменению цвета пыльцевых зерен при специфическом окрашивании на крахмал в растворе Люголя. Мутантные пыльцевые зерна приобретают темно-синюю или черную окраску и отличаются меньшими размерами (Дудин, 1990). В 2005 г. семена ячменя линии *waxy* обрабатывали препаратами за один день до посева (табл. 3). Растения выращивали в полевых условиях на опытном поле Вятской ГСХА. В период созревания пыльников колосья с главных стеблей срезали и фиксировали в 70% этиловом спирте, а затем высушивали.

Результаты исследований показали, что при слабой зараженности семян возбудителями корневых гнилей *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium spp.* (5.3%) биопрепараты обладали сравнительно высокой фунгицидной активностью (табл. 1). Микробиологический препарат Байкал ЭМ–1 несколько уступал биофунгициду альбит по биологической эффективности против корневых гнилей на семенах.

Распространение корневых гнилей в фазу начала выхода в трубку в 2005 г. составило 24.3%, а в 2006 – 42.4. Фунгицидная активность препаратов против корневых гнилей в период вегетации была низкой. По защитному действию против корневых гнилей в начале фазы выхода в трубку Байкал ЭМ–1 превосходил препарат альбит в 1.3 раза.

При обработке семян препарат Байкал ЭМ–1, не оказывая влияния на лабораторную всхожесть, повысил полевую всхожесть по сравнению с контролем в 1.3 раза, а выживаемость растений к уборке – на 17%.

В среднем за 2005–2006 гг. наблюдалась тенденция к увеличению урожайности при обработке семян препаратом Байкал ЭМ–1. Прибавка зерна обеспечивалась за счет повышения продуктивной кустистости. Данный препарат не оказал также существенного влияния на содержание белка в зерне ячменя.

Таблица 1

**Эффективность препаратов на ячмене (средние данные за 2005-2006 гг.)**

Вариант	Биологическая эффективность против корневых гнилей, %		Урожай- ность, ц/га	Содержа- ние белка в зерне, %
	<i>Bipolaris sorokiniana</i> и <i>Fusarium spp.</i> на семенах	фаза начала вы- хода в трубку		
Контроль, обработка водой, 10 л/т	–	–	25.3	11.80
Альбит, тпс, 30 г/т	86.4	31.9	27.2	11.50
Байкал ЭМ–1, ж, 1 л/т	75.5	40.2	28.4	12.04
НСР <sub>05</sub>			3.3	

Для изучения росторегулирующей и антистрессовой активности препаратов обработанные семена закладывали в чашки Петри по 20 шт. на чистый речной прокаленный песок. Повторность 4–6 кратная. Химический стресс создавали путем внесения в чашку Петри гербицида трефлан из расчета 3 л/га. Ячмень является чувствительной культурой к данному гербициду. Семена проращивали в термостате при температуре 22°C. Биометрические измерения проводили на 10 день после посева. В оптимальных условиях выращивания микробиологический препарат Байкал ЭМ–1, как и альбит оказал стимулирующее действие только на длину корней (табл. 2).

Таблица 2

**Росторегулирующее и антистрессовое действие биопрепаратов на ячмене**

Вариант	Длина проростков		Длина корней	
	см	%	см	%
Опыт 1 (Росторегулирующее действие)				
Контроль, обработка водой, 10 л/т	20.3±1.9	100.0	19.2±0.4	100.0
Альбит, тпс, 30 г/т	20.5±1.2	101.0	21.3±0.6	110.9
Байкал ЭМ–1, ж, 1 л/т	20.2±0.5	99.5	21.5±0.5	112.0
Опыт 2 (Химический стресс, трефлан, 3 л/га)				
Контроль, обработка водой, 10 л/т	7.2±0.3	100.0	3.2±0.4	100.0
Альбит, тпс, 30 г/т	10.1±0.5	140.3	5.7±0.5	178.1
Байкал ЭМ–1, ж, 1 л/т	8.5±0.2	118.1	3.9±0.1	121.9

Наиболее сильную антистрессовую активность проявил регулятор роста альбит. Так, длина корней увеличилась по сравнению с контролем в 1.8 раза, а длина проростков – в 1.4 раза. Байкал ЭМ–1 оказал более слабое антистрессовое действие на проростки по сравнению с альбитом.

Результаты исследований показали, что спонтанное мутирование пыльцевых зерен составило 0.056% (табл. 3).

Препараты в рекомендуемых нормах расхода вызвали достоверное увеличение частоты *Ваху* – мутаций по сравнению с контролем (в 1.8–4.4 раза).

Максимальное мутирование пыльцевых зёрен наблюдалось при обработке семян биофунгицидом альбит. По мутагенной активности альбит близок к химическим протравителям семян.

Таблица 3

**Влияние биопрепаратов на частота мутаций Waхu-гена ячменя (2005 г.)**

Варианты опыта	Проанализировано пыльцевых зёрен, тыс. шт.	Мутантных пыльцевых зёрен	
		n	P±S <sub>p</sub> , %
Контроль, вода – 10л/т	77	43	0.056±0.009
Альбит, тпс, 30 г/т	64	157	0.245±0.020***
Байкал, ж, 1 л/т	51	51	0.100±0.014**

Примечание: \* – уровень вероятности P>0,95

Таким образом, микробиологический препарат Байкал ЭМ–1 при обработке семян проявил фунгицидный эффект против корневых гнилей ячменя, оказал стимулирующее и антистрессовое действие на проростки, повысил урожайность зерна на 3.1 ц/га. Байкал ЭМ–1 вызвал достоверное увеличение частоты мутаций Waхu – гена пыльцевых зёрен.

Микробиологический препарат Байкал ЭМ–1 можно рекомендовать как биофунгицид для обработки семян ячменя при слабой зараженности возбудителями корневых гнилей.

**Литература**

1. Баталова Г. А., Будина Е. А. Эффективность применения микробиологического удобрения Байкал ЭМ 1 на яровом овсе // Земледелие, 2007. № 2. С. 29–30.
2. Блинов В. А. Биотехнология (некоторые проблемы сельскохозяйственной биотехнологии). Саратов: Саратовский ГАУ, 2003. 196 с.
3. Дудин Г. П. Частота Waхu-мутаций у ячменя, обработанного лазерным излучением и фитогормонами // Генетика, 1990. Т. 26. № 2. С. 363–365.
4. Куринный А. И., Пилинская М. А. Исследование пестицидов как мутагенов внешней среды. Киев: Наукова Думка, 1976. 114 с.
5. Помелов А. В. Влияние псевдомонадных препаратов на корневые гнили ячменя // Современные аспекты селекции, семеноводства, технологии, переработки ячменя и овса: Материалы Международной научно-практической конференции. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2004. С.140–142.
6. Черемисинов М. В. Изменение маркерного Waхu-гена ячменя под влиянием фунгицидов-протравителей семян и биологических препаратов / 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции: Межвузовский сборник научных трудов. Киров, 2004. С. 124–126.

## ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА КИРОВА НА ФОНЕ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*А. А. Щеглов*

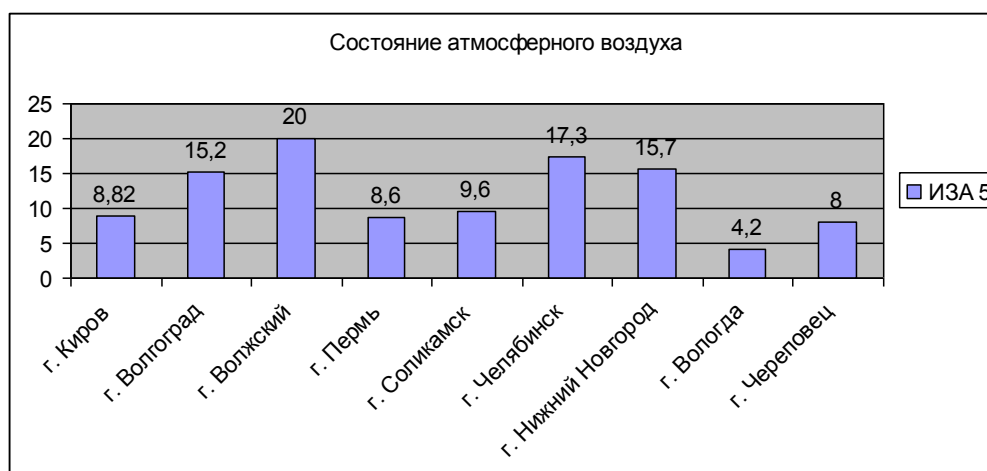
*Управление охраны окружающей среды  
и природопользования Кировской области*

Качество атмосферного воздуха – наиболее важный показатель, характеризующий состояние окружающей среды. Для сравнительного анализа был использован индекс загрязнения атмосферы – комплексный показатель степени загрязнения атмосферы, рассчитываемый в соответствии с методикой (РД 52.04 186–89) как сумма средних концентраций в единицах ПДК с учетом класса опасности соответствующего загрязняющего вещества. Обычно индекс загрязнения атмосферы рассчитывают по пяти загрязнителям: пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и формальдегид.

Если годовой показатель ИЗА от 0 до 7, то загрязнение воздуха считается низким и мало влияет на здоровье. Если индекс выше 14, он оценивается как очень высокий и неблагоприятный для здоровья.

По данным 1997 г. самые высокие показатели ИЗА (более 14) имеют 33 города России, среди которых Архангельск, Кемерово, Красноярск, Краснодар, Москва, С-Петербург, Самара, Саратов, Ульяновск, Чита и др.

Название города	Выброс ЗВ в атмосферу, т/год Валовый выброс	ИЗА
г. Киров	61,14 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 8,82
г. Волгоград	85,965 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 15,2
г. Волжский	42,555 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 20
г. Пермь	36,700 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 8,6
г. Соликамск	4,883 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 9,6
г. Челябинск	140,937 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 17,3
г. Нижний Новгород 2003 год		ИЗА <sub>5</sub> – 15,7 (2003)
г. Вологда	5,199 тыс.тонн	ИЗА <sub>5</sub> – 2,8-5,55
г. Череповец	353,516	ИЗА <sub>5</sub> – 12,5-3,59



Из выше приведенной таблицы хорошо видно, что атмосферный воздух г. Кирова в 2005 г. имел повышенный уровень загрязнения. Подобная ситуация наблюдается в г. Перми и Череповец. Низкий уровень наблюдался только в г. Вологда.

В то же время по данным информационного портала «Природа Пермского края» летом 2007 г. в пяти из семи охваченных мониторингом городов края отмечен высокий уровень загрязнения атмосферы в гг. Перми – 17,3, Соликамске – 18,8, на основании чего можно предположить, что ситуация с качеством атмосферного воздуха может сильно отличаться по годам.

К качествам, характеризующим состояние окружающей среды города, считаем возможным добавить такой показатель, как количество учтенных и ликвидированных несанкционированных свалок.

Несанкционированная свалка мусора – скопление отходов производства и потребления, возникшее в результате их самовольного (несанкционированного) сброса (размещение) или складирования на площади свыше 50 квадратных метров и объемом свыше 30 куб. метров.

По сообщению НИА «Нижний Новгород» муниципальным учреждением «Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Нижнего Новгорода» в 2006 г. было ликвидировано 159 несанкционированных свалок. На проведение мероприятий по ликвидации свалок из бюджета города было выделено 20 млн. руб.

Электронное СМИ «Волгоград в сети» информирует, что в 2006 г. в г. Волгограде было выявлено 185 несанкционированных свалок отходов, в г. Волжском 49.

По сообщению информационно-аналитического агентства «УралБизнесКонсалтинг» администрацией г. Челябинска в 2005 г. было выделено 21 млн. рублей на ликвидацию несанкционированных свалок мусора и обустройство контейнерных площадок.

В новостях от 10.04.2006 электронного научно-практического журнала «Экология производства» указывается, что в 2005 г. в Казани было выявлено 777 несанкционированных свалок мусора, впоследствии 490 из них были ликвидированы.

По информации, представленной на сайте администрации г. Красноярска, на территории только Кировского района города в 2007 г. выявлено 21 несанкционированная свалка. Из бюджета города выделено средств на работы по ликвидации свалок в объеме 559,991 тыс. рублей.

В 2006 г. на территории г. Кирова насчитывалось более 30 несанкционированных свалок отходов. На ликвидацию несанкционированных свалок было потрачено 200 тыс. руб. Количество ликвидированных свалок около 20.

Выше приведенная информация наглядно показывает, что ситуация с несанкционированными свалками в городах Российской Федерации может несколько отличаться по количеству выявленных свалок, а это зависит прежде всего от качественного проведения работ по целенаправленному поиску и фиксации мест их размещения и учета общего количества.



Но общая картина однозначно дает понять, что несанкционированные свалки отходов типичная картина для любого города. Другой вопрос, что в решении данного вопроса, по крайней мере в выделении денежных средств на ликвидацию несанкционированных свалок, город Киров стоит не на первом месте.

Безусловно, имеет значение не только то, какое качество окружающей среды складывается на конкретной территории, но и то, какие мероприятия осуществляются по охране и восстановлению окружающей среды. В данном случае для сравнения предлагаю взглянуть на объемы финансирования природоохранных мероприятий.

По сообщению НИА Нижний Новгород на финансирование природоохранных мероприятий из средств целевого бюджетного экологического фонда города Нижний Новгород в 2006 г. было потрачено 56,1 млн. рублей.

В городе Кирове в 2006 г. на природоохранные мероприятия было потрачено только 10,76 млн. рублей.

Сравнительная структура затрат приведена в таблице.

	г. Нижний Новгород	г. Киров
Охрана атмосферного воздуха	0,6 млн.руб.	0,05 млн. руб.
Охрана водных ресурсов	3 млн. руб.	5,2 млн. руб.
Обращение с отходами	27,7 млн.руб.	0,68
Охрана растительного мира и памятников природы	11,1 млн. руб.	4,62
Экологическое воспитание и образование	0,3 млн. руб.	0,21
Развитие материально-технической базы природоохранных органов	12,5 млн.руб.	–
Создание автоматизированных систем мониторинга	0,9 млн.руб.	–
<b>ИТОГО</b>	<b>56,1</b>	<b>10,76</b>

Таким образом, затраты на природоохранные мероприятия в г. Нижний Новгород более чем в 5 раз превосходят затраты г. Кирова.

Выводы:

Качество окружающей среды в городе Кирове, по сравнению с другими городами Российской Федерации, в целом можно охарактеризовать как удовлетворительное. Для г. Кирова, также, как и для других городов, характерны проблемы с загрязнением атмосферного воздуха, несанкционированными свалками отходов.

Объемы же выполняемых природоохранных мероприятий по сравнению с г. Нижний Новгород меньше в несколько раз.

Необходимо отметить, что получение полной и достоверной информации о состоянии г. Кирова и других городов Российской Федерации несколько осложняется отсутствием действующих единых (типовых) систем комплексного экологического мониторинга в городах РФ.

Основой для составления данного доклада являлась информация из региональных докладов о состоянии окружающей среды:

по г. Кирову – регионального доклада «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2005 году»;

по г. Волгограду, г. Волжский – регионального доклада «О состоянии окружающей природной среды Волгоградской области в 2005 году»;

по г. Пермь, г. Соликамск – доклада «Состояние и охрана окружающей среды Пермской области в 2005 году»;

по г. Вологде, г. Череповец – доклада «О состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2005 году».

по г. Нижний Новгород – ежегодного доклада «Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2003 г.»

по г. Челябинску – интернет-сайта городской администрации.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДЫ Р. УРЖУМКИ**

*А. Н. Васильева, И. А. Шубина*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

В связи с развитием промышленности и ростом городов проблема загрязнения природных вод становится все более актуальной. Вода, как никакой другой природный объект, подвержена воздействию человеческой деятельности, причем реагирует на его действие изменением своего химического состава.

Такая ситуация характерна не только для крупных городов, но и для сравнительно небольших районных центров. Не обошла стороной проблема загрязнения поверхностных вод и г. Уржума. Согласно последней переписи населения в городе проживает около 15000 человек. Здесь функционирует несколько крупных промышленных предприятий: ОАО «Уржумский спиртоводочный завод», ОАО «Уржумский маслодельно-сыродельный завод», ООО «Пищекombинат», ООО «Модуль», ООО «Хлеб». Кроме того, в черте города находятся два сельскохозяйственных предприятия: ООО «Богдановское» и КХ «Надежда». Поэтому *целью* настоящей работы явилась оценка качества воды р. Уржумки в пределах г. Уржума.

На исследуемом участке р. Уржумки протяженностью около 5 км были отобраны пробы воды в 7 точках, соответствующих местам наибольшей антропогенной нагрузки: № 1 – при входе в город (основной источник антропогенного воздействия на реку – организованный выпас скота); № 2 – ниже моста (антропогенная нагрузка здесь проявляется в виде бытовой деятельности населения); № 3 и 4 (выше и ниже стоков городской бани; № 5 и 6 (выше и ниже стоков маслозавода) и № 7 – ниже сброса сточных вод с городских очистных сооружений. Пробы воды отбирались в летнюю межень 2004, 2005, 2006 гг. Исследования проводились с привлечением учащихся 8–9 классов гимназии г. Уржума в период работы летнего экологического лагеря.

Результаты проведенных исследований показали, что превышения норм по органолептическим показателям (главным образом, по запаху и цветности) наблюдались ниже стоков городской бани и маслозавода (до 1,5 ПДК) и особенно заметно – после сброса недостаточно очищенных городских канализационных стоков (2,5 и 2,0 ПДК, соответственно). Химические показатели качества речной воды (концентрации загрязняющих веществ) в течение последних 3 лет проведения мониторинга на исследуемом участке реки оставались практически постоянными и в большинстве случаев отвечали требованиям стандарта. Исключение составляют содержание аммиака и ионов аммония выше моста – до 1,9 ПДК (причина – выпас скота) и ниже очистных сооружений – до 3,8 ПДК, а также содержание сухого остатка ниже сброса заводских стоков – до 1,9 ПДК.

Следует заметить, что при переходе от одного источника загрязнения к другому вниз по течению реки наблюдается постепенное повышение концентрации большинства загрязняющих веществ. При этом максимальное содержание их в речной воде отмечено после сброса в реку городских стоков с очистных сооружений.

Сравнение результатов исследования воды р. Уржумки за последние три года (2004–2006 гг.) с данными предыдущих лет (начиная с 1995 г.) свидетельствует о том, что за более чем десятилетний период наблюдений характер изменения концентрации загрязняющих веществ на исследуемом участке реки сохраняется практически постоянным и не выходящим за рамки допустимого. При этом обращает на себя внимание тот факт, что после сброса в реку городских канализационных стоков с биологических очистных сооружений содержание большинства загрязняющих веществ в реке резко повышается. Поэтому администрациям города и района, а также предприятию ЖКХ следует обратить особое внимание на работу очистных сооружений.

## **ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА Г. МОСКВЫ**

*Н. Я. Трефилова, К. В. Варава, С. Б. Самаев, А. И. Ачкасов*  
*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов*  
*(ИМГРЭ), г. Москва, imgre@imgre.ru*

Интенсивность многолетнего техногенного воздействия и пространственная картина распространения загрязняющих веществ четко устанавливаются по химическому составу и геохимическим свойствам почв, являющихся относительно консервативным компонентом городских ландшафтов. В почвах формируются техногенные геохимические аномалии, пространственно отражающие зоны загрязнения. Особое значение среди многочисленных загрязнителей имеют тяжелые металлы, поскольку быстрое и требуемое по соображениям гигиенической и экологической безопасности естественное самоочищение почв от данного загрязнения затруднено, а во многих случаях практически невозможно.

С 1976 г. в г. Москве осуществляется мониторинг экологического состояния городских почв. Наблюдения ведутся на основе дифференциации террито-

рии города на зоны различного хозяйственного (функционального) использования. Основное внимание при этом уделяется промышленным зонам, которые являются главным источником и одновременно зонами загрязнения тяжелыми металлами (рис. 1).

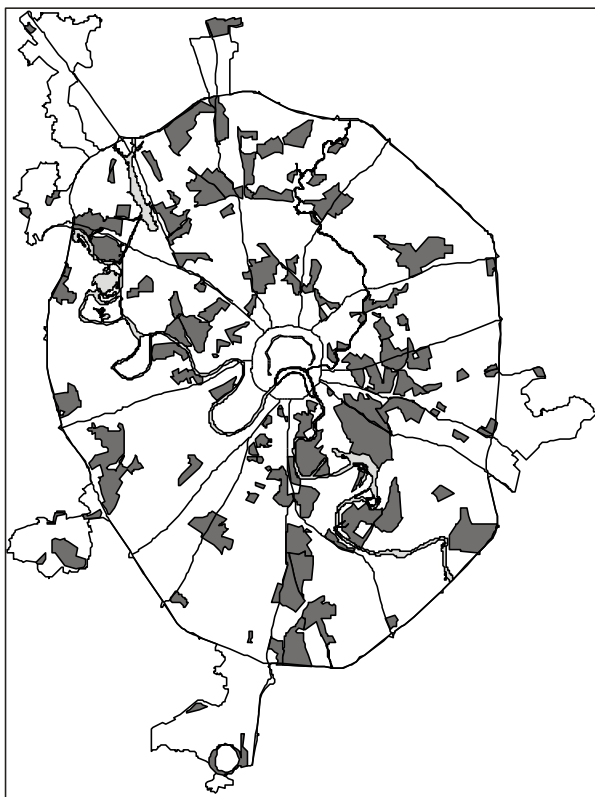


Рис. 1 Схема размещения промышленных зон на территории г. Москвы

Каждая промышленная зона г. Москвы с технологическим разнообразием входящих в нее предприятий представляет собой многокомпонентный источник загрязнения среды. Промышленные зоны расположены по территории неравномерно. Места их скопления приходятся на центральную часть города. Центр Москвы в пределах Садового кольца со всех сторон окружен прерывистой полосой промышленных зон. Особенно густое скопление промышленных зон характерно для восточной части города.

Большинство промышленных предприятий г. Москвы специализируются на металлообработке, машиностроении, приборостроении, радио- и электротехническом производствах, для которых характерны поставка в окружающую среду Cu, Zn Pb, Mo, W,

Co, Ni и ряда других химических элементов.

Анализ содержаний химических элементов в почвах города позволил выделить три группы химических элементов.

В первую вошли техногенные элементы-загрязнители активно накапливающиеся в почвах города и получившие широкое распространение – Aq, Zn, W, Pb, Cu, местами Hq, Cd.

Во второй группе элементы-загрязнители, содержание которых в почвах колеблется в основном на уровне фоновых значений. Это такие элементы, как Mo, Ni, Sn, Ba, Cr, Be, Co, B.

В третью группу вошли химические элементы, содержания которых в городских почвах преимущественно ниже фоновых значений: Li, Y, Yb, Ga, V, Zr, Nb, Bi, Mn, Ti.

Следует отметить, что все элементы первой и второй групп могут накапливаться в городских почвах, образуя отдельные локальные аномалии.

Интегральная характеристика загрязнения почв химическими элементами получена по величине суммарного загрязнения Zc [1,2]. Рассчитывается этот показатель по следующей формуле:  $Z_c = \sum K_c - (n-1)$ , где n – число учитываемых аномальных элементов, Kc – коэффициент концентрации (отношение содержания элемента в исследуемой почве к ее фоновому содержанию).



Рис. 2 Схема загрязнения городских почв г. Москвы химическими элементами

деляются 17 очагов с максимальным загрязнением (чрезвычайно опасным), т.е. с величиной  $Z_c$ , превышающей 128. Очаги максимального загрязнения почв выявлены в основном в пределах промышленных зон или на территориях, находящихся в зоне их влияния. Большинство таких очагов зафиксировано в центральной, юго-восточной, южной и восточной частях города.

За период, прошедший после предыдущего геохимического обследования почв г. Москвы в 1993 г., произошло уменьшение уровня загрязнения почв химическими элементами в основном за счет значительного снижения количества выбросов предприятиями. Последнее обусловлено: а) спадом производства, б) ликвидацией многих предприятий, в) ужесточением контроля за вредными выбросами со стороны природоохранных предприятий, г) возросшими объемами работ по санации почв на территории города – ликвидацией неорганизованных свалок, озеленении, создании защитительных сооружений при ведении строительства.

Вместе с тем, следует отметить увеличение интенсивности загрязнения городских почв таким опасным элементом как Рb. Загрязнение этим элементом в сравнении с 1993 г. увеличилось на всей территории и практически достигло, а местами даже превысило, уровень 1986 г. Исключение составляет восточная часть г. Москвы, где площади почв с высокими концентрациями Рb, превышающими допустимый уровень, постоянно снижаются.

Отмеченное увеличение уровня загрязнения почв Рb связано с резко возросшей интенсивностью движения автотранспорта на территории города и продолжающимся использованием этилированного бензина с добавками Рb.

Изучение почвенного покрова показало, что около 43% обследованной территории г. Москвы относится к категории допустимого загрязнения ( $Z_c < 16$ ). Почвы с умеренно опасным уровнем загрязнения ( $Z_c = 16-32$ ) занимают 28 % всей территории, с опасным ( $Z_c = 32-128$ ) – 27 %, с чрезвычайно опасным ( $Z_c > 128$ ) – 2 % (рис. 2).

Химические элементы, загрязняющие почву, распределены на территории города неравномерно. Почвы с допустимым уровнем загрязнения распространены в основном на периферических участках города, преимущественно на западе и юго-западе и приурочены к крупным городским лесопаркам. Гораздо в меньшей степени, фрагментарно, такие почвы встречаются на севере, юге и востоке города.

Почвы с умеренно опасным загрязнением широкой полосой простираются с северо-запада на юго-восток, охватывая центральную часть города. На их фоне вы-

### Литература

1. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. / Сост. Ревич Б. А., Сагит Ю. Е. и др. М.: ИМГРЭ, 1982.
2. Сагит Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990.

## ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГОРОДСКИЕ ЛАНДШАФТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Т. М. Белякова, Т. М. Дианова*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
tmdianova@mail.ru*

Учение о заболеваниях, вызванных неблагоприятными условиями окружающей среды, представляет собой один из сложнейших разделов медицины, геоэкологии не только в связи с их многообразием, но также благодаря тому, что многие общие теоретические и частные вопросы этой большой проблемы либо не решены, либо выяснены лишь частично. В этом отношении не являются исключением и попытки выявить и классифицировать геохимические факторы риска заболеваемости злокачественными опухолями. Почвы, природные воды, воздух, растения и другие компоненты геохимических ландшафтов являются либо прямыми, либо косвенными источниками жизни человека.

Эволюция геохимических ландшафтов промышленных городов, прежде всего, проявляется в загрязнении почв, как аккумулярующей системы ландшафта. В этой связи были проведены ландшафтно-геохимические исследования, позволяющие изучить поведение тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах, находящихся под действием выбросов металлургических предприятий г. Магнитогорска, а также выявить пространственную структуру очага загрязнения.

Изучаемая территория по условиям рельефа относится к пологоувалистым равнинам с небольшими останцово-сопочными массивами с относительными высотами 200–300 м. Климат континентальный: средняя температура января – 16,9, июля – +18,3°C; количество осадков – 350 мм/год; коэффициент увлажнения – 0,25–0,3; среднегодовая скорость ветра – 4,7 м/с. Господствуют ветры южного и юго-западного переноса. В целом район характеризуется неблагоприятными условиями для активного самоочищения ландшафтов от техногенных продуктов (небольшое количество ультрафиолетовой радиации, небольшая средняя скорость ветра, наличие штилей).

Основу почвенного покрова составляют черноземы типичные, выщелоченные и обыкновенные. Ореолы геохимических аномалий тяжелых металлов в почвах характеризуются постепенным их уменьшением от центра источника загрязнения к периферии. В соответствии с розой ветров контуры полей аномалий вытянуты с юго-запада на север. Наиболее сильное загрязнение почв наблюдается на расстоянии до 4 км к северу от металлургического комбината. В этой зоне спектр накапливающихся химических элементов наиболее широк:

содержание хрома и меди в почвах (0–20 см) в 6, цинка – 8, свинца – в 40, марганца – в 2 раза выше, чем в почвах ландшафтов, расположенных в ветровой «тени».

Основные металлы-загрязнители на изучаемой территории – медь, свинец, цинк. Наиболее высоким содержанием в почвах выделяется свинец (кларк концентрации – 60).

Техногенная аномалия тяжелых металлов в почвах антропогенных ландшафтов города представляет собой комплексный полиэлементный ореол с центром, приуроченным непосредственно к промышленному локусу. С удалением от центра загрязнения изменяется состав техногенной ассоциации металлов в почвах: к периферии из состава ассоциации последовательно исключаются молибден, ванадий, марганец, хром, цинк, медь, свинец (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение состава техногенной ассоциации тяжелых металлов в связи с удалением (в, км) от источника загрязнения**

Расстояние, км	1	2	3	4	5	6	7	8
Состав ассоциации	Pb>Zn> Cu>Cr> Mn>V> Ni>Mo	Pb>Zn> Cu>Cr> Mn>V> Ni>Mo	Pb>Zn> Cu>Cr> V>Mn	Pb>Cu> Zn>Cr> Mn>V	Pb>Zn> Cu>Cr> Mn>V	Pb>Cu> Zn>Cr> Mn	Pb> Cu> Zn	Pb

Наибольшую опасность для здоровья населения представляют высокие концентрации металлов в воздухе, так как непосредственно из воздуха, минуя звенья трофических цепей, металлы могут попадать в организм человека и вызывать болезни дыхательных путей. В приземных слоях атмосферного воздуха, куда с газовой-пылевыми выбросами попадают металлы, их содержание (в пыли) значительно выше, чем в почвах антропогенных ландшафтов: марганца, ванадия, хрома и молибдена в 2 раза, меди – в 5, свинца – в 3,6, цинка – в 19 раз.

При сравнении радиального распределения металлов в профиле почв, испытывающих техногенную нагрузку от источника загрязнения и условно чистого геохимического фона, находящегося в ветровой «тени», выявляется, что последние, по содержанию металлов в поверхностном слое (0–2 см) и в слое 15–20 см не имеют различий. Сильнозагрязненные почвы отличаются от «чистых» ярко выраженным накоплением металлов в поверхностном слое (0–2 см) по сравнению с нижележащим горизонтом. Так, на глубине 15–20 см в этих почвах содержание марганца, ванадия уменьшается в 1,5 раза, хрома, меди, цинка – в 3,0–3,5, свинца – в 9. В сопряженном ряду элементарных ландшафтов наиболее высокие концентрации металлов отмечаются в почвах суперэквальных и транэлювиальных ландшафтов наветренных склонов. В среднем содержание металлов-загрязнителей в них в 1,5–2,0 раза выше, чем в почвах элювиальных ландшафтов.

Изучение снегового покрова на исследуемой территории показало, что с увеличением интенсивности техногенной нагрузки возрастает общий запас солей в талых водах. На расстоянии 1–2 км от источника загрязнения на 1 км<sup>2</sup> площади поступает 1,5–4,0 т солей Ca<sup>2+</sup>; 0,4–1,0 т Mg<sup>2+</sup>; 0,1–0,3 т Na<sup>+</sup>; 0,1 т K<sup>+</sup>;

4,0–4,5 т НСО<sub>3</sub><sup>-</sup>; 0,1–3,0 т СГ. На фоновом участке эти показатели значительно ниже.

Содержание металлов в твердом остатке, пылевой составляющей снега, свидетельствует о закономерном уменьшении их, особенно меди, цинка и свинца, в направлении от промышленной к загородной зоне. Под воздействием преобладающих в зимний период (наиболее сильных) южных ветров ореолы рассеяния металлов вытянуты в северном направлении. Что же касается нерастворимой минеральной пыли, накапливающейся в снежном покрове на 1 км<sup>2</sup> за сутки, то в целом по городу ее приход превышает фоновый уровень в среднем в 112 раз.

На основании комплексных исследований проведено районирование города по геохимическому состоянию среды: выделены 4 зоны, различающиеся по степени и характеру техногенной нагрузки (табл. 2).

Таблица 2

**Районирование городской территории  
по геохимическому состоянию среды**

Оценочные показатели	Зоны техногенного воздействия			
	I слабое	II среднее	III сильное	IV очень сильное
Поступление минеральной пыли, кг/км <sup>2</sup> в сутки	<u>100</u> 16.7	<u>100–300</u> 16.7–50	<u>300–900</u> 50–150	<u>900</u> 150
Превышение над фоном				
Суммарный показатель загрязнения металлами: Снега (Ка) Пыли (Кк)	12 1	12,32 1,12	32–53 12–33	53–70 33–100
Ассоциация химических элементов в почвах (в числителе – концентрация, в знаменателе – рассеяние)	<u>Cu, Pb, Zn</u> Mn, Ni, V, Cr, Mo	<u>Pb, Cu, Zn,</u> <u>Mn</u> Ni, Cr, Mo, V	<u>Pb, Cu, Zn,</u> <u>Mn</u> V, Cr, Mo, Ni	<u>Pb, Zn, Cu, Cr,</u> <u>Mo</u> Ni

Для промышленного центра черной металлургии важно изучение онкологической ситуации вообще и заболеваемости населения раком легкого в част-



ности. В этой связи следует отметить, что в городе рак легкого занимает у мужчин первое, у женщин четвертое место в структуре онкологической заболеваемости. Стандартизованные показатели заболеваний соответственно составляют 96,5 и 20,6 человек на 100 000 населения. При этом наиболее высокий уровень приходится на возрастную группу 50–70 лет (80–90% заболеваний от общего числа больных). Уровень заболеваемости имеет тенденцию к росту. Общий высокий уровень заболеваемости, тем не менее, не затушевывает имеющуюся дифференциацию по заболеваемости населения отдельных районов города с различной степенью загрязнения окружающей среды.

Сравнительная оценка онкологической заболеваемости населения «загрязненного» района с условно «чистым» показала, что заболеваемость раком легкого в последнем, ниже по стандартизованным показателям у мужчин в 2,3 раза, у женщин – 4,5 раза; по интенсивным – соответственно в 3,1 и 5,5 раза. Чтобы исключить влияние на уровень заболеваемости раком легкого профессиональной вредности, а также вредных привычек (курение), при изучении заболеваемости учитывалось взрослое население (старше 18 лет), не занятое в металлургическом производстве и не курящие.

Приведенные результаты свидетельствуют об определенной роли техногенного фактора в этиологии рака легкого. Риску заболевания раком легкого подтверждено, главным образом, население, проживающее в экологически опасных районах города.

Для оценки влияния загрязнения окружающей среды города на организм человека нами было изучено также состояние здоровья детского населения, как наиболее чувствительного к воздействию неблагоприятных факторов среды. Суммарная заболеваемость детей в городе в основном обусловлена болезнями органов дыхания, которые (без учета заболеваемости гриппом) составляет 65,5–75,0% в общей структуре заболеваемости. При анализе заболеваемости исследуемого контингента по отдельным нозологическим формам установлено, что основную массу заболеваний среди болезней органов дыхания составляют острые инфекции верхних дыхательных путей и хронический бронхит. В более загрязненной части города интенсивный показатель заболеваемости детского населения острыми инфекционными болезнями верхних дыхательных путей составляет 78%, в менее загрязненной части – 60%. Для хронического бронхита соответствующие показатели более контрастные.

Изучение легочной патологии (особенно у детского населения) имеет большое значение, так как болезни органов дыхания, особенно хронические формы заболевания легких, рассматриваются в настоящее время, как фоновые заболевания или состояния, предшествующие или сопутствующие появлению рака легкого. Почти в половине случаев (49,1%) развитие рака наблюдается на фоне хронического воспалительного процесса в легочной ткани. Поэтому изучение всех форм легочной патологии необходимо с точки зрения профилактики и ранней диагностики рака легкого.

## **СОСТОЯНИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ, РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А. С. Баранцев*

*Департамент лесного хозяйства Кировской области*

Кировская область является одним из наиболее многолесных регионов Российской Федерации. По состоянию на 01.01.2007 г. лесами в области занято более 8,1 млн га. На долю лесных земель в области (покрытые и непокрытые лесной растительностью земли) приходится около 96,9% лесов. Остальная часть (3,1%) – это сенокосы, пастбища, пашни, воды, болота, дороги и другие нелесные земли. Лесистость области по данным лесоустройства достигла 69%.

Основными лесообразующими породами являются сосна, ель, береза и осина. Они занимают более 98% земель, покрытых лесной растительностью. На долю прочих древесных пород (пихта, лиственница, кедр, дуб, клен, липа, тополь, ольха, ива) приходится менее 2% общей площади земель лесного фонда. Площадь хвойных лесов составляет 53%, мягколиственных – 47%. Наибольшую площадь и запас в хвойном хозяйстве имеют еловые насаждения (более 55% хвойного хозяйства), произрастающие во всех муниципальных районах области. Сосновые древостои занимают 44% площади хвойного хозяйства. В мягколиственном хозяйстве преобладают березняки и осинники.

За период с 1951 по 2006 гг. площадь хвойных насаждений сократилась с 61% до 50%, а мягколиственных насаждений возросла с 39,0 до 50,0%. Одной из основных причин снижения доли хвойных насаждений является более интенсивная их вырубка по сравнению с мягколиственными породами, древесина которых имеет значительно меньший спрос.

По площади насаждения различных возрастных групп распределяются неравномерно. При преобладании средневозрастных, спелых и перестойных насаждений имеется недостаток приспевающих древостоев. Это может привести в перспективе к снижению размера лесопользования.

До принятия Лесного кодекса Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ в соответствии с постановлением СНК СССР от 27.03.1943 № 430, ряда последующих постановлений Совета Министров РСФСР и других органов государственной власти Российской Федерации, земли лесного фонда Кировской области в соответствии с их экономическим, экологическим и социальным значением, местоположением и выполняемыми функциями были разделены на три группы лесов, а леса 1 группы – на категории защитности. В лесах указанных групп также выделены особо защитные участки лесов с ограниченным режимом лесопользования (берего – и почвозащитные участки леса вдоль берегов водных объектов, склонов оврагов и балок, опушек лесов на границах с безлесными территориями, места обитания и распространения редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, растений и другие). В зависимости от группы лесов и категории защитности лесов первой группы был установлен

порядок ведения лесного хозяйства в них, использования лесного фонда, а также порядок перевода земель лесного фонда в земли иных категорий.

После принятия Лесного кодекса Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ, леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению были подразделены на защитные, эксплуатационные и резервные. Леса, расположенные на землях иных категорий, могут быть отнесены к защитным лесам. К защитным относятся леса, которые подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями. К эксплуатационным относятся леса, которые подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов. К резервным относятся леса, в которых в течение ближайших двадцати лет не планируется осуществлять заготовку древесины. Таким образом, в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации на территории Кировской области к защитным (бывшие леса 1 группы) могут быть отнесены леса на площади 1,2 млн га, к эксплуатационным (бывшие леса 2 и 3 группы) – на площади 6,9 млн га. Резервных лесов, в которых в течение ближайших двадцати лет не планируется осуществлять заготовку древесины, на территории Кировской области не имеется.

Согласно приказу МПР России от 28.03.2007 г. № 68 «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесорастительных районов Российской Федерации» леса Кировской области отнесены к средне- и южно-таёжным районам таёжной зоны и хвойно-широколиственному району зоны хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации.

Из общей площади лесов области (8,1 млн га) земли лесного фонда составляют 6,3 млн га. Оставшаяся часть лесов расположена на землях сельскохозяйственного назначения (1,7 млн га), землях обороны (83,9 тыс. га) и поселений (24,2 тыс. га).

Земли лесного фонда и леса, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения, или 98,7% от общей площади лесов, находятся под управлением департамента лесного хозяйства Кировской области, который является органом государственной власти, осуществляющим функции по разработке и реализации государственной политики в сфере лесных отношений. Данные функции были переданы органам государственной власти субъектов Российской Федерации в связи с принятием Лесного кодекса Российской Федерации. Под управлением Министерства обороны Российской Федерации находится 1,0%, в ведении органов местного самоуправления – 0,3% от общей площади лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий. Лесов, находящихся в собственности Кировской области не имеется.

Леса являются основным природным ресурсом области. Других, превышающих его по народнохозяйственной значимости природных ресурсов на территории Кировской области, не имеется.

Общий запас древесины в лесах области составляет 1228,4 млн м<sup>3</sup>, в том числе в лесах, расположенных на землях лесного фонда, сосредоточено 923,1 млн м<sup>3</sup>, или 75,1% от общего запаса древесины. В лесах, расположенных на землях иных категорий, запас древесины составляет 305,3 млн м<sup>3</sup>, или 24,9% от общего запаса лесов. Необходимо учитывать, что в это количество древесины входит практически вся наличная древесная масса, значительная часть которой не может рассматриваться как лесозаготовительная (охраняемые природные территории, молодняки и т. д.).

Общий запас древесины в лесах, находящихся под управлением департамента, составляет 1203,4 млн м<sup>3</sup>, в том числе возможный для эксплуатации – 1060,6 млн м<sup>3</sup>. Общий запас спелых и перестойных насаждений достигает 525,4 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных насаждений – 285,8 млн м<sup>3</sup>, мягколиственных – 238,93 млн м<sup>3</sup>. Возможный эксплуатационный запас спелых и перестойных насаждений составляет 450,3 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных пород – 234,7 млн м<sup>3</sup>, мягколиственных пород – 215,37 млн м<sup>3</sup>. Общий ежегодный прирост древесины достигает 22,6 млн м<sup>3</sup>, из них хвойных пород – 10,46 млн м<sup>3</sup>, мягколиственных пород – 12,2 млн м<sup>3</sup>.

Расчётная лесосека по главному пользованию в лесах, находящихся под управлением департамента, по состоянию на 01.01.2007 г. составляет 15,7 млн м<sup>3</sup>, в том числе по хвойному хозяйству – 6,5 млн м<sup>3</sup>, по мягколиственному – 9,2 млн м<sup>3</sup>. Объём промежуточного пользования принят вторыми лесозаготовительными совещаниями на уровне 1,8 млн м<sup>3</sup>.

Показатели объёмов лесных ресурсов, переданных в долгосрочное пользование в Кировской области, являются одними из наиболее высоких в Российской Федерации. Так, в 2005 г. в аренду сроком до 49 лет были переданы участки лесного фонда с установленным ежегодным отпуском древесины на корню 2,7 млн м<sup>3</sup>, в 2006 г. – 3,2 млн м<sup>3</sup>. Всего по Кировской области по состоянию на 01.07.2007 г. в аренде находится 420 лесных участков на общей площади 3,6 млн га с установленным ежегодным отпуском древесины на корню 6,8 млн м<sup>3</sup>. Общая площадь арендованных лесных участков составляет 57% от общей площади лесного фонда области. Нераспределённая расчётная лесосека, то есть расчётный объём лесопользования в лесах области, не переданных в долгосрочное пользование, составляет 6,7 млн м<sup>3</sup>, в том числе по хвойному хозяйству – 2,1 млн м<sup>3</sup>. Наибольшая часть нераспределённой расчётной лесосеки размещена в северо-западной и северо-восточной частях области.

В период с 2002 по 2005 гг. освоение расчётной лесосеки в области возрастало. Динамика использования расчётной лесосеки за данный период была следующей: 2002 г. – 39%; 2003 г. – 42%; 2004 г. – 44%; 2005 г. – 45%; 2006 г. – 44%. На арендованных участках лесного фонда в 2006 г. было заготовлено 3,6 млн м<sup>3</sup> или 53 % от общего объёма заготовки в целом по области, от рубок промежуточного пользования – 893,8 тыс. м<sup>3</sup>, от прочих рубок – 355,6 тыс. м<sup>3</sup> ликвидной древесины. Общий объём заготовки древесины в области от всех видов рубок в 2006 г. составил 8.1 млн м<sup>3</sup>.

Таким образом, Кировская область обладает значительными лесными ресурсами, которые используются пока не эффективно. Качественное состояние

лесов за последние 50 лет ухудшилось. Объём заготовки древесины к 2006 г. по сравнению с 1990 г. снизился более, чем в 2 раза.

## **К КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНОГО ПАРКА В Г. КИРОВЕ**

*А. Н. Соловьев*

*ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, biomon@mail.ru*

Охрана природных территорий и объектов занимает особое место в решении экологических проблем. Средообразующее, средозащитное, рекреационное значение охраняемых природных объектов особенно велико в антропогенном и тем более в урбанизированном ландшафте. С прогрессирующей техногенной деградацией антропогенных территорий возможности расширения сети заповедных объектов здесь неуклонно и необратимо сокращаются.

Современный г. Киров (Хлынов, Вятка) представляет собой средний по площади и численности населения промышленный город. Его положение на берегах р. Вятки в месте прорыва ею Вятского Увала определяет основные особенности природных условий. Правобережная часть городской территории находится в пределах дельтовидного расширения поймы р. Вятки, возникшего в результате подпруживания ее Чепецким поднятием Вятского Увала. Замедление течения реки вызвало ее широкое меандрирование, в результате которого и произошло расширение поймы, изобилующей старичными озерами – свидетелями блуждания речного русла.

В 1992 г. автором была проведена работа по выявлению сохранившихся в городе и его окрестностях наиболее ценных участков природного ландшафта, определены перспективы и возможности сохранения природного каркаса урбанизированной территории с выделением 20 объектов под особую охрану в качестве памятников природы и создания пригородного природного парка «Вятское Заречье» в расширении правобережной поймы выше города (Соловьев, 1995а; 1995б). Эти предложения были утверждены решениями городских органов власти, а в 1993 г. распоряжением мэрии было предусмотрено выделение финансовых средств на проектирование природного парка «Вятское Заречье». Однако решение не было реализовано. Идея создания природного парка опередила реальный спрос местного населения. Но количество памятников природы в городе увеличилось с 4-х до 24-х: 2 ландшафтных, 1 геологический, 11 гидрологических, 7 ботанических, 1 зоологический, 1 комплексный. Наиболее ценные элементы ландшафта в пределах предполагаемого природного парка «Вятское Заречье» охраняются в статусе памятника природы.

К концу XX в. социально-экологическая ситуация в городе, как и во всей стране, существенно изменилась. У горожан возросла потребность и появилось больше возможностей для реализации отдыха на природе. Стихийная рекреация в пригородной зоне стала быстро нарастать и как следствие – угрожающих масштабов достигла деградация парковой зоны, ее захламенение.

Современное состояние природного туризма в зеленой зоне г. Кирова можно охарактеризовать как стихийное, приводящее к нерациональному истощительному использованию природно-рекреационного потенциала.

Особенно остро эта проблема обозначилась в наиболее крупном на территории города естественном пойменной лесном массиве, именованном в старину Красным Бором за Вяткой. С 1934 г. этот лес выполняет функции городского парка культуры и отдыха и называется Заречным парком. При отсутствии густого подлеска, создающего местами непроходимые заросли, он давно бы утратил свой естественный вид. Возраст большинства деревьев превышает 150–200 лет. В 1964 г. лесная площадь парка составляла 178,9 га, к 1975 г. уменьшилась до 121 га, к настоящему времени за счет искусственных посадок и кустарниковой поросли на опушках увеличилась до 139,6 га.

Проблемы охраны Заречного парка усложняет р. Вятка. Теснимая от левого, городского, берега деревообрабатывающими предприятиями, она подмывает правый берег, отнимая у парка землю.

В результате антропогенной деформации русла произошло смещение динамической оси потока к правому берегу, который в последнее десятилетие интенсивно размывается. В результате сместился пляж от парка к слободе Дымково, образовался новый остров у п. Спичфабрики, а в последние годы ниже парка посредине русла появилась песчаная отмель – осередок.

Последствия деятельности деревообрабатывающих предприятий в прирусловой зоне у п. Вересники сказываются на значительном протяжении реки (образование побочней, перекатов, смещение фарватера и т. п.), ухудшая судоходные условия. Бетонирование берега в районе парка замедлило его размывание, но не устранило напряженного состояния русловых процессов, возникшего в результате увеличения кривизны русла вследствие хозяйственной деятельности деревообрабатывающих предприятий в п. Вересники. В стремлении к восстановлению динамического равновесия руслового потока река стала размывать правый берег выше парка и со временем может восстановить старое русло по цепочке притеррасных пойменных озер от Субботихи до п. Коминтерновского, и тогда Заречный парк окажется на островном сегменте поймы.

Если не будут приняты меры по спрямлению русла Вятки у Вересников, река может лишить кировчан единственного у города места массового отдыха, как уже лишила их старого пляжа. Необходимо прекратить складирование древесины у уреза воды, провести работы по спрямлению береговой линии в пределах территории, занимаемой Кировской лесобазой. Должна быть также прекращена добыча песка из русла реки в акватории города.

Положение парка может существенно ухудшиться также, и само существование его может оказаться проблематичным после строительства южного моста через Вятку и объездной дороги выше парка.

Статус памятника природы обеспечивал парку пассивную охрану, но не регламентировал рекреационную нагрузку и не способствовал регулированию рекреационной нагрузки и культивированию организованного отдыха горожан на природе. Эти задачи могут быть решены только при создании природоохранного учреждения в форме природного парка. Он может быть организован

в пределах границ охранной зоны памятника природы «Заречный парк», охватывающей примыкающие к парку луга и озера, включая крупные – Старицу и Дымковскую старицу. Зонирование территории обеспечит как заповедную охрану наиболее ценных элементов естественного ландшафта, включая местообитания краснокнижных видов растений и животных, так и наиболее экономически эффективное экологически оптимальное рекреационное использование природной территории.

Заречный парк – редкий пример пойменного соснового леса, иллюстрирующего все стадии сукцессионного развития растительности в пойме р. Вятки от первичной растительности прирусловых песчаных валов до климаксной стадии зонального ельника-кисличника с сосновыми гривами по древним прирусловым валам (веретьям). Примечательно обилие кустарниковых видов (16) и видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Кировской области. Все меньше здесь остается растений, подлежащих особой охране. Почти не стало *башмачка крапчатого*, *каллисо клубневой*, редких видов *ятрышников*, ладьяна трехнадрезного, почти исчез *ирис сибирский*, который раньше собирали у парка для продажи...

Озеро Старица – место обитания многих водно-болотных видов птиц, среди которых есть занесенные в Красную книгу Кировской области. Ежегодно значительная часть молодежи нырковых уток погибает в ставных сетях, что требует введения ограничения на лов рыбы сетями хотя бы на части озера.

В 1970-е годы, когда к Заречному парку каждое лето через Вятку строился наплавной пешеходный мост, парк служил местом массового отдыха горожан, причем не только летом, но и зимой. В дни массовых гуляний парк посещало до 60 тыс. человек в день. В 1979 г. в Заречном парке побывало 600 тыс.

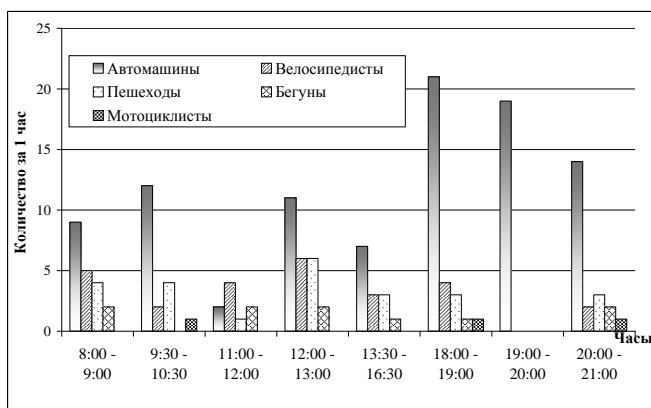


Рис. 1. Соотношение разных групп рекреантов в Заречном парке г. Кирова

человек. За один праздник «Проводы зимы» парк посетило 50 тыс. человек. С начала 1980-х годов пешеходный мост через Вятку перестали строить. Некоторое время в летнее время в парк можно было попасть на автобусе городского маршрута «24». Но с закрытием в парке ресторана «Лесная сказка» и смещением вниз по течению пляжа этот маршрут был отменен, и парк оказался доступным в основном лишь владельцам личных автомобилей (рис. 1). За 1 час дневного

времени летом в парк направляется в среднем 30 человек, из которых 23 (77%) – на автомобилях, 9.3% – на велосипедах, 0.7% – на мотоциклах. Пешие отдыхающие вместе с любителями оздоровительного бега составляют всего 13% посетителей парка.

Посетители на автомобилях составляют подавляющее большинство в любое время суток. По выходным и праздникам любители пикников приезжают в парк на автомашинах и в ночное время. Большинство авторекреантов (50%)

пребывает в парке более 2 и 3 часов, остальные, в основном посетители кафе, остаются здесь не более 2 часов (5%), менее 1 часа (18%) и многие (27%) возвращаются в течение первых 10 минут.

Основными побудительными мотивами современных посетителей парка служат устройство пикников, рыбалка, прогулки с собаками, спортивные игры (футбол), оздоровительный бег и экскурсии по экологической тропе, сбор ягод черемухи, шиповника, полевые занятия с учащимися, возможность интимного уединения. Большинство посетителей на автомобилях предпочитают отдыхать, не выходя из машины.

Научно-информационный потенциал охраняемых природных территорий и, прежде всего, памятников природы может быть реализован при организации экскурсионного посещения и в лекционной форме экологического просвещения. Именно в Заречном парке г. Кирова в 1989 г. по нашим разработкам была создана первая в Кировской области экологическая тропа, протяженностью 2,8 км. На ней было установлено 22 информационных стенда, оборудовано 7 остановочных площадок, установлены кормушки для птиц, устроены переходы через сырые места. Содержание стендовых текстов знакомило посетителей парка с особенностями его природы и проблемами охраны. Кроме рекреационно-познавательного значения этот маршрут играет определенную регулируемую роль, способствуя более равномерному рассредоточению отдыхающих в парке.

При существующем уровне культуры населения оформление учебно-познавательных маршрутов в природе сохраняется не более 2–3 лет. Сейчас благоустройство и оформление экологической тропы в Заречном парке требует полного восстановления. Как показала многолетняя практика, в режиме памятника природы невозможно постоянно поддерживать в надлежащем состоянии оформление и тем более обеспечивать квалифицированное экскурсионное обслуживание прогулочно-познавательного маршрута.

Для интенсивного, экономически и экологически оптимального развития пригородного отдыха и сохранения природно-рекреационных ресурсов необходимо планирование территориального распределения туристских и рекреационных потоков с регулированием и регламентированием использования рекреационных объектов в сочетании с экологическим просвещением населения. Наиболее эффективной территориальной формой решения этих задач является организация природного парка.

На данной территории возможно развитие следующих видов отдыха на природе: отдых без нагрузок (пикники); летние и зимние спортивно-оздоровительные игры; летние и зимние историко-этнографические ролевые игры; природно-познавательные экскурсии по учебно-познавательным (дидактическим) маршрутам («экологическим тропам»); потребительский отдых (сбор ягод, рыбалка); пляжный отдых; отдых на воде.

Для более эффективного круглогодичного функционирования парка и вовлечения в сферу организованной рекреации на природе более широких слоев городского населения (от детсадовского до пенсионного возраста) основную территорию парка предлагается дополнить кластерными участками: в левобе-



режной части – «Ежовский озерно-родниковый комплекс» для обеспечения организованного отдыха непосредственно в пределах городской застройки и в правобережной – безлесный участок напротив базы отдыха между автотрассой на Боровицу и сосновым бором.

Ежовский участок представляет собой родниковый пруд между левым коренным берегом Вятки и насыпью ликвидированной железной дороги к бывшему городскому порту. Значительная протяженность пруда (1200 м), его благоприятный гидрологический режим и положение в рельефе, наличие добротной дамбы, отделяющей его от поймы – прекрасные предпосылки для устройства гидропарка с созданием условий для тренировок и соревнований по водной гребле. Именно с целью резервирования этой территории для ее последующего рекреационного использования и был придан ей по нашему предложению статус памятника природы (Соловьев, 1997).

Просторная поляна у базы отдыха справа от трассы на выезде из Порошино – традиционное место массового катания горожан на лыжах. Организационно-функциональное включение ее в состав природного парка обеспечит более эффективное использование территории, позволит создать здесь условия для более привлекательного и комфортного активного зимнего отдыха горожан.

Значительная часть территории, занимаемой Кировской лесобазой, ДОКом и объединением «Кировмебель» в Вересниках приходится на естественный пляж. С выводом этих предприятий здесь также может быть благоустроена зона отдыха с городским пляжем.

Со строительством южного моста через Вятку объездная дорога от него с выходом на Порошино соединит основную часть парка с кластерными участками.

В Генеральном плане развития г. Кирова необходимо предусмотреть особые требования к проектированию объездной дороги от будущего южного моста выше Заречного парка с исключением возможности съезда с трассы по северной стороне дорожной дамбы.

Природный парк должен стать ядром всей совокупности особо охраняемых природных территорий города и пригородной зоны. В будущем режим природного парка может быть установлен на всей пойменной и заречно-лесопарковой части зеленой зоны г. Кирова в предложенных автором ранее границах природного парка «Вятское Заречье».

### Литература

Соловьев А. Н. Памятники природы г. Кирова и его окрестностей. Киров, 1997. 32 с.

Соловьев А. Н. «Вятское Заречье» – пригородный вариант регионального природного парка // Вятская земля в прошлом и настоящем: матер. 3-ей науч. конф. Т. 3. Киров, 1995а. С. 139–141.

Соловьев А. Н. Перспективы сохранения и использования природного каркаса г. Кирова // Вятская земля в прошлом и настоящем: матер. 3-ей науч. конф. Т. 3. Киров, 1995б. С. 142–145.

## СЕКЦИЯ 3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ

### СОСТОЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Г. Н. Грухина, Л. Г. Мальцева*

*Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты  
прав потребителей и благополучия человека по Кировской области,  
rpn@rpnkirov.ru*

Одним из основных факторов, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в Кировской области, является обеспечение населения доброкачественной питьевой водой.

Наибольшую тревогу в области вызывают источники питьевого водоснабжения из поверхностных водных объектов. Удельный вес населения использующего в хозяйственно-питьевых целях воду из поверхностных источников водоснабжения составляет 41.2%.

В области эксплуатируется 18 водозаборов из поверхностных водных объектов. Качество воды в местах водозаборов контролируется в рамках осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора и по программам производственного контроля.

Наибольшая антропогенная нагрузка ложится на р. Вятка, которая является источником водоснабжения для крупных городов Кировской области: Кирова, Кирово-Чепецка, Кирса. Высокий уровень содержания железа отмечается уже у истоков реки и превышает предельно-допустимые концентрации в 1.2–1.5 ПДК и является фоновым.

Одной из немаловажных проблем в Кировской области является загрязнение источников водоснабжения из поверхностных водных объектов недостаточно очищенными и неочищенными сточными водами, сбрасываемыми с сооружений канализации населенных пунктов и промышленных предприятий. Нормативно очищенные воды составляют 22.5% от общего количества сбрасываемых сточных вод. На загрязнение р. Вятки азотом аммонийным, соединениями меди и цинка, нефтепродуктами, формальдегидом и фенолом оказывают влияние стоки городов Слободского, Котельнича, Кирса, Кирово-Чепецка.

Качество воды из подземных источников питьевого водоснабжения намного лучше. Микробиологические показатели питьевой воды обычно стабильны и на 90–93% соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Отклонения имеют место лишь в тех случаях, когда не соблюдаются санитарно-

гигиенические требования на территории зоны санитарной охраны (ЗСО) 1-го пояса водоисточника или в случае нарушения герметичности оголовка, ствола скважины. По санитарно-химическим показателям в 28% случаях имеется несоответствие гигиеническим нормативам. Для питьевой воды характерен высокий уровень минерализации, повышенное содержание железа общего, фторидов (до 2-х раз выше ПДК), бора (от 2 до 3 раз выше ПДК), хлоридов, сульфатов и ряда других микроэлементов природного происхождения. Проведение многолетних мониторинговых наблюдений за качеством питьевой воды подземных источников питьевого водоснабжения позволило выявить, что для центральных районов области характерно повышенное содержание в воде фторидов, бора, в северных районах отмечается повышенное природное содержание в воде железа общего, кремния, в южных районах отмечается повышенное содержание кальция в воде. Наличие в питьевой воде выше указанных биогенных элементов сказывается и на высоких уровнях заболеваемости населения эндемичных районов мочекаменной болезнью (ежегодный прирост составляет 13%), заболеваемостью сердечно-сосудистой системы (от 2 до 5%). По данным наблюдений Департамента здравоохранения в ряде муниципальных образований области индекс кариозных пломбированных зубов у 12-ти летних детей составляет 4.3–4.5 и оценивается как высокий (нормативным считается ИКПЗ не выше 2.8–3.0).

В то же время практически все население области проживает в условиях дефицита йода. Лабораторные исследования показывают об очень низких его концентрациях в питьевой воде. В связи, с этим имеет место повышенная заболеваемость болезнями щитовидной железы, которая регистрируется как среди взрослых, так и среди подростков (в среднем ежегодный рост заболеваемости до 9%).

В результате проведения оценки качества питьевой воды централизованного водоснабжения по суммарному химическому загрязнению установлено, что только в 9 районах области из 39 ситуация удовлетворительная ( $K < 1$ ). В большинстве районов коэффициент суммарного химического загрязнения имеет значения выше единицы, что свидетельствует о низком качестве питьевой воды по санитарно-химическим показателям. Низкое качество воды по санитарно-химическим показателям обусловлено, в основном, высоким уровнем минерализации и повышенным содержанием железа общего, марганца и других микроэлементов природного происхождения.

По результатам микробиологических исследований питьевой воды рассчитан эпидемиологический риск по каждому району области. Исследования воды поверхностных и подземных источников водоснабжения показывают, что подаваемая населению питьевая вода во всех районах области имеет высокую или повышенную степень риска.

Обеспечение населения г. Кирова питьевой водой частично решается путем снабжения населения через сеть киосков «Живой ключ». На сегодня в г. Кирове функционирует 72 киоска по продаже питьевой артезианской воды 1-й категории, в год реализуется 29-30 тысяч куб.м. воды, что позволяет обеспечивать питьевой водой, отвечающей гигиеническим нормативам около 400

тыс. жителей областного центра. В области имеются предприятия занимающихся производством и реализацией бутилированной питьевой и минеральной воды.

Для улучшения качества питьевой воды в 2007–2010 гг. необходимо продолжить выполнение намеченных мероприятий:

- продолжить разработку муниципальных программ по улучшению питьевого водоснабжения населения;
- провести инвентаризацию всех «бесхозных» сетей водопровода и источников водоснабжения в населенных пунктах и передаче их на баланс специализированных организаций;
- проведение тампонажа всех бездействующих скважин;
- решению вопроса о прекращении сбросов недостаточно очищенных сточных вод во 2–3-м поясах ЗСО водозаборов из поверхностных источников;
- разработка проекта зон санитарной охраны (далее ЗСО) водозаборных сооружений из подземных и поверхностных источников арендаторами водопроводных сооружений;
- модернизация очистных сооружений водопровода из поверхностных водоисточников.

## **МЕТОД МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ В УСТАНОВЛЕНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОД РЕК САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ – ВОЛГИ, ИРГИЗА И САКМЫ**

*С. Н. Курсков, О. Ю. Растегаев, В. Н. Чупис*  
*ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт*  
*промышленной экологии», (ФГУ ГосНИИЭНП), Саратов,*  
*info@sar-ecoinst.org*

Работа посвящена изучению минерального состава трех рек Саратовской области, которые имеют большое значение при общей оценке экосистемы региона. Используются материалы масс-спектрометрических исследований 2003–2006 гг. элементного состава водных систем и выборочные данные по трем рекам, которые были достаточно систематическими.

Если в последнее время изучению содержания микроэлементов в продуктах питания стали уделять достойное внимание, используя современные методы исследования (Горбунов, Ляпунов, Окина и др. 2006), то этого нельзя сказать про воду. Так на этикетках минеральных вод, имеющих в продаже можно обнаружить только информацию по макроэлементам – натрий, калий, магний, кальций, а также макроанионы – хлориды, сульфаты, карбонаты. Тем не менее, очевидно, что микроэлементный состав воды, которую мы пьем, оказывает основополагающее значение на наше здоровье и, естественно, на продолжительность нашей жизни. Поэтому исследование микроэлементного состава рек, да и других водных источников, является крайне необходимым.

Принята гипотеза, что можно создать «минеральный портрет» водного источника, по которому в дальнейшем можно следить за изменением мине-

рального состава воды и достаточно легко определять по отклонениям микроэлементов загрязнения таких источников, имеющих техногенное происхождение. Масс-спектрометрический анализ минеральных вод, находящихся в продаже, а также родников Саратовской области в этом нас убеждает.

Представленные исследования являются продолжением работ по масс-спектрометрическому исследованию водных систем, а также изучению микроэлементов в снежном покрове, почве и воздухе (Курсков, Растегаев, Чупис, 2007; Чупис, Растегаев, Курсков и др. 2003).

Цель данной работы состояла в определении возможно полного элементного состава трех рек и выявления тех микроэлементов, по которым можно определять и характеризовать конкретную пресноводную экосистему, т.е. выявить характеристические микроэлементы методом сравнительного анализа. Также возникала необходимость установить возможные превышения ПДК в исследуемых реках по отдельным микроэлементам, которые могут являться следствием различных факторов, связанным с техногенным воздействием на окружающую среду и провести оценку такого загрязнения.

Поскольку нас интересовал диапазон концентраций, а также средние значения микроэлементов, то для каждого водного источника в таблице приводятся минимальные и максимальные концентрации определяемых микроэлементов, а также средние значения каждого микроэлемента.

Анализ микроэлементного состава отобранных образцов производили в лаборатории ФГУ ГосНИИЭНП (Саратов) с помощью масс-спектрометра – ICP-MS / VG PQ ExCell / Thermo Elemental по стандартной методике МВИ ЕРА 200.8.

В приведенной таблице указаны минимальные, максимальные и средние значения концентраций микроэлементов, обнаруженные в реках Волга, Сакма и Иргиз. Концентрации приведены в микрограммах в литре (ppb). В таблице приводятся значения ПДК для элементов в воде, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового и рыбо-хозяйственного назначения, принятые в России в 2003 году и действующие на сегодняшний момент (перечень рыбохозяйственных нормативов, 1999; Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов, 2003).

Следует обратить внимание, что за все время наших наблюдений минеральный состав исследуемых рек оставался достаточно благоприятным, и лишь в единичных случаях в Волге было превышение ПДК по ртути и единичный случай незначительного превышения в Иргизе по таллию. Концентрацию тория во всех трех реках, несмотря на неопределенный до сих пор уровень ПДК по этому элементу, следует признать соответствующим фоновому значению, присущему водным пресноводным системам на территории Саратовской области. Концентрация других микроэлементов находилась в диапазонах, не превышающих шкалу предельно допустимых концентраций химических элементов, которые были приняты для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Таблица

Содержание микроэлементов в рр. Волга, Сакма и Иргиз (мкг/дм<sup>3</sup>)

Элемент	ПДК Р.х.	ПДКв	Волга			Сакма			Иргиз		
			мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
Li	80	30	0.32	31.1	8	0	0.1	0.05	14	19	18
Be	0,3	0.2	0	0.08	0.01	0	0.02	0.01	0.005	0.008	0.007
Ti	60	100	0.2	2.5	1.1	1	3.5	2.5	1	2	1.5
V	1	100	0.3	9.7	2.1	0.7	1	0.9	5	6	5.5
Cr	500	50	0.3	5.6	3.3	1	3.5	2.2	3.5	4.5	4
Mn	10	100	0.2	18	7.2	2.9	17.5	10.5	2	4	3
Fe	100	300	21.7	117	75	75.9	325	152	68	71	70
Co	10	100	0.07	1.2	0.3	0.126	0.44	0.3	0.65	0.72	0.7
Ni	10	20	0.3	25.8	5.1	0.1	8.5	5.6	5	5.3	5.1
Cu	1	1000	0.23	14.2	4.2	0	17.8	8.3	5	10	7.5
Zn	10	1000	0.5	24.8	12.6	0	3.3	2	0.8	1	0.9
As	50	10	0.06	2.6	1.8	0.34	3.6	1.7	3.6	4.1	3.7
Se	1,6	10	0.05	26.3	7	0	6.2	2	1.6	2.5	2
Sr	400	7000	330.8	1086	423	1.7	1945	1250	790	830	810
Mo	1,2	250	0.003	1.3	0.8	0	2	1	0.9	1.1	1
Cd	5	1	0	0.34	0.08	0	0.178	0.02	0	0.03	0.02
Sb		5	0	0.12	0.06	0.03	0.32	0.1	0.06	0.2	0.08
J	200	125	0.3	7.7	4.2	0.6	7	4.5	1	1.2	1
W	0,8	50	0	0.5	0.02	0	0.06	0.02	0.02	0.03	0.03
Hg	0,01	0.5	0.02	2.3	0.1	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03
Tl		0.1	0	0.02	0.002	0	0.01	0.007	0.03	0.2	0.1
Pb	6	10	0	0.4	0.05	0.16	1.3	0.5	0.05	0.1	0.08
Bi		100	0	0.01	0.002	0	0.006	0.003	0	0	0
Th			0	0.01	0.002	0	0.02	0.005	0	0.006	0.003
U		100	0.005	10.3	0.5	0.009	3	0.5	0.4	0.5	0.5

В результате проведения данного исследования был определен микроэлементный состав трех рек Саратовской области – Волги, Сакмы и Иргиза. При оценке результатов данной работы можно сделать следующие выводы.

1. Превышение ПДК, установленных для воды хозяйственно-питьевого водопользования для отдельных элементов, в том числе и токсичных, в отдельных пробах было незначительным. Это позволяет заключить, что по микроэлементному составу вода данных рек соответствует установленным нормативам.

2. Сравнение концентраций элементов исследуемых рек с ПДК, установленными для рыбохозяйственных водоемов показало, что имеются единичные превышения концентраций по ванадию в Волге и Иргизе, по марганцу в Волге и Сакме, железа в Сакме, никеля в Волге, цинка в Волге, меди, селена, стронция и ртути в трех реках. Но превышения эти были несущественными.

3. Концентрация мышьяка во всех трех реках за весь период исследований находилась в диапазоне 0,06–4,1 мкг/дм<sup>3</sup>, что соответствует природному уровню этого элемента. Это говорит о том, что загрязнения мышьяком техно-

генного характера или возможного выброса мышьяка при уничтожении люизита или других соединений мышьяка не происходило.

#### Литература

1. Горбунов А. В., Ляпунов С. М., Окина О. И. и др. Экологическая химия. Оценка поступления микроэлементов в организм человека с продуктами питания в центральных регионах России. 2006. Т. 15, вып. 1. С. 47–59.
2. Курсков С. Н., Растегаев О. Ю., Чупис В. Н. Изучение элементного состава природных вод методом масс-спектрометрии индуктивно-связанной плазмы. // Сб. научн. трудов. Экологические проблемы промышленных городов. Саратов, СГТУ. 2007. С. 144–147.
3. Чупис В. Н., Растегаев О. Ю., Курсков С. Н., Марьин В. И., Толоконникова Т. П., Рыжков А. В. Исследование микроэлементного состава водных объектов методом масс-спектрометрии индуктивно связанной плазмы // Сб. научн. трудов. Экологические проблемы промышленных городов. Саратов. СГТУ. 2003. С. 198–200.
4. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М. Из-во ВНИРО. 1999. 304 с.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03. 2003. 66 с.

### **МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВОДНУЮ СРЕДУ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Т. П. Собчинко*

*СИАК КОГУ «Областной природоохранный центр»*

Экологический мониторинг, в соответствии со статьей 63 Закона РФ «Об охране окружающей среды», осуществляется в «целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребности государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) изменения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды».

Нормативной правовой базой экологического мониторинга является Закон РФ «Об охране окружающей среды» и положение «Об организации и осуществлении мониторинга окружающей среды» (утверждено постановлением Правительства РФ).

Одним из пунктов Положения об организации и осуществлении мониторинга окружающей среды являются водные объекты. СИАК, выполняя работы по ведению наблюдения за состоянием окружающей среды в зонах влияния объектов-источников негативного воздействия, на протяжении ряда лет контролирует работу очистных сооружений, загрязняющих окружающую среду, оценивает состояние поверхностных водных объектов, и качество поступающих в них сточных вод предприятий-водопользователей. В структуре сбрасываемых сточных вод присутствуют загрязненные и чистые воды. Наибольший

объем сбрасываемых вод приходится на загрязненные, недостаточно очищенные воды, наименьший – на нормативно очищенные.

Превышение допустимых значений ПДК (ПДС) загрязняющих веществ в сточных водах наблюдается преимущественно по показателям ХПК, БПК,  $\text{NH}_4^+$ , Fe,  $\text{PO}_4^{3-}$  взвешенные вещества на следующих предприятиях Кировской области:

- предприятиях деревообрабатывающей промышленности (ОАО «Домостроитель», ЛПК «Полеко», ОАО «Эликон», Лузский ЛПК, ОАО «Красный якорь»). Кроме вышеперечисленных показателей, наблюдается превышение по фенолу и формальдегиду);

- предприятиях ЖКХ (МП ЖКХ Вахруши, Нолинское МУП Водоканал, Мурашинский МУП Водоканал, Котельничское МП Горводоканал, МП ЖКХ Левинцы, ООО «Коммунальщик» г. Киров, МУМП «Дороники», МП ЖКХ «Оричевское торфопредприятие»);

- кожевеннообрабатывающих предприятиях г. Слободского, ООО «Коммунальщик», ОАО Зверохозяйство «Вятка», ООО ПТП «Шевро», ОАО «Вахруши-Юфть»,

- предприятиях по переработке молока и мяса (Вожгальский маслозавод, ОАО «Малмыжский маслозавод», ОАО «Богородский маслозавод», ОАО «Лактис»);

- сельхозпредприятиях (СПК «Родина», СПК «Путь Ленина», СХП «Раменское», СПП «Знамя Ленина»).

Сточные воды поступают в малые реки: Ивкина, Сандаловка, Немда, Немдеш, Б.Холуница, Ярань, Шошма, Плоская и др. а также р. Вятку. Вследствие неэффективной очистки сточных вод, качество воды в вышеперечисленных реках низкое. Вода реки Моховица чрезвычайно грязная, по причине многолетнего приема неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод кожевеннообрабатывающих, коммунально-бытовых предприятий п. Вахруши Слободского района.

В период 2003–2006 гг. Специализированная инспекция аналитического контроля осуществляла мониторинг качества сточных вод после очистных сооружений предприятий, загрязняющих поверхностные водные объекты: ООО «Санаторий «Колос», МП Горводоканал г. Котельнич, ООО зверохозяйство «Вятка», ОАО ККС, ООО ПТП «Шевро», ООО Жилсервис г. Советск, ООО СБО г. Белая Холуница, ООО корпорация «Мегаполюс» г. Яранск, МУМП Лянгасово, ООО Первомаец п. Коминтерн, ООО Коммунальщик, МУП Водоканал г. Слободской, МУП Водоканал г. Кирово-Чепецк, ООО ВМПЗ «Молот» г. Вятские Поляны. Выявлено, что данные предприятия оказывают существенное влияние на качество поверхностных вод рек Ивкина, Сандаловка, Немда, Немдеш, Б.Холуница, Ярань, Шошма, Плоская.

Очистные сооружения крупных предприятий: ОАО «ККС», МУП «Водоканал» г. Кирово-Чепецк, МУП "Водоканал" г. Слободской, ООО «Коммунальщик», ОАО ВМПЗ «Молот» г. Вятские Поляны, ООО Зверохозяйство «Вятка» работают более эффективно (с достижением про-



ектных показателей), но с превышением ПДС, вследствие чего необходимо строительство системы доочистки на данных предприятиях.

Водоток высшей рыбохозяйственной категории, основной источник питьевого водоснабжения г. Кирова – река Вятка, оценивается как умеренно загрязненная – чистая (третий-второй класс качества воды). В 2006 г. отмечалось уменьшение содержания загрязняющих веществ по большинству контролируемых показателей.

Нами изучалось соответствие качества сточных вод установленным нормативам. ОАО «Кировские коммунальные системы» (ККС) имеют 3 выпуска сточных вод в р. Вятку. Сточные воды выпусков № 1, № 2 сбрасываются без очистки и оцениваются как условно чистые. Сточные воды выпуска № 3 проходят биологическую очистку на очистных сооружениях канализации. Качество сточных вод выпуска № 3 за период 2003–2006 гг. улучшилось по взвешенным веществам (с 1,95 до 0,8 ДК по ПДС), органическим веществам, выраженным в БПК<sub>полн</sub>, марганцу, хрому, никелю, алюминию, кадмию. В пределах установленных нормативов увеличилось содержание следующих контролируемых показателей: сухой остаток, цинк, медь. С превышением установленных нормативов возросло содержание органических веществ, выраженное в ХПК, нитритов, формальдегида. Эффективность работы очистных сооружений не меняется и остается на уровне выше проектных решений. Изменение в качестве очищенной сточной воды зависит от степени загрязненности поступающих на очистку сточных вод от абонентов ОАО «ККС», в том числе и от ОАО «Биохимзавод». ОАО «ККС» осуществляет сброс хозяйственных и производственных сточных вод г. Кирова через выпуск №3 в р. Вятку на 681,1 км от устья.

В 2006 г. качество поверхностной воды р. Вятки на данном участке водопользования оценивается как 2 класс качества воды (чистая). В контрольном створе по сравнению с фоновым, индекс загрязнения воды (ИЗВ) незначительно увеличивается 0.89 до 0.93. В фоновом створе в 2006 г. по сравнению с 2003 г. происходит уменьшение ИЗВ с 1.76 до 0.89, класс качества воды изменяется с 3 (умеренно загрязненная) до 2 (чистая). В контрольном створе в 2006 г., по сравнению с 2003 г., происходит уменьшение ИЗВ с 1.79 до 0.93, класс качества воды изменяется с 3 (умеренно загрязненная) до 2 (чистая).

Анализ качества воды р. Вятки на участке водопользования ОАО «ККС» по ИЗВ показывает, что влияние сточных вод выпуска № 3 на качество воды р. Вятки в 2006 г., по сравнению с 2003, уменьшилось, но наряду с этим в контрольном створе увеличилось содержание марганца, никеля, формальдегида в 2, 2.7, 5.9 раз соответственно.

В рамках выполнения мониторинга объектов, оказывающих негативное влияние на водные объекты, СИАК получает данные количественного химического анализа (КХА) и на их основе проводит оценку качества поверхностной воды и оценку эффективности работы очистных сооружений. Данные КХА необходимы для принятия соответствующих мер предприятиями-водопользователями для устранения имеющихся нарушений.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА СТОЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТА «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*Ю. И. Мамаева, И. В. Панфилова, Т. Л. Недопекина, Н. Г. Катаева,  
Т. Р. Фомченко, С. В. Петров, Т. И. Кочурова, Н. В. Бородина,  
Н. А. Шулятьева, А. С. Олькова, Ю. Н. Шишкина*  
Региональный центр по обеспечению государственного  
экологического контроля и мониторинга по Кировской области

Специалистам РЦГЭКиМ по Кировской области, в соответствии с утвержденным регламентом, осуществлялся государственный экологический контроль и мониторинг состояния вод природных подземных (наблюдательных, эксплуатационных скважин и колодцев) на территории СЗЗ и ЗЗМ 1205 ОУХО, сточных вод с очистных сооружений п.г.т. Мирный и войсковой части, поверхностных ливневых сточных вод на территории промплощадки объекта 1205.

Контроль за установленными нормативами сброса сточных вод на объекте 1205 ХУХО проводился в соответствии с планами-графиками аналитического контроля. Выполнен отбор проб и количественный химический анализ хозяйственно-бытовых сточных вод по 14 показателям. В 2007 г. проведено 44 компонентоопределения. Количество превышений установленных нормативов сбросов ЗВ составило 10.

Экотоксикологический анализ проб сточной воды показал, что все проанализированные пробы гипертоксичны по тест-объекту *Chlorella vulgaris* (превышен критерий токсичности по стимуляции роста оптической плотности) и сильно токсичны по *тест-системе «Эколюм»*. Результаты биотестирования подтверждают данные химико-аналитических исследований.

Природная поверхностная вода реки Погиблица (водоприемник очистных сооружений) контролировалась в точках 500 м выше и ниже сброса сточных вод по 15 показателям, в 2007 г. выполнено 551 компонентоопределение. Выявлено 26 превышений установленных нормативов поверхностной воды.

Результаты контроля представлены на диаграммах (рис. 1–6).

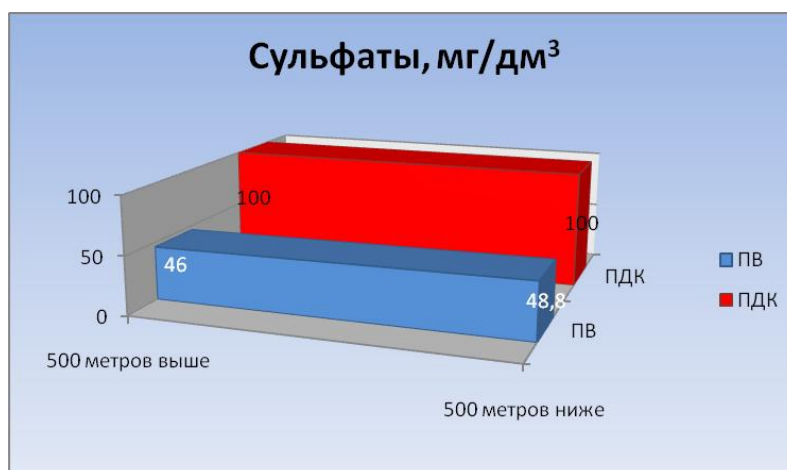


Рис. 1. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды в р. Погиблица (содержание сульфатов)

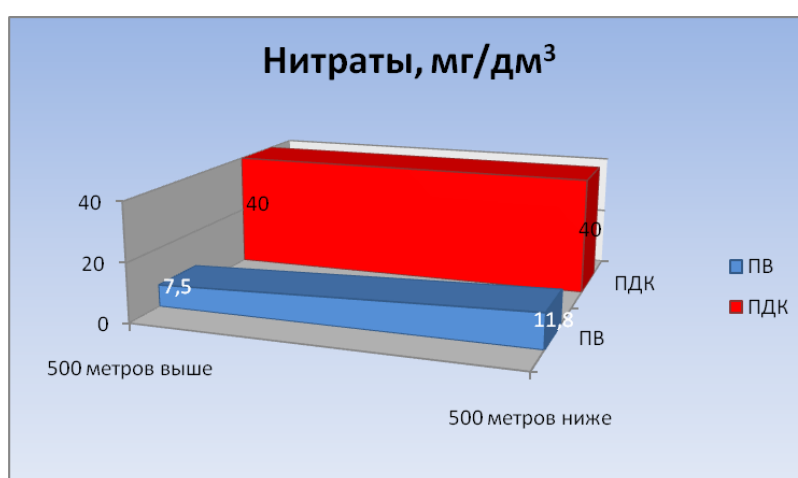


Рис. 2. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды в р. Погиблица (содержание нитратов)

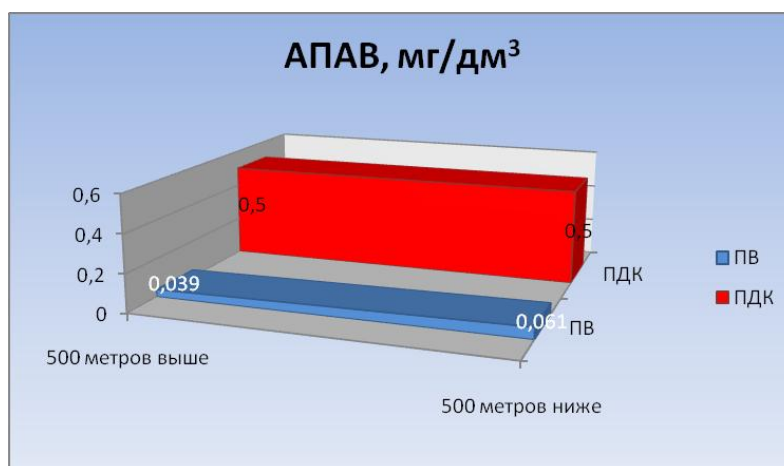


Рис. 3. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды в р. Погиблица (содержание АПАВ)

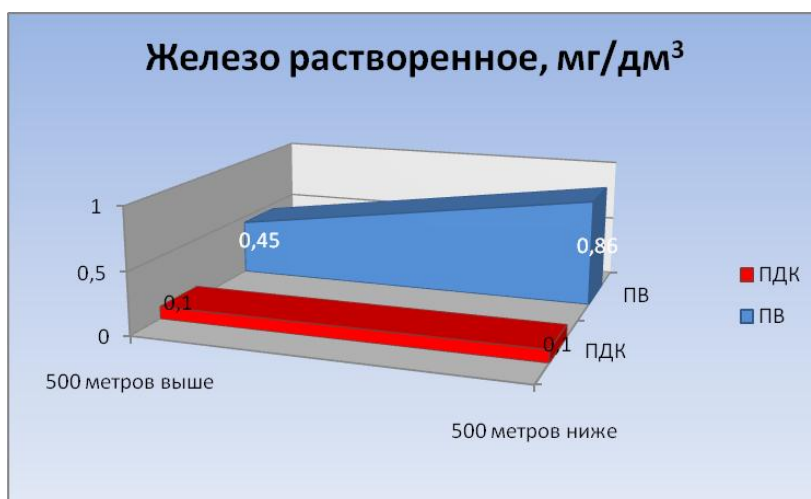


Рис. 4. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды в р. Погиблица (железо растворенное)

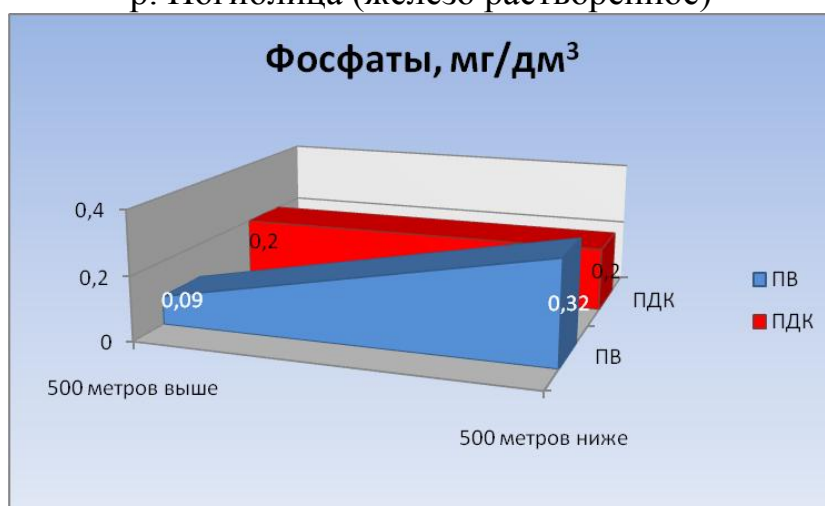


Рис. 5. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод на качество воды в р. Погиблица (содержание фосфатов)

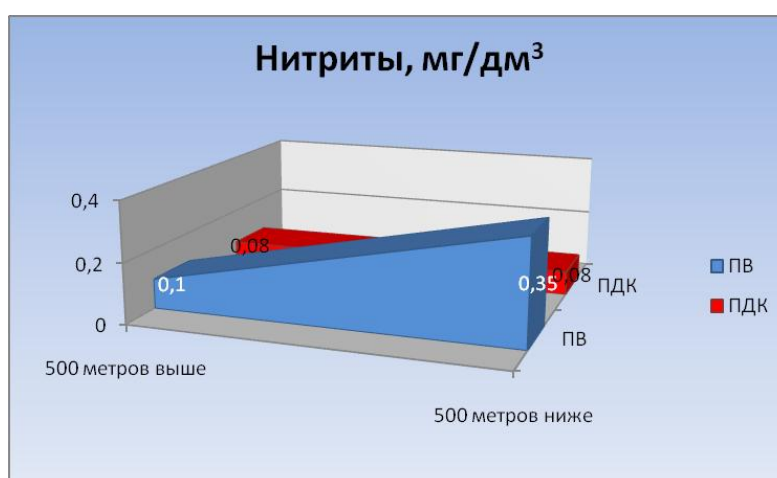


Рис. 6. Влияние хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. «Мирный» на качество воды в р. Погиблица (содержание нитритов)

Полученные данные свидетельствуют о неэффективной работе очистных сооружений п.г.т. Мирный и воинской части.

В течение 2007 г. по 15 показателям проводилось изучение поверхностных ливневых сточных вод. Всего проведено 142 компонентоопределения.

Результаты экотоксикологического анализа проб поверхностных ливневых сточных вод показали, что пробы из аккумулирующей емкости № 1018/3 обладают острым токсическим действием (три тест-объекта: *Paramecium caudatum*, *Chlorella vulgaris*, *Daphnia magna*).

Состояние природной воды оценивались по содержанию в ней специфических ЗВ: вещество типа Vx, изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты, метилфосфоновая кислота, N-метилпирролидон, общий фосфор, фосфаты, мышьяк, сульфиды, фториды; общепромышленных ЗВ: взвешенные вещества, сухой остаток, сульфаты, хлориды, азот аммония, нитриты, нитраты, цинк, медь, свинец, гидросульфиды, а также определялись водородный показатель (рН), ХПК, БПК<sub>5</sub>, растворенный кислород, перманганатная окисляемость.

В течение года обеспечивался мониторинг природной воды из 6 колодцев, 21 наблюдательной скважины, 14 эксплуатационных скважин по 24 показателям. В пробах воды из эксплуатационных скважин в 2007 г. было проведено 756, а наблюдательных скважин 908 компонентоопределений. Количество превышений установленных нормативов воды эксплуатационных скважин составило – 18, колодцев – 16, наблюдательных скважин (в сравнении с фоновыми показателями) – 62. Отравляющие вещества и продукты их деструкции не обнаружены.

Сводные результаты работы по мониторингу природной воды представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Сводные результаты работы по мониторингу природной воды  
в ЗЗМ объекта 1205 ХУХО**

Компонент объекта мониторинга	Критерии контроля ПДК, ОДК, мг/дм <sup>3</sup> (для поверхностных вод), р.х./к.б.	Количество компонентоопределений, р.х./к.б.	Количество превышений
1	2	3	4
VX	2*10 <sup>-6</sup>	7	–
	2*10 <sup>-6</sup>	9	–
Зарин	5*10 <sup>-5</sup>	–	–
	5*10 <sup>-5</sup>	2	–
Зоман	5*10 <sup>-6</sup>	–	–
	5*10 <sup>-6</sup>	2	–
Метилфосфоновая кислота	Не установлен (сравнение с фоном)	1	–
	Не установлен (сравнение с фоном)	3	–
О-Изобутилметилфосфонат	Не установлен (сравнение с фоном)	7	–
	Не установлен (сравнение с фоном)	9	–

Компонент объекта мониторинга	Критерии контроля ПДК, ОДК, мг/дм <sup>3</sup> (для поверхностных вод), р.х./к.б.	Количество компоненто-определений, р.х./к.б.	Количество превышений
1	2	3	4
N-метилпирролидон	15,4	7	–
	0,5	9	–
Общий фосфор	Не установлен (сравнение с фоном)	7	–
	Не установлен (сравнение с фоном)	9	–
Мышьяк	0,05	7	–
	0,01	9	–
Фосфаты	0,2	10	2
	3,5	9	–
Взвешенные вещества	Не установлен (сравнение с фоном)	11	–
	+0,75	9	–
Сухой остаток	1000	10	–
	1000	7	–
Сульфаты	100	11	–
	500	9	–
Хлориды	300	11	–
	350	8	–
Водородный показатель (рН)	6,5–8,5	9	–
	6,5–8,5	9	–
ХПК	30 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11	2
	30 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9	1
БПК-5	4 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11	1
	4 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9	1
Растворенный кислород	Не менее 4 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	–	–
	Не менее 4 мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2	–
Сульфиды	0,005	8	–
	0,003 (H <sub>2</sub> S)	4	–
Fe растворенное	0,1	4	4
	0,1	–	–
Нитраты (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	40	4	–
	45	–	–
Аммоний (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,5 (N)	4	1
	1,5 (N)	–	–
Нитриты (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,08	4	3
	3,3	–	–
АПАВ	0,5	4	–
	0,1	–	–
Нефтепродукты	0,05	4	1
	0,3	2	1
Фториды	0,75	1	–
	1,5	3	–
Гидросульфиды	–	1	–
	3	4	–

Компонент объекта мониторинга	Критерии контроля ПДК, ОДК, мг/дм <sup>3</sup> (для поверхностных вод), р.х./к.б.	Количество компоненто-определений, р.х./к.б.	Количество превышений
1	2	3	4
Сероводород	0,005	–	–
	0,003	3	–
Сульфиды и сероводород	0,005	1	–
	0,003	1	–

Экотоксикологический анализ проб воды природной подземной (колодцев, наблюдательных скважин) показал, что полученные данные сопоставимы с фоновыми показателями.

## **ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНЕ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ КОМПЛЕКСА ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»**

***Т. И. Кочурова***

*РЦ ГЭКиМ по Кировской области,  
Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

В 2005 и 2006 гг. была продолжена работа по осуществлению гидробиологического мониторинга поверхностных водных объектов в зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» (ЗЗМ КОХУХО «Марадыковский»). Материалом для исследования послужили 22 качественных и 28 количественных проб зообентоса, отобранных в семи створах на трех водных объектах. На р. Вятка было заложено 5 створов, которые при движении вниз по течению располагались следующим образом: ст. 128 – самый верхний (фоновый), ст. ЗМИ (зона международной инспекции) – ниже впадения р. Холуница, но выше впадения р. Погиблица, ст. 79 – ниже впадения р. Погиблица, ст. 122 – выше впадения р. Молома, ст. 146 – самый нижний (контрольный). По 1 створу располагалось в устьях притоков Вятки: один на р. Погиблица, приемнике очистных сооружений КОХУХО, и ст. 92 – на р. Холуница. Нумерация створов дана в соответствии с единой схемой комплексного мониторинга в ЗЗМ КОХУХО «Марадыковский».

Отбор и обработка проб зообентоса осуществлялись в соответствии со стандартными гидробиологическими методами (Руководство ..., 1983; Руководство ..., 1992). Для характеристики состояния донных биоценозов использовали следующие показатели: количество видов, численность (N, экз./м<sup>2</sup>), биомасса (B, г/м<sup>2</sup>). Определение организмов велось до уровня вида, рода, семейства, отряда, класса в зависимости от таксономической группы с помощью микроскопов МБС-10, Микмед-1.

Оценка качества поверхностных вод проводилась с использованием биоиндикационных методов (Руководство ..., 1983). Применялся метод биотического индекса Вудивисса. Индекс Гуднайта и Уитлея (олигохетный индекс) рассчитывался как отношение численности олигохет к общему числу донных организмов, выраженное в процентах. Оценку качества воды по показателям биотического индекса Вудивисса и олигохетного индекса проводили согласно ГОСТ 17.1.3.07–82. По соотношению численности представителей отдельных подсемейств хирономид определялся индекс Балушкиной.

В результате обработки проб зообентоса составлен фаунистический список, насчитывающий 100 видов из 80 родов, 57 семейств, 24 отрядов, 9 классов и 5 типов. В составе бентофауны обнаружены все основные группы зообентоса: гидры, нематоды, малощетинковые черви, пиявки, двустворчатые и брюхоногие моллюски, кладоцеры, копеподы, ракушковые и равноногие раки, водяные клещи, водяные клопы, коллемболы, личинки стрекоз, веснянок, поденок, жуков, ручейников, хирономид и других двукрылых. На всех участках были встречены олигохеты, мелкие двустворчатые моллюски, остракоды, копеподы, кладоцеры и личинки хирономид. Широкое распространение имели гидры, нематоды, водяные клещи, личинки поденков родов *Heptagenia* (Walsh, 1863) и *Caenis* (Stephens, 1833), клопы из сем. *Corixidae*. Представители этих групп животных отсутствовали лишь в р. Погиблиця. Таксономическое богатство рек за период наблюдения увеличилось на 20%: в 2005 г. было встречено 70 видов, а в 2006 г. – 84. Большинство видов-индикаторов сапробности принадлежали к  $\beta$ -мезосапробам, что является нормальным для рек лесной зоны.

Количественные показатели развития бентоса представлены графически (рис. 1–3). Анализ полученных данных позволяет сказать следующее. Число видов донных беспозвоночных возрастало при движении от фонового створа до створа 79. На этом же участке отмечена положительная временная динамика данного показателя, тогда как в нижнем течении (ст. 122 и 146) количество видов практически не менялось по годам. Значения общей численности колебались от 1,5 тыс. экз./м<sup>2</sup> до 32,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>, а общей биомассы – от 0,07 г/м<sup>2</sup> до 67,6 г/м<sup>2</sup>. Полученные данные, за исключением низких показателей р. Погиблиця за 2006 г., соотносятся со средними значениями водотоков Кировской области (Лешко, 2005).

В структуре бентоценозов рек Вятка и Холуница (ст. 92) в 2006 г. отмечены тенденции, характерные для метаболического прогресса (увеличение численности и биомассы бентоса), сопровождающиеся усложнением таксономической структуры. Подобные изменения, по В. А. Абакумову (Руководство ..., 1992), могут происходить при слабом загрязнении водной среды.



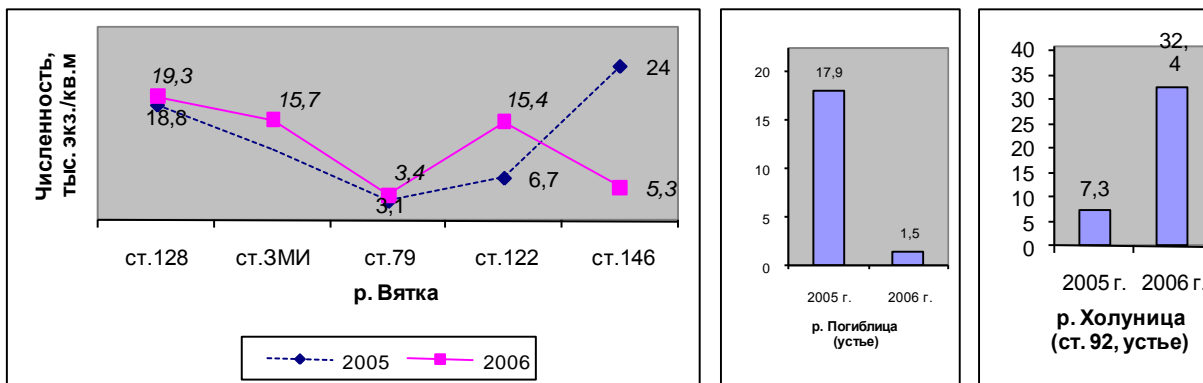


Рис. 1. Общая численность зообентоса рек в ЗЗМ КОХУХО «Марадыковский» (тыс. экз./м<sup>2</sup>)

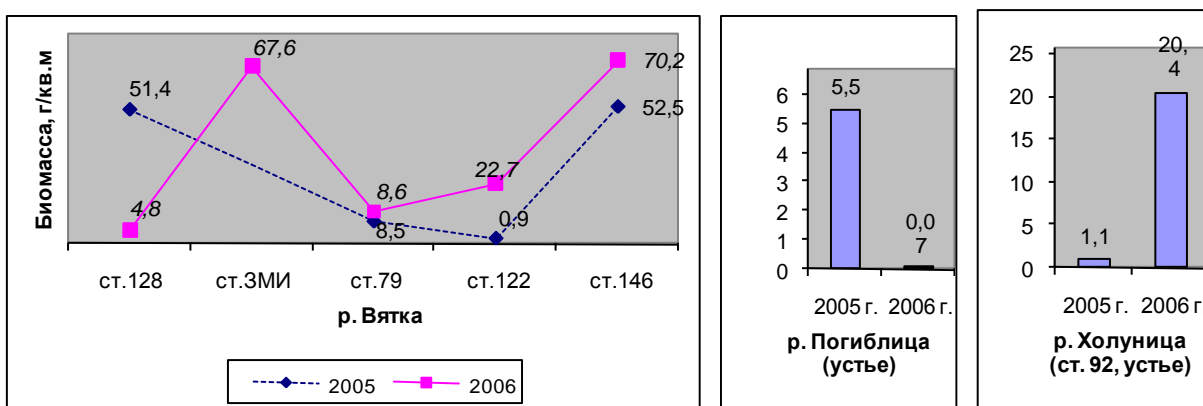


Рис. 2. Общая биомасса зообентоса рек в ЗЗМ КОХУХО «Марадыковский» (г/м<sup>2</sup>)

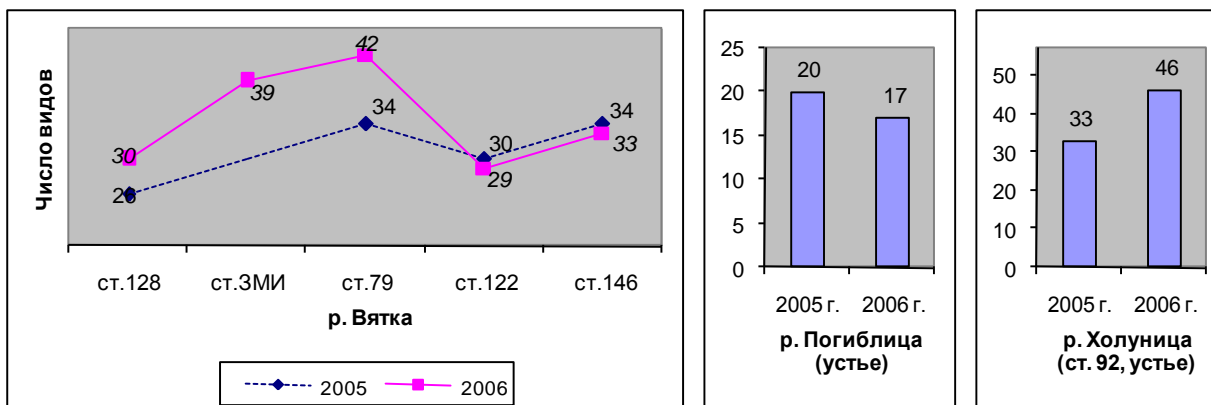


Рис. 3. Число видов зообентоса в реках на территории ЗЗМ КОХУХО «Марадыковский»

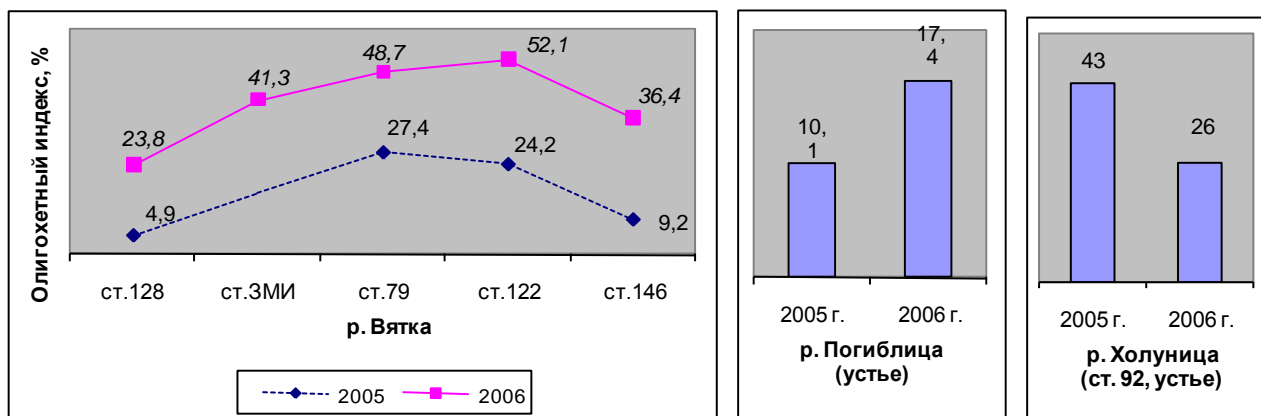


Рис. 4. Значения олигохетного индекса в реках на территории ЗСМ КОХУХО «Марадыковский»

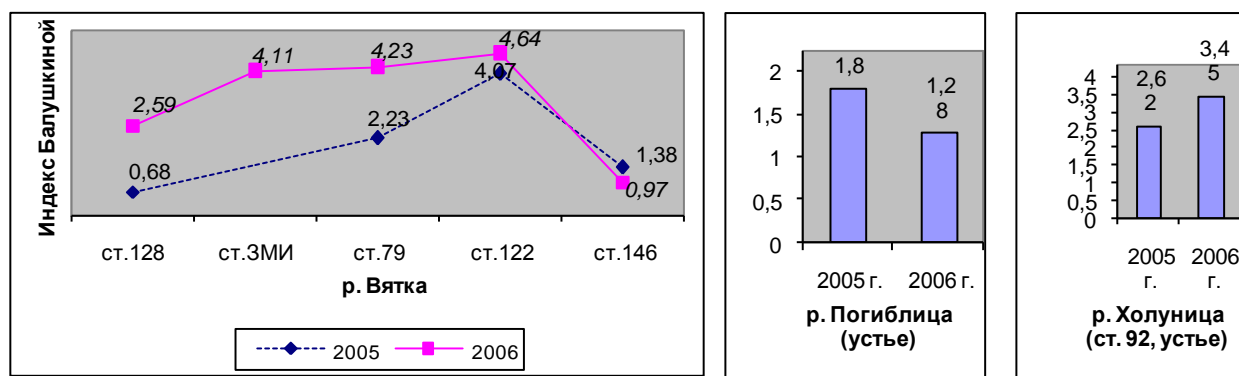


Рис. 5. Значения индекса Балужкиной в реках на территории ЗСМ КОХУХО «Марадыковский»

Биотический индекс Вудивисса в большинстве створов был равен 9 баллам, что соответствует 2 классу качества воды (чисто). Олигохетный индекс, показывающий степень не токсического органического загрязнения, возрастал на протяжении наблюдаемого участка р. Вятка, достигнув максимума в створе 122; улучшение данного показателя отмечено лишь в самом нижнем створе (рис. 4). Сходная картина была получена и с применением индекса Балужкиной (рис.5). По результатам биоиндикационной оценки наблюдаемые реки, в основном, отнесены к классу чистых и умеренно загрязненных вод. Высоких уровней загрязнения не выявлено. Рост олигохетного индекса в 2006 г., по сравнению с 2005 г. (рис. 4), может свидетельствовать о процессе эвтрофикации обследуемого участка р. Вятка. Известно, что одной из основных причин эвтрофикации является поступление в водоем биогенов, в первую очередь соединений азота и фосфора.

В 2006 г. установлено ухудшение состояния донных сообществ на устьевом участке р. Погиблица, проявившееся в сокращении числа видов, резком уменьшении численности и биомассы зообентоса, снижении биотического индекса Вудивисса с 7 баллов (2 класс качества воды, чисто) до 5 (3 класс качества воды, умеренно загрязненный водоем). Отмеченный факт, вероятно, обусловлен поступлением в реку сточных вод с очистных сооружений КОХУХО

«Марадыковский» и п.г.т. Мирный. Эта река может рассматриваться как источник загрязнения р. Вятка.

### Литература

1. ГОСТ 17.1.3.07–82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
2. Лешко Ю. В. Зообентос бассейна реки Вятка в условиях промышленного загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2005. № 9. С. 138–141.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. / Под ред. В. А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 21–38.
4. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. / Под ред. В. А. Абакумова. С-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 64–105.

## ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТА «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*Т. Я. Ашихмина, В. А. Титова, С. А. Менялин, Ю. И. Мамаева*  
*Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга, Вятский государственный гуманитарный университет*

Прошло больше года с момента начала эксплуатации в Кировской области объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский». Региональным центром по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга в соответствии регламентом «Порядок проведения государственного экологического контроля и мониторинга объекта УХО 1205 «Марадыковский», согласованным с государственным контролирующим органом, проводились плановые исследования природных компонентов на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий, а также обеспечивался государственный экологический контроль за источниками загрязнения на территории промышленной площадки объекта.

Контролировались источники выбросов ЗВ на промплощадке в атмосферный воздух, места размещения отходов и реакционных масс, атмосферный воздух и почва на границе СЗЗ и промплощадке, вода реки Погиблица, вода наблюдательных скважин, хозяйственно-бытовые сточные воды, сбрасываемые с очистных сооружений п.г.т. Мирный и войсковой части, поверхностные ливневые сточные воды.

В промышленных выбросах определялись характерные специфические для процесса детоксикации  $V_x$  вещества: изобутилметилфосфонат, вещество типа  $V_x$ , общий фосфор, N-метилпирролидон.

В течение всего периода действия объекта в пробах промышленных выбросов превышений нормативов ПДВ по содержанию ОВ и продуктов их деструкции не обнаружено (рис. 1–4).

Одновременно с отбором проб на источниках выбросов проводились подфакельные наблюдения за содержанием этих же веществ в атмосферном воздухе. Специфические для объекта отравляющие вещества и продукты их де-

струкции в атмосферном воздухе в районе расположения объекта 1205 ХУХО в течение всего периода действия объекта в контрольных точках не обнаружены. Полученные результаты государственного экологического контроля за установленными нормативами выбросов ЗВ в атмосферный воздух свидетельствуют о работе объекта 1205 ХУХО в штатном режиме.

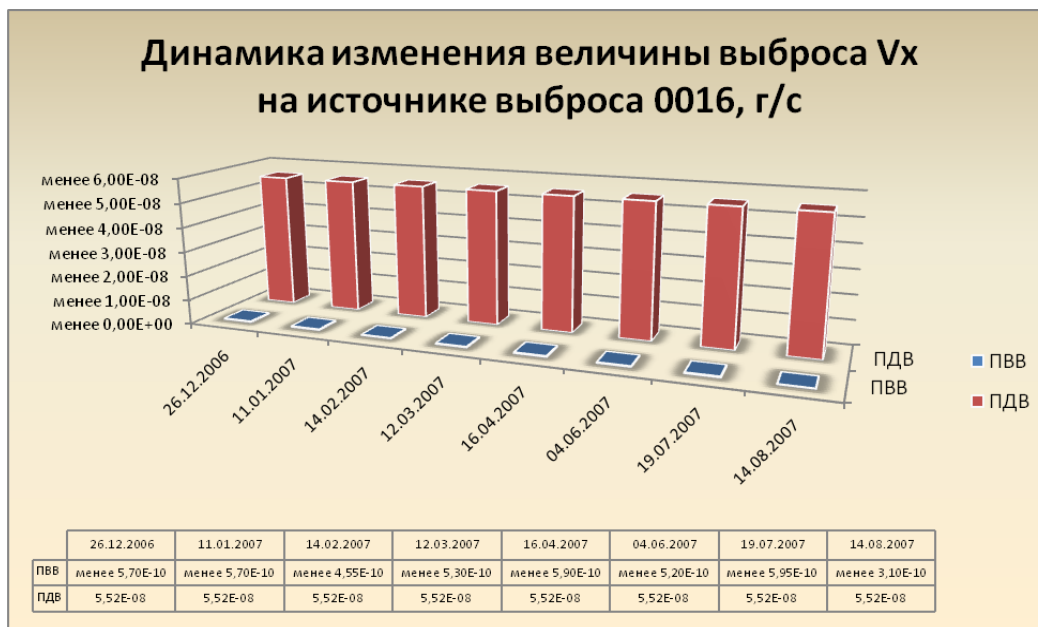


Рис. 1. Динамика изменения величины выброса Vx на источнике выбросов № 0016

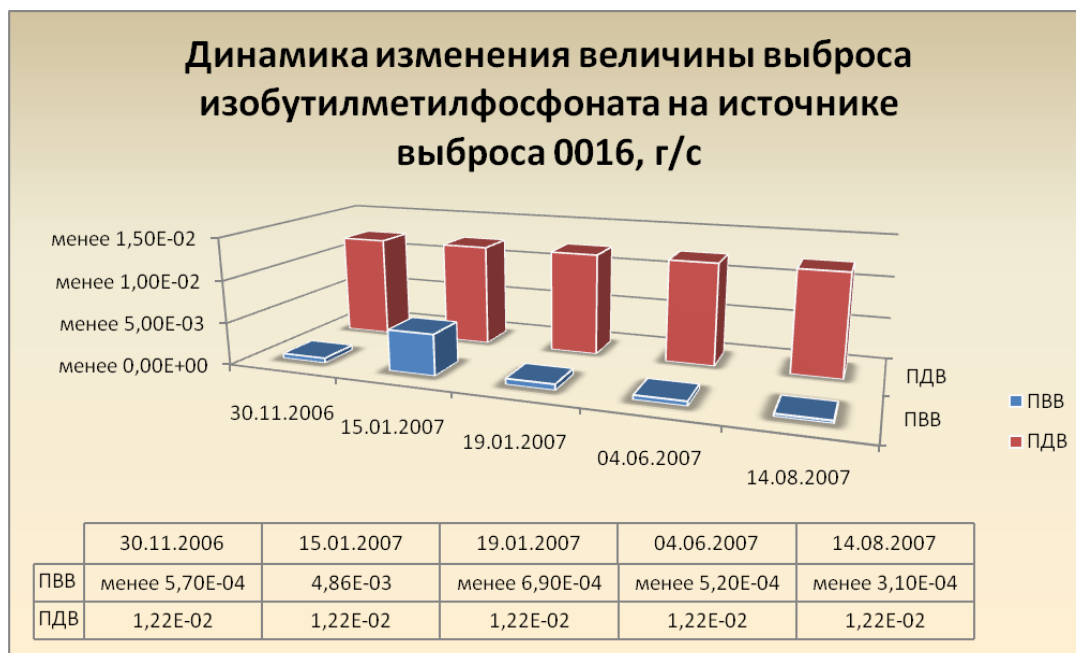


Рис. 2. Динамика изменения величины выброса О-изобутилметилфосфоната на источнике выбросов № 0116



Рис. 3. Динамика изменения величины выброса веществ типа  $V_x$  на источнике выбросов № 0032



Рис. 4. Динамика изменения величины выброса веществ типа  $V_x$  на источнике выбросов № 0115

Содержание общепромышленных ЗВ в атмосферном воздухе определялось на уровне фоновых показателей и ниже ПДК, за исключением содержания взвешенных веществ выше ПДК в 2,14 раза в точке № 35 и в 1,32 раза в точке № 5, что объясняется приближенностью точки № 35 к автомагистрали и ведением строительных работ на объекте в непосредственной близости к точке № 5.

Проводилось определение содержания загрязняющих веществ в пылегазовоздушных смесях. Полученные результаты лабораторного анализа свидетельствуют об отсутствии превышений загрязняющих веществ и дают основание сделать выводы об эффективной работе пылегазоочистных установок.

Отмечено превышение нормативов ПДС по содержанию общепромышленных загрязняющих веществ в хозяйственно – бытовых сточных водах на выходе с очистных сооружений п.г.т. Мирный и войсковой части. Превышения установленных нормативов обнаружены по содержанию железа (в 5,4 раза), нефтепродуктов (в 1,2 раза), нитритов (в 4,96 раза), БПК<sub>5</sub> (в 9,9 раза) и указывают на неэффективную работу очистных сооружений.

В воде р. Погиблица на расстоянии 500 м ниже сброса сточных вод обнаружены, вероятно по этой же причине, превышения ПДКр.х. по содержанию железа (в 11,9 раза), нефтепродуктов (в 2,5 раза), нитритов (в 4,9 раза), ионов аммония (в 10,4 раза), фосфатов (в 2,1 раза), БПК<sub>5</sub> (в 4,1 раза).

При проведении исследований проб почв, донных отложений, воды природной подземной, а также компонентов окружающей среды в местах размещения отходов, превышений установленных нормативов и фоновых показателей по содержанию специфических ЗВ, не обнаружено.

Таким образом, результаты государственного экологического контроля и мониторинга указывают на отсутствие в 2007 г. отрицательного влияния производственной деятельности объекта на состояние окружающей среды.

## **ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА УСТАНОВЛЕННЫМИ НОРМАТИВАМИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

*С. А. Менялин, В. А. Титова, Ю. И. Мамаева, К. С. Родыгин,  
А. А. Ржанникова, С. В. Талантов, А. М. Кибисhev*

*Региональный центр по обеспечению государственного экологического  
контроля и мониторинга по Кировской области*

В рамках реализации утвержденного регламента «Порядок проведения государственного экологического контроля и мониторинга объекта УХО 1205 «Марадыковский» за период с января по сентябрь 2007 г. было отобрано 43 пробы промышленных выбросов, проведено 50 компонентоопределений.

В промышленных выбросах определялись следующие характерные для процесса детоксикации V<sub>x</sub> вещества: вещество типа V<sub>x</sub>, изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты, N-метилпирролидон. Одновременно с отбором проб от источников выбросов проводились подфакельные наблюдения за содержанием этих веществ в атмосферном воздухе.

Сводные результаты работы по контролю за установленными нормативами выбросов специфических загрязняющих веществ представлены в табл. 1.

**Сводные результаты работы по контролю за установленными нормативами выбросов ЗВ в атмосферный воздух**

Контролируемое ЗВ	Номер источника выброса	Критерий контроля, г/сек	Количество анализов	Количество превышений
N-Метил-пирролидон	0016 (0016*)	0,1105060	1/1	
	0032		1/1	
	0115		1/1	
Vx	0016 (0016*)	5,5224e-08	2/2	0
	0032	7,45e-11	3/3	–
	0115	7,45e-11	3/3	0
Изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты	0016 (0016*)	0,0121620	1/1	0
	0032	0,0000164	1/1	0
	0115	0,0000164	1/1	0

Контроль за соблюдением нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу проводился по аттестованным методикам выполнения измерений аккредитованной Центральной экоаналитической лабораторией РЦГЭКиМ. При контроле нормативов предельно допустимых выбросов ЗВ в атмосферный воздух осуществлялось проведение аэродинамических измерений параметров газоздушной смеси и определение в ней концентраций загрязняющих веществ. Все измерения (скорость, температура, давление, концентрация ЗВ) проводились в установившемся потоке газа.

На основании выполненных измерений параметров пылегазовых потоков определялись объемы газовых потоков ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) и количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, (г/сек). Полученные величины выбросов (ПВВ) сравнивались с установленными нормативами ПДВ ЗВ.

Результаты контроля за выбросами ЗВ на территории объекта «Марадыковский» в 3 квартале 2007г. представлены в табл. 2.

**Данные количественного химического анализа проб промышленных выбросов ОУХО «Марадыковский» за III квартал 2007 г.**

Дата пробоотбора	Номер источника выбросов	Наименование производственного подразделения	Наименование ЗВ	Результаты аналитического контроля			Установленный норматив выброса, г/с (ПДВ)	Полученная величина выброса, г/с (ПВВ)	$\frac{ПВВ}{ПДВ}$
				Диаметр газохода, м	Объемный расход ГВС, м <sup>3</sup> /с	Концентрация ЗВ в выбросе, мг/м <sup>3</sup>			
19.07.2007	0016	цех 1047	вещества типа Vх	1,6	11,9	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$5,52 \times 10^{-8}$	менее $5,95 \times 10^{-10}$	менее 0,01
14.08.2007	0016	цех 1047	вещества типа Vх	1,6	6,2	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$5,52 \times 10^{-8}$	менее $3,10 \times 10^{-10}$	менее 0,006
14.08.2007	0016	цех 1047	изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты	1,6	6,2	менее 0,05	$1,22 \times 10^{-2}$	менее $3,10 \times 10^{-4}$	менее 0,03
14.08.2007	0016	цех 1047	N-метил-2-пирролидон	1,6	6,2	менее 10,0	$1,11 \times 10^{-1}$	менее $6,2 \times 10^{-2}$	менее 0,56
19.07.2007	0032	цех 1037/1	вещества типа Vх	0,2	0,015	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$7,45 \times 10^{-11}$	менее $7,5 \times 10^{-13}$	менее 0,01
19.07.2007	0032	цех 1037/1	изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты	0,2	0,015	менее $1,0 \times 10^{-4}$	$1,64 \times 10^{-5}$	менее $1,5 \times 10^{-9}$	менее $9,1 \times 10^{-5}$
19.07.2007	0115	цех 1037/2	вещества типа Vх	0,2	0,015	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$7,45 \times 10^{-11}$	менее $7,5 \times 10^{-13}$	менее 0,01



Дата пробоотбора	Номер источника выбросов	Наименование производственного подразделения	Наименование ЗВ	Результаты аналитического контроля			Установленный норматив выброса, г/с (ПДВ)	Полученная величина выброса, г/с (ПВВ)	$\frac{ПВВ}{ПДВ}$
				Диаметр газохода, м	Объемный расход ГВС, м <sup>3</sup> /с	Концентрация ЗВ в выбросе, мг/м <sup>3</sup>			
19.07.2007	0115	цех 1037/2	изобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты	0,2	0,015	менее $1,0 \times 10^{-4}$	$1,64 \times 10^{-5}$	менее $1,5 \times 10^{-9}$	менее $9,1 \times 10^{-5}$
14.08.2007	0032	цех 1037/1	N-метил-2-пирролидон	0,2	0,015	менее 0,15	не установлен	менее $2,3 \times 10^{-6}$	–
14.08.2007	0032	цех 1037/1	вещества типа Vх	0,2	0,015	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$7,45 \times 10^{-11}$	менее $7,5 \times 10^{-13}$	менее 0,01
14.08.2007	0115	цех 1037/2	вещества типа Vх	0,2	0,015	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$7,45 \times 10^{-11}$	менее $7,5 \times 10^{-13}$	менее 0,01
14.08.2007	0115	цех 1037/2	N-метил-2-пирролидон	0,2	0,015	менее 0,15	не установлен	менее $2,3 \times 10^{-6}$	–
18.09.2007	0032	цех 1037/1	вещества типа Vх	0,2	0,015	$1,5 \times 10^{-6}$	$7,45 \times 10^{-11}$	$2,3 \times 10^{-11}$	0,32
18.09.2007	0115	цех 1037/2	вещества типа Vх	0,2	0,015	менее $5,0 \times 10^{-8}$	$7,45 \times 10^{-11}$	менее $7,5 \times 10^{-13}$	менее 0,01

Данные, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что ни в одной пробе промышленных выбросов в атмосферный воздух за данный период, превышений установленных нормативов выбросов ЗВ не установлено.

## ПРОГРАММНОЕ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТЕ

*Т. Я. Ашихмина, В. А. Титова, С. А. Менялин,  
Ю. И. Мамаева, И. В. Панфилова, Г. Я. Кантор, С. В. Паламарчук  
Региональный центр обеспечения государственного  
экологического контроля и мониторинга,  
Вятский государственный гуманитарный университет*

Система государственного экологического контроля и мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия основана на сочетании методов биомониторинга и химико-аналитических исследований.

Аналитические лаборатории РЦГЭКиМ применяют технические средства, правила и нормы, необходимые для достижения единства и требуемой точности выполняемых измерений и аккредитованы в системе аккредитации аналитических лабораторий (СААЛ) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии для выполнения измерений контролируемых показателей по программе экологического контроля и мониторинга.

Метрологическое обеспечение государственного экологического контроля и мониторинга основано на законодательных актах Российской Федерации, стандартах и других нормативных документах Государственной системы обеспечения единства измерений. Полнота (количество контролируемых веществ), периодичность и достоверность (характеристики погрешности применяемых средств измерений и методик выполнения измерений) аналитического контроля в РЦ СГЭКиМ определяются в соответствии с регламентом «Порядок проведения государственного экологического контроля и мониторинга объекта УХО 1205 «Марадыковский» и программой государственного экологического мониторинга растительного и животного мира в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий.

«Порядок» и «Программа» разработаны в соответствии с требованиями нормативных и законодательных документов в области охраны окружающей среды, направленных на совершенствование государственного управления в области обеспечения экологической безопасности при уничтожении химического оружия, а также на установление, предупреждение, устранение и (или) уменьшение факторов возможного негативного влияния Объекта на состояние окружающей среды, и регламентируют основы деятельности в области ведения государственного экологического контроля и мониторинга объекта по хранению и уничтожению химического оружия. «Порядок» и «Программа» устанавливают требования к проведению государственного экологического контроля на объекте 1205 ХУХО и мониторинга состояния окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий, а именно:

*Порядок проведения государственного экологического контроля за объектом включает:* контроль за промышленными выбросами в атмосферный воздух; контроль за сбросом сточных вод в р. Погиблица; контроль за размещени-

ем реакционных масс, специфических и общепромышленных отходов, их влиянием на окружающую среду; контроль эффективности работы очистных сооружений и газоочистных установок; контроль за состоянием вод наблюдательных скважин; контроль состояния поверхностных ливневых сточных вод.

*Программа (Порядок) проведения государственного экологического контроля и мониторинга в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий объекта 1205 ХУХО включает:* контроль и мониторинг атмосферного воздуха; мониторинг почв; мониторинг атмосферных осадков (снежного покрова); контроль и мониторинг природных вод (поверхностных и подземных); мониторинг донных отложений.

*Программа проведения государственного экологического мониторинга растительного и животного мира в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий объекта 1205 ХУХО определяет проведение:* мониторинга растительного мира; мониторинга животного мира.

Указанные регламенты устанавливают требования к периодичности пробоотбора, организации по проведению количественного химического анализа, экотоксикологических исследований, реализации системы биологических наблюдений и применению соответствующих оценочных процедур.

«Порядок» и «Программа» предназначены для регламентации деятельности Регионального центра по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга по аналитическому и информационному обеспечению Федеральных органов исполнительной власти в сфере государственного экологического контроля и мониторинга за безопасным функционированием объекта 1205 ХУХО.

«Порядок» содержит:

– ранжированные по компонентам природной среды (объектам контроля) перечни определяемых ЗВ;

– карты-схемы промплощадки объекта 1205 ХУХО с привязанными нормируемыми источниками загрязняющих веществ (объектами аналитического контроля);

– ситуационные карты-схемы района расположения объекта 1205 ХУХО с привязкой системы пробоотбора (пунктами отбора проб в компонентах природной среды);

– карты-схемы мест образования и размещения отходов в промзоне объекта 1205 ХУХО;

– планы-графики аналитического контроля за источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; сточными, природными поверхностными и подземными (наблюдательных, эксплуатационных скважин и колодцев) водами; местами размещения отходов и их влиянием на компоненты природной среды; эффективностью работы очистных сооружений и газоочистных установок;

– планы-графики мониторинга объектов окружающей среды санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий объекта 1205 ХУХО (атмосферный воздух, почва, снежный покров, природные воды (поверхностные и подземные) и донные отложения);

– формы предоставления информации по результатам государственного экологического контроля и мониторинга за состоянием компонентов окружающей среды;

– перечень методик выполнения измерений ЗВ в объектах окружающей среды;

– требования к отбору проб и проведению аналитических исследований компонентов природной среды.

Программа экологического мониторинга растительного и животного мира в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий объекта 1205 ХУ-ХО включает 6 видов мониторинга компонентов природной среды: порядок мониторинга растительности; порядок мониторинга животного мира; порядок мониторинга атмосферного воздуха; порядок мониторинга почв; порядок мониторинга природных поверхностных вод; порядок мониторинга донных отложений.

Программа биологического мониторинга ОХУХО содержит перечни показателей и планы-графики: наблюдений за экологическим состоянием растительного и животного мира; оценки состояния различных природных сред (атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений) с использованием методов биоиндикации на территории зоны возможного влияния объекта 1205 ХУХО (СЗЗ и ЗЗМ).

Диапазоны применяемых методик выполнения измерений (МВИ) обеспечивают возможность контроля за соблюдением установленных природоохранных и санитарно-гигиенических нормативов. Применяемые для осуществления государственного контроля и мониторинга МВИ соответствуют требованиям ГОСТ 8.563–96 «ГСИ. Методики выполнения измерений». Достоверность результатов лабораторных исследований обеспечивается проведением внутрилабораторного контроля качества проводимых измерений и межлабораторной интеркалибрации, внешним контролем со стороны вышестоящей организации, а также инспекционным контролем, осуществляемым органами по аккредитации. При необходимости организуется параллельный отбор проб с другими аккредитованными лабораториями, выполнение анализов, измерений и тестирования для оценки сопоставимости результатов экологического контроля. Средства измерений, используемые для выполнения измерений при осуществлении государственного экологического контроля и мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия, занесены в Государственный реестр и проходят периодическую государственную поверку. Всё испытательное оборудование аттестовано.

Биологические исследования проводятся по совокупности универсальных биотестов и биоиндикаторов (выбранных представительных биологических объектов), и одновременно выполняется количественный химический анализ по полному, согласованному для каждого объекта, перечню.

Всё это позволяет с высокой долей достоверности проводить определения, выявлять возможные превышения ЗВ на обследуемой территории, делать анализ и выводы о состоянии окружающей природной среды в районе влияния объекта уничтожения химического оружия.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТРОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРОБ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТ-СИСТЕМЫ «ЭКОЛЮМ»

*И. В. Панфилова<sup>1</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>2</sup>, Н. А. Шулятьева<sup>1</sup>  
Региональный центр государственного экологического контроля  
и мониторинга по Кировской области,  
Вятский государственный гуманитарный университет*

Для оценки экологического состояния объектов окружающей природной среды одним из методов исследований является биотестирование – проведение анализа токсичности компонентов среды с помощью живых организмов. Получаемые результаты оперативно сигнализируют об опасном воздействии химического загрязнения на жизнедеятельность организмов, причем не отдельных компонентов, а их смесей, часто неизвестной природы, а также токсических веществ, не выявляемых другими методами анализа.

Токсические эффекты, регистрируемые методами биотестирования, включают комплексный, синергетический, антагонистический и дополнительные воздействия всех химических, физических и биологических компонентов, присутствующих в исследуемом объекте, неблагоприятно влияющих на физиологические, биохимические и генетические функции тест-организмов.

В 2007 г. лабораторией биомониторинга и биотестирования Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга объекта хранения и уничтожения химического оружия по Кировской области на территории санитарно – защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) объекта УХО «Марадыковский» проводился экотоксикологический анализ природных сред по методике, допущенной для целей государственного экологического контроля ПНД ФТ 14.1:2:3:4.11-04 16.1:2:3:3.8-04.

Методика основана на определении изменений интенсивности биолюминесценции генно-инженерного штамма бактерий (*Escherichia coli* M-17) при воздействии токсических веществ, присутствующих в анализируемой пробе, по сравнению с контрольной, не содержащей токсических веществ. Острое токсическое действие исследуемой пробы на бактерии определяется по ингибированию их биолюминесценции за 30-ти минутный период экспозиции. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде индекса токсичности. Методика допускает три пороговых уровня токсичности: проба не токсична, проба токсична, проба сильно токсична.

Объектами исследования явились: атмосферный воздух, атмосферные осадки (снежный покров), природная поверхностная вода. Всего проанализировано 29 проб атмосферного воздуха, 33 пробы атмосферных осадков (снежного покрова) и 42 пробы природной поверхностной воды.

Отбор проб воздуха, их хранение и транспортировка осуществлялись в соответствии с руководящими документами, действующими в системе Государственного санитарно-эпидемиологического контроля. Использовались: РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнений атмосферы. Пробы воздуха

отбирались в марте–октябре на 21 точке СЗЗ и ЗЗМ объекта УХО. Анализ данных показывает, что 25 проб (86,2%) были не токсичны, 4 пробы (13,8%) – токсичны. Проб атмосферного воздуха сильно токсичных не обнаружено.

Отбор проб снежного покрова производился в январе-марте на 33 точках, расположенных в СЗЗ объекта «Марадыковский». Эти пробы анализировались как талая снеговая вода. 29 проб (87,9%) не токсичны, 3 пробы (9,1%) – токсичны, одна проба – сильно токсична. Токсичная и сильно токсичная пробы атмосферных осадков (снежного покрова) выявлены в пробах, отобранных 17 марта и можно предположить, что это связано с накоплением загрязняющих веществ при аэрогенном загрязнении снежного покрова.

На той же территории были отобраны пробы природной поверхностной воды. Основными водными объектами здесь являются р. Вятка и ее притоки первого порядка (р. Большая Холуница, р. Погиблиця), притоки второго порядка (р. Березовка, р. Холуница, р. Бражиха), озёра Карповые и 2 искусственных пруда в п. Мирный. Анализ показал, что 25 проб (59,52% от общего количества проб) были не токсичны, 14 проб воды (33,33%) - токсичны, и 3 пробы (7,14%) –сильнотоксичны (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты экотоксикологического анализа проб природной  
поверхностной воды по тест-системе «Эколюм»**

№ п/п	Точка отбора	Дата отбора пробы	Индекс токсичности	Качество пробы
1	№ 45 р. Березовка	06.05.07	30.60±6.00	Проба токсична
2	№ 55 р. Вятка	16.10.07	9.13±1.79	Проба не токсична
3	№ 62 р. Бражиха	03.07.07	27.11±5.31	Проба токсична
4		21.08.07	45.32±8.88	Проба токсична
5	№ 63 Пруд на р. Погиблиця	25.04.07	28.72±5.63	Проба токсична
6		16.10.07	11.64±2.28	Проба не токсична
7	№ 64 р. Погиблиця	25.04.07	18.50±3.63	Проба не токсична
8		17.07.07	8.28±1.62	Проба не токсична
9	№ 69 оз. Карповые пой- ма р. Вятка	26.06.07	22.96±4.50	Проба токсична
10	№ 79 р. Вятка 500 м ниже устья р. Погиблицы	23.05.07	0	Проба не токсична
11	№ 84 р. Прудище (створ – д. Тарасовы)	06.05.07	36.63±7.18	Проба токсична
12	№ 87 р. Погиблиця (створ – д. Корсаки)	03.07.07	29.69±5.82	Проба токсична
13	№ 92 р. Большая Холуница – устье	30.09.07	14.25±2.79	Проба не токсична
14	№102 р. Большая Холуница	06.05.07	36.15±7.09	Проба не токсична
15		16.05.07	24.73±4.85	Проба токсична

№ п/п	Точка отбора	Дата отбора пробы	Индекс токсичности	Качество пробы
16	(створ – а/д мост)	03.07.07	10.28±2.01	Проба не токсична
17		21.08.07	36.51±7.16	Проба токсична
18	№ 122 р. Вятка (створ – д. Ковровы)	06.09.07	16.83±3.30	Проба не токсична
19	№124 р. Вятка (створ – с. Истобенск)	30.09.07	18.45±3.62	Проба не токсична
20	№ 126 р. Токовица (створ – д. Кунгуговы)	25.04.07	19.36±3.79	Проба не токсична
21		03.07.07	31.71±6.22	Проба токсична
22	№ 127 ручей без названия – д. Паньшины	06.05.07	32.14±6.30	Проба токсична
23	№ 128 р. Вятка (створ – д. Тиваненки)	30.09.07	13.49±2.64	Проба не токсична
24	№ 131 р. Большая Холуница (створ – д. Поздняки)	06.05.07	54.39±10.66	Проба сильно токсична
25	№ 140 р. Низяна (створ – д. Пустоши)	06.05.07	44.74±8.77	Проба токсична
26	141 р. Пыча (створ – д. Заболотье)	06.05.07	37.86±7.42	Проба токсична
27	№ 142 р. Молома (створ – д. Омеличи)	10.07.07	0	Проба не токсична
28	№ 146 р. Вятка (створ – д. Шестаковы)	10.07.07	0	Проба не токсична
29	№ 147 р. Молома (створ – д. Юрьево)	10.07.07	9.38±1.84	Проба не токсична
30	№ 149 р. Вятка (створ – г. Котельнич)	10.07.07	0	Проба не токсична
31	№ 150 р. Черняница (створ – д. Веснины)	10.07.07	68.51±13.43	Проба сильно токсична
32	№ 151 р. Черняница (створ – д. Екименки)	10.07.07	58.71±11.51	Проба сильно токсична
33	Пруд в/ч	22.08.07	0	Проба не токсична
34	Устье Погиблицы	23.05.07	0	Проба не токсична
35	№ 159 р. Погиблица 500 м ниже сброса очистных сооружений	25.04.07	5.24±1.03	Проба не токсична
36		02.08.07	11.16±2.19	Проба не токсична
37		16.09.07	18.16±3.56	Проба не токсична
38		09.10.07	20.31±3.98	Проба токсична
39	№ 159–1 500 м выше сброса очистных сооружений	25.04.07	17.48±3.43	Проба не токсична
40		02.08.07	2.60±0.51	Проба не токсична
41		16.09.07	19.24±3.77	Проба не токсична
42		09.10.07	8.31±1.63	Проба не токсична

В числе исследованных проб семь были взяты из р. Вятка, все проанализированные пробы не токсичны.

Проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что методика определения острой интегральной токсичности проб атмосферного воздуха, ат-

мосферных осадков (снежного покрова), природных поверхностных вод с использованием тест-системы «Эколом» предоставляет возможность оперативно изучать состояние этих природных сред и давать объективную оценку их качественных характеристик.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ В РАЙОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

***В. А. Титова, Т. Я. Ашихмина, И. В. Панфилова, К. С. Родыгин,  
Т. Л. Недопекина, А. А. Ржанникова, С. В. Талантов, А. М. Кибишев,  
Ю. Н. Шишкина, А. С. Олькова***

*Региональный центр по обеспечению государственного  
экологического контроля и мониторинга,  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ*

В 2007 г. в рамках реализации программы государственного экологического контроля и мониторинга проводились исследования по изучению состояния почв на 121 контрольной точке территории СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский». В пробах почв определялось 8 показателей: вещество типа Vх, О-Изобутилметилфосфонат, метилфосфоновая кислота, фосфор общий, мышьяк, N-метилпирролидон, водородный показатель (рН), фтор подвижный.

Общее количество проанализированных проб почв составило 192, проведено 2095 компонентоопределений. Результаты работы по мониторингу почв представлены в табл. 1.

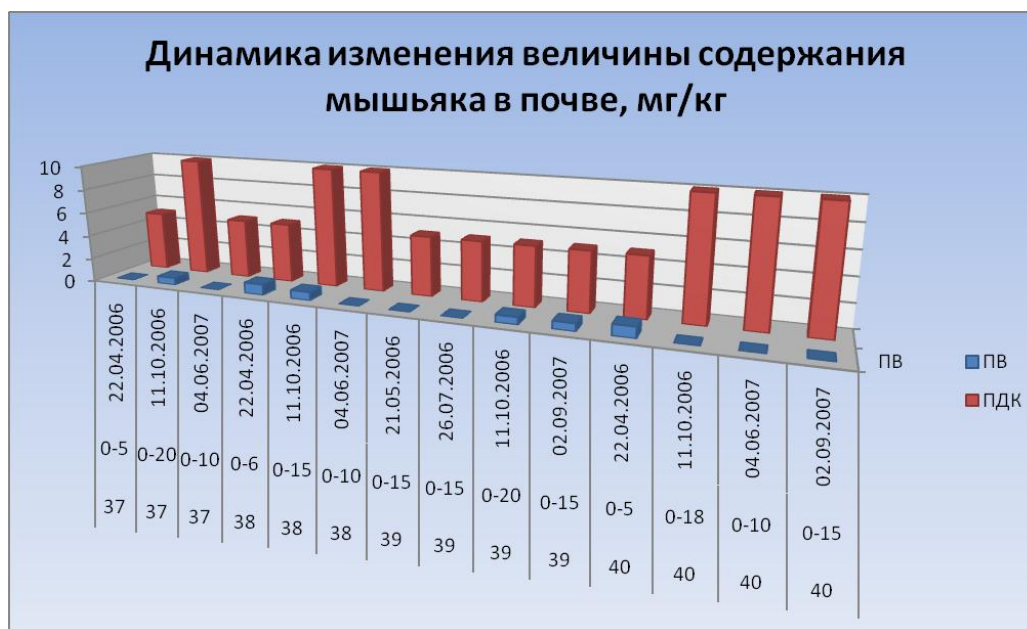
Из данных таблицы следует, что превышений установленных нормативов ни по одному из контролируемых показателей в 2007 г. не выявлено.



**Сводные результаты работы по мониторингу почв  
в районе расположения объекта 1205 ХУХО**

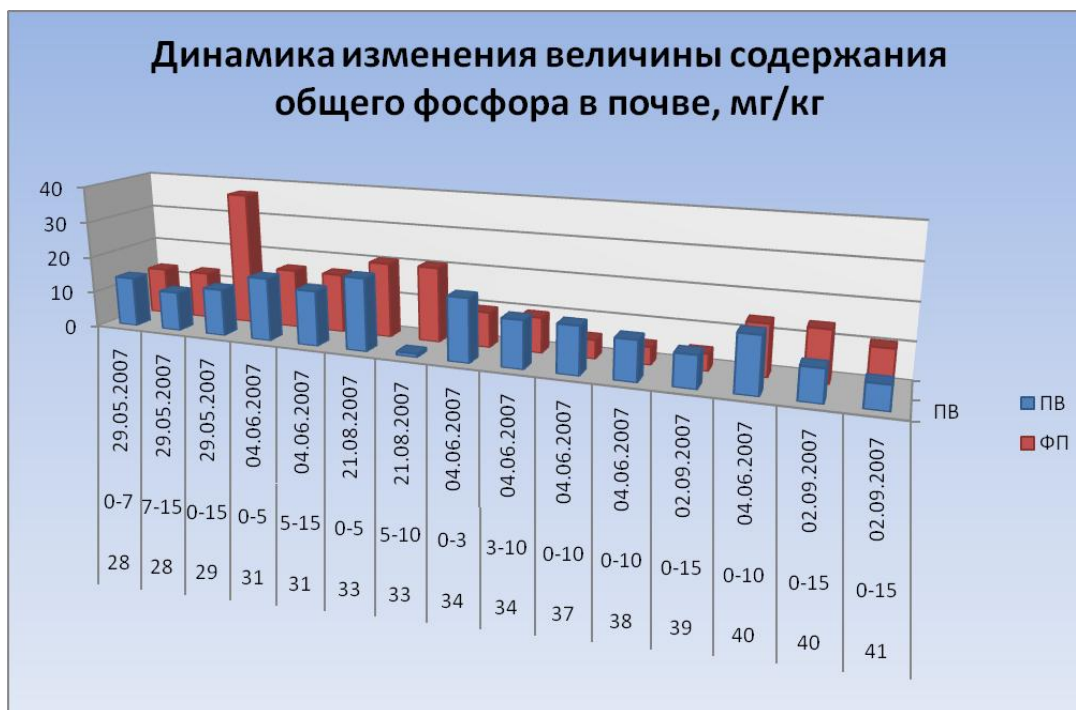
Компонент объекта мониторинга	Критерий контроля ПДК, ОДК, мг/кг	Количество компонентоопределений	Количество превышений
1	2	3	4
V <sub>x</sub>	5*10 <sup>-5</sup>	59	0
О-Изобутилметилфосфонат	Не установлен (в сравнении с фоном)	60	0
Метилфосфоновая кислота	Не установлен (в сравнении с фоном)	23	0
Фосфор общий	Не установлен (в сравнении с фоном)	98	0
Мышьяк	2*,5**,10***	96	0
N-метилпирролидон	Не установлен (в сравнении с фоном)	58	0
Водородный показатель (рН)	-	96	0
Фтор подвижный	Не установлен (в сравнении с фоном)	62	0

Характеристика динамики уровней загрязнения почв по мышьяку и общему фосфору представлена на диаграммах (рис. 1, 2).



На диаграмме отражены снизу вверх – номера точек, глубина горизонта отбора проб почвы, дата отбора проб и выполнения анализа, полученная величина, ПДК мышьяка в почве в зависимости от типа почв и рН.

Рис. 1. Уровень загрязнения почв мышьяком в районе расположения объекта 1205 ХУХО.



На диаграмме отражены снизу вверх- номера точек, глубина отбора проб почвы, дата отбора проб и выполнения анализа, полученная величина, фоновый показатель общего фосфора в данной точке.

Рис. 2. Уровень загрязнения почв фосфором в районе расположения объекта 1205 ХУХО.

В 3 квартале 2007 г. был проведен экотоксикологический анализ 148 проб почвы с применением тест-объекта *Paramecium caudatum*, который показал, что если в 2006 г. 10,1% проб имели умеренную степень токсичности, то в 3 квартале 2007 г. выявлено 3,4% проб с умеренной степенью токсичности. Проб обладающих высокой степенью токсичности, как в 2006 г. не выявлено.

В ходе биотестирования 126 проб почвы с помощью *тест-системы «Эколюм»* было установлено, что 2,4% проб сильно токсичны (т. № 103 (0–20), 135 (0–20), 141 (0–15)) и 27,6% проб обнаруживают токсичность.

Анализ данных 139 проб почвы, полученных с использованием тест-объекта *Daphnia magna*, показал, что если в 2006 г. три пробы почвы обладали острым токсическим действием и 8,4% проб острого токсического действия не оказывали, но требовалось проведение дополнительных исследований на хроническую токсичность, то в 3 квартале 2007 г. проб почв с острым токсическим действием не обнаружено и 3,6% проб почв острого токсического действия не оказывают, при этом требуется проведение дополнительных исследований на хроническую токсичность.

Кроме того, в пробах почв проводилось определение ферментативной активности по значениям инвертазы, каталазы, уреазы. Выяснялось угнетение ферментов, снижение их активности под влиянием возможного техногенного воздействия на почвы.

## ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ СЗЗ И ЗЗМ ОУХО

*Т. Я. Ашихмина, Г. Я. Кантор, И. В. Панфилова,  
Е. А. Домнина, С. Ю. Огородникова, Т. И. Кочурова,  
Е. В. Дабах, Л. В. Кондакова, А. С. Олькова*  
*Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ,  
РЦГЭКиМ по Кировской области*

В лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН разработана программа биологического мониторинга, которая предусматривает организацию мониторинга компонентов природной среды в районе объекта хранения и уничтожения химического оружия. Данная программа основана на сочетании методов наблюдений за состоянием природного комплекса, количественного химического и экотоксикологического анализа.

Данный документ в виде Программы согласован и утвержден Управлением Росприроднадзора по Кировской области и Управлением по охране окружающей среды и природопользованию Кировской области. Программа биологического мониторинга является составной частью системы государственного экологического мониторинга и является руководящим документом для выполнения всех регламентных работ на территории СЗЗ и ЗЗМ ОУХО.

### **Основными задачами биологического мониторинга являются:**

1. Оценка состояния биотических компонентов природной среды в зоне потенциального влияния ОУХО 1205, выявление отклонений от нормы (фоновое состояние) на разных уровнях организации живого: ценотическом, организменном, клеточном, субклеточном и популяционном.
2. Сопоставление результатов биологических наблюдений с данными химико-аналитических исследований и экотоксикологического анализа.
3. Выявление связи (или отсутствие таковой) обнаруженных отклонений состояния биоты с производственной деятельностью ОУХО.
4. Прогноз развития экологической ситуации.

**Программа содержит:** порядок полевых эколого-биологических исследований; регламент пробоотбора для биоиндикации; карту-схему зоны защитных мероприятий с привязанными ключевыми участками, учетными маршрутами и точками пробоотбора; планы-графики биологического мониторинга растительности, животного мира, биоиндикации атмосферного воздуха, почв, поверхностных вод, донных отложений; формы представления информации по результатам биомониторинга; перечень методик биоиндикации; требования к пробоотбору и проведению эколого-биологических исследований компонентов природной среды.

**Объектами биологического мониторинга в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий ОУХО являются:** растительность; животный мир и среда его обитания; биоиндикаторы состояния атмосферного воздуха, почвенного покрова, природных вод, донных отложений (иловых осадков).

Программа биологического мониторинга с использованием методов биоиндикации включает следующий перечень показателей:

**Показатели чистоты атмосферного воздуха, определяемые лишеноиндикационными методами:** процент деревьев, имеющих лишайники, степень проективного покрытия деревьев лишайниками; количество индикаторных видов лишайников; содержание загрязняющих веществ в лишайниках.

**Показатели состояния почв:** процентное соотношение группировок водорослей и цианобактерий; отсутствие в структуре сообщества двух или более эколого-морфологических групп (по групповому анализу наземных альгоцианобактериальных разрастаний при «цветении» почвы); соотношение в почве микромицетов с окрашенным и бесцветным мицелием; активность почвенной каталазы; активность почвенной уреазы; активность почвенной инвертазы.

**Показатели состояния поверхностных вод:** класс качества воды; общая численность макрозообентоса, экз./м<sup>2</sup>; общая биомасса макрозообентоса, г/м<sup>2</sup>; общее число видов; численность и биомасса основных групп макрозообентоса; биоиндикационные показатели: (биотический индекс Вудивисса; олигохетный индекс (отношение численности олигохет к общей численности донных организмов, %); индекс Балужкиной); индекс видового разнообразия Шеннона.

**Комплексные показатели оценки состояния растительности:** биоразнообразие фитоценозов; категории жизненного состояния деревьев, подроста; морфометрические показатели пыльцевых зерен сосны и березы; содержание пигментов в высших растениях.

**Показатели состояния животного мира:** обилие крота, количество кротовин на 1 км маршрута (снижение обилия и численности в однотипных станциях по сравнению с фоновыми); видовое разнообразие и численность млекопитающих; видовое разнообразие и численность птиц (воробей полевой и домовый, околородные птицы); энтомофауна, обилие и общая численность насекомых; асимметрия пресноводной рыбы.

**Программой биологического мониторинга предусмотрено:** регулярность и комплексность проводимых определений; репрезентативность мест отбора проб; согласованность программ наблюдений и сроков отбора проб воды, почв, донных отложений объектов растительного и животного мира; учет погодных условий.

Регламент проведения биологического мониторинга основан на сочетании классических методов описания растительности и учета животного мира, биоиндикации состояния природных сред и биохимических методов анализа.

Обработка полученных данных производится с использованием различных математических методов, универсального и специализированного программного обеспечения, в том числе технологий баз данных и геоинформационных систем.

При проведении биологического мониторинга реализуется схема, основанная на корреляции модельных подходов с результатами химико-аналитических и биологических исследований в выбранной области проведения наблюдений.

Для обработки данных биологического мониторинга, формирования баз данных и отчетов по установленным формам, представления информации на векторных картах используется специализированный программный комплекс, который обеспечивает выполнение следующих функций: ввод данных по результатам биоиндикации; математическая обработка данных; картографическое отображение исходных данных и результатов биологического мониторинга; анализ, оценка и прогноз динамики экологического состояния природной среды в СЗЗ и ЗЗМ ОУХО; формирование отчетов различного уровня и назначения (текущие, ежеквартальные, ежегодные, итоговые для предоставления уполномоченным органам государственного управления).

Важным элементом организации системы биологического мониторинга является её рациональная пространственная структура, в том числе размещение ключевых участков, учетных маршрутов, гидробиологических станций и т. п.

Мониторинг растительного покрова осуществляется на постоянных пробных площадках в типичных участках лесных массивов, луговых, болотных, прибрежно-водных фитоценозов. Динамика экологического состояния выявляется сравнением результатов с данными фонового мониторинга.

Программа проведения биологического мониторинга реализуется на объекте «Марадыковский» в Кировской области. В 2004–2006 гг. до начала уничтожения химического оружия было проведено фоновое обследование территории СЗЗ и ЗЗМ на пробных площадках сети биологического мониторинга, включающих 48 лесных и 76 луговых участков, а также 10 станций гидробиологических наблюдений.

В 2007 г. весь комплекс исследований, предусмотренных Программой, осуществлялся уже с учетом действия объекта. Существенных различий в состоянии природного комплекса на первой стадии уничтожения химического оружия по сравнению с результатами фонового обследования не обнаружено.

Согласно Программы, биологический мониторинг территории будет осуществляться в течение всего периода работы объекта и после прекращения уничтожения химического оружия.

## **ПРОБЛЕМЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Т. Я. Ашихмина, Т. А. Адамович*

*Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН,  
Вятский государственный гуманитарный университет*

Проблема радиационной безопасности для Кировской области так же актуальна, как и для других регионов России. Острота экологических проблем на разных территориях нашего региона различна. Она зависит от природных особенностей территории, уровня её хозяйственного освоения, устойчивости природных комплексов к антропогенным нагрузкам и интенсивности антропогенных воздействий.

Среди источников потенциальной экологической опасности более 60 лет для Кировской области является Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) – в прошлом предприятие по переработке урана. Производственная деятельность КЧХК, начавшись в 1944 г., была ориентирована на получение обогащенного урана. На сегодня это крупный химический комбинат по производству и выпуску по уникальной технологии комплексных удобрений, аммиака, азотной кислоты, хлора и едкого натра. В его составе действует крупнейший в России завод полимеров, 96% всех российских фторопластов выпускается на данном предприятии. Из фторопластов на заводе изготавливаются уникальные материалы: фторполимер перфтордекалин, который входит в состав заменителя крови, фторопластовые клапаны для сердца, нити для сшивания сосудов, трубопроводы для транспортировки и перекачки агрессивных химических компонентов и многое другое.

КЧХК находится в 1–2 км к западу от жилой застройки г. Кирово-Чепецка с населением около 88 тыс. человек.

Современному предприятию от прошлой производственной деятельности досталось в наследство большое количество радиоактивных отходов. По данным проведенной инвентаризации 1999 г.<sup>\*</sup>, на промплощадке комбината размещается 8 могильников радиоактивных отходов, объемы которых составляют 437 тыс. т. с суммарной активностью свыше 3380,4 кюри - уран-238-235, торий-232, плутоний-239, 240, кобальт-60, стронций-90, цезий-137 короткоживущие изотопы и их дочерние продукты деления. Объекты размещения радиоактивных и других токсичных отходов находятся в черте г. Кирово-Чепецка, на расстоянии 2 км от жилой зоны.

К промплощадке химкомбината в западном направлении примыкают территории, занятые объектами размещения отходов, располагающихся на высокой пойме и первой надпойменной террасе берега р. Вятки основного питьевого водотока Кировской области. Расстояние от химкомбината и мест размещения его радиоактивных отходов до р. Вятки составляет от 1,5 до 3,0 км.

Кроме того, площадка химкомбината и места размещения отходов расположены во втором поясе зоны санитарной охраны водозабора г. Кирова, что на 19 км выше по течению р. Вятка. Всего во второй зоне санитарной охраны водозабора г. Кирова захоронено 18 млн. т промышленных отходов.

Серьезную экологическую опасность представляет наличие загрязненных радиоактивными и токсичными веществами территорий, грунтовых вод, почв, донных отложений, расположенных вблизи водотоков. Альфа-активными нуклидами (плутоний, уран) загрязнено около 17,5 га со средней плотностью 0,7 Ки/км<sup>2</sup>; цезием-137 – около 53 га с плотностью загрязнения до 50 Ки/км<sup>2</sup>. Имеется возможность загрязнения радионуклидами грунтовых вод в связи с длительным сроком эксплуатации объектов их размещения.

---

\* – Региональные доклады «О состоянии окружающей природной среды Кировской области 1993–2006 гг. (Администрация Кировской области, Управление по охране окружающей среды Кировской области).

Высокотоксичные промышленные стоки комбината закачиваются в глубокие горизонты на полигоне подземного захоронения. В связи с тем, что полигон расположен в сложной геологической обстановке с участками повышенной трещиноватости пород, возможна миграция токсичных веществ в верхние горизонты, используемые для водоснабжения.

При авариях и чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера значительное количество потенциально опасных химических веществ, хранящихся на данном объекте, представляет серьезную угрозу для населения гг. Кирова и Кирово-Чепецка.

Из-за нарушения целостности противодиффузионной защиты имеет место загрязнение грунтовых вод в пойме р. Вятка некоторыми характерными для объекта загрязнителями – аммонийным азотом (до 2000 ПДК<sub>х.п.</sub>) и нитратами (до 600 ПДК<sub>х.п.</sub>).

Также к особо опасным объектам относятся гидротехнические сооружения (шламохранилище и хвостохранилище), разрушение которых в результате аварии приведет к нарушению функционирования систем жизнеобеспечения.

Учитывая то, что реки Вятка и Чепца обеспечивают питьевой ресурс гг. Кирова и Кирово-Чепецка, необходимы оценки возможного содержания ЗВ в природном комплексе и изучение их влияния на экосистемы и здоровье человека.

Для репрезентативного мониторинга гидросистем рек Вятки и Чепцы необходимо проведение, как дополнительных обследований водоемов, так и выбора показателей биодиагностики.

Федеральные законы «О радиационной безопасности населения», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» определяют радиационный фактор как один из составляющих в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия.

Радиационный мониторинг в регионе начат еще в 1961 г. С 1990 г. ведется мониторинг за мощностью эквивалентной дозы гамма-излучения на открытой местности (гамма-фона) на всей территории. Определен порядок радиационного контроля за продуктами питания, питьевой водой и воздухом закрытых помещений (радонометрия).

На всей территории области ежедневно ведется контроль за уровнем гамма-фона. Эффективная доза от внешнего облучения равняется 0,73 мЗв/чел./год. Изучение полученных данных позволило провести ранжирование территории Кировской области по уровню гамма-фона.

За тридцатипятилетний период проанализированы результаты радиохимических исследований осадков и атмосферного воздуха. Установлено, что удельные активности стронция-90 и цезия-137 практически не влияют на дозовую нагрузку населения.

Таким образом, по результатам оценки вклада различных источников ионизирующего излучения в дозовую нагрузку населения наибольший вклад вносит радон и его дочерние продукты (41%), на втором месте стоит медицинское облучение (31%), космическое и земное (кроме радона) излучение составляет 28%.

По данным радиационного мониторинга ежегодно составляется радиационно-гигиенический паспорт области, в котором рассчитывается индивидуальный и коллективный риск возникновения вероятностных эффектов от воздействия источников ионизирующего излучения.

Перед гигиенистами и практическими санитарными врачами, экологами поставлены задачи в обеспечении социально-гигиенического и экологического мониторинга в России, что позволит перейти на более высокий и качественный уровень в работе по исследованию среды обитания человека и определению степени её воздействия на здоровье населения. В связи с этим необходима разработка, утверждение и внедрение в практику исследований программы радиационного мониторинга территории, проведение комплексного экологического мониторинга и контроля.

## **ДЕСТРУКТИВНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

*К. С. Родыгин<sup>1</sup>, В. Е. Зяблицев<sup>2</sup>, Т. Я. Ашихмина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт химии Коми НЦ УрО РАН, konstantinrs@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Вятский государственный гуманитарный университет,  
ecolab@vshu.kirov.ru*

Для изучения деструкции фосфорорганических соединений были выбраны фосфорсодержащие пестициды. Это было сделано не случайно. Проблемы их уничтожения, детоксикации и утилизации не решены на сегодняшний день. Поэтому любой альтернативный подход к решению этих вопросов заслуживает внимания. Проблема уничтожения пестицидов является актуальной для нашего региона, так как на территории Кировской области имеются многочисленные запасы пестицидов. Фосфорсодержащие пестициды – одни из самых опасных. Работа с данными соединениями затруднена в силу их токсичности, летучести и поиска стандартных образцов. В качестве модельных соединений были выбраны карбофос и базудин. В дальнейшем планируется изучение окисления метафоса, хлорофоса, а также прекурсоров отравляющих веществ, сходных по строению с исследуемыми пестицидами.

В литературе имеется довольно много сведений об окислении органических соединений электрически генерируемым окислителем. Данный процесс зарекомендовал себя с лучшей стороны в работах по очистке сточных вод от органических соединений многих предприятий. Возникла идея о возможности применения данного метода в процессе детоксикации фосфорсодержащих органических соединений. Были проведены следующие эксперименты. Растворы карбофоса подвергались действию электрохимически генерируемого окислителя и озона, а растворы базудина действию озона. Визуальные наблюдения в ходе эксперимента с карбофосом: сначала раствор окрашивался в мутно-белый цвет (из прозрачного), затем приобретал желтую окраску, наблюдалось выпадение желтого осадка, затем раствор становился прозрачным и безцветным. Степень процесса деструкции органических соединений первоначально было



решено устанавливать по ХПК (химическое потребление кислорода). Однако в виду большой погрешности данного метода и мешающего влияния хлорид-ионов (что было установлено в результате серии холостых опытов) от данного метода пришлось отказаться. В конечных растворах все же было определено ХПК для грубого суждения о деструкции органических соединений. Результаты оказались положительными. Имелась динамика в серии опытов. ХПК уменьшалось, что говорило о деструкции органических соединений.

Были проведены измерения содержания фосфат-ионов в конечных, промежуточных и начальных пробах, а также определение общего фосфора. В начальных пробах фосфатов не обнаружено, в промежуточных пробах имеется незначительное количество фосфатов, в конечных образцах содержание фосфатов значительно. Содержание общего фосфора практически не менялось.

Проведены также холостые опыты с пропуском тока азота через раствор пестицида (инертный газ вместо озона) с целью выявления потерь летучих пестицидов. В ходе данных экспериментов выявлена незначительная потеря интересующих веществ.

Газохроматографические анализы также позволяют сделать вывод о деструкции пестицидов.

Идентификация продуктов деструкции проводилась на хроматомасс-спектрометре TRACE GC Ultra, THERMO с масс-детектором THERMO DSQ. С помощью этого же прибора осуществлялась идентификация исходных веществ (рис. 1 и 2). База данных масс-спектров NIST, 2005 г.

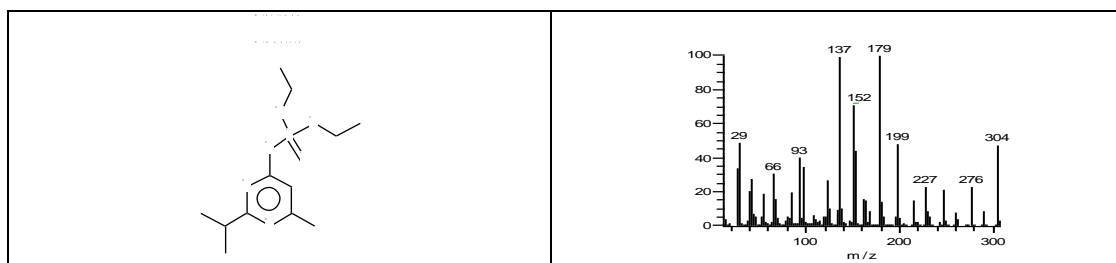


Рис. 1. Масс-спектр базудина (дизинона)

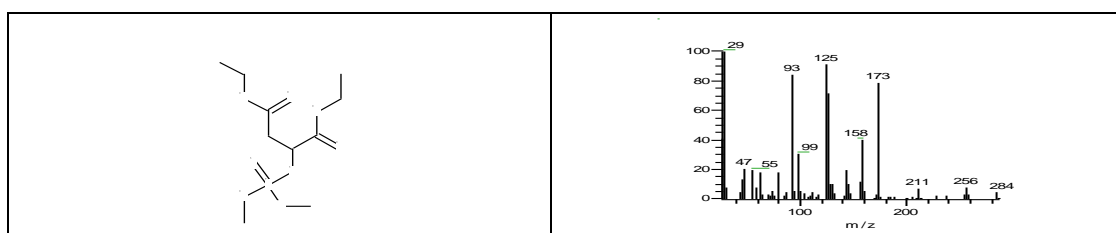


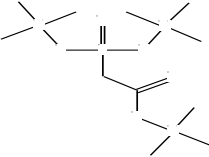
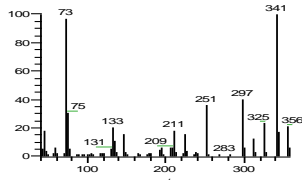
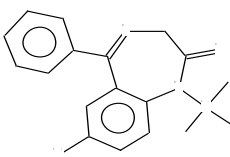
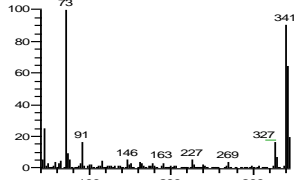
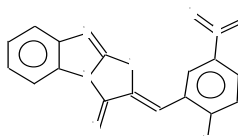
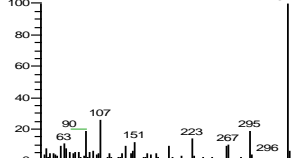
Рис. 2. Масс-спектр карбофоса

Идентификация продуктов деструкции позволяет сделать ряд выводов по процессу окисления фосфорсодержащих пестицидов. Основным продуктом деструкции карбофоса является диэтиловый эфир янтарной кислоты. Предыдущий опыт работы по деструкции органических соединений в среде электрохимически генерируемого окислителя говорит о том, что янтарная кислота и ее производные являются часто встречающимися продуктами деструкции. В ходе

работы возникали опасения из-за возможности образования хлорорганических производных и озонидов, токсичность которых выше или сопоставима с токсичностью исходных веществ. Однако хлорпроизводные и озониды обнаружить не удалось. В табл. 1 приведены продукты деструкции базудина после озонирования.

Таблица 1

**Продукты деструкции озонирования базудина (в основном продукты взаимодействия с неподвижной фазой и растворителем)**

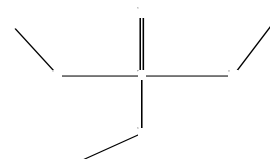
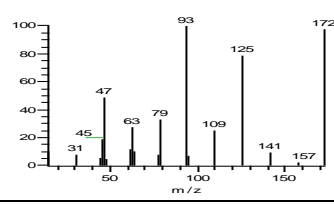
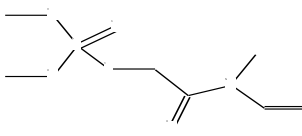
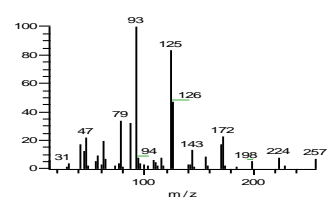
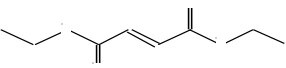
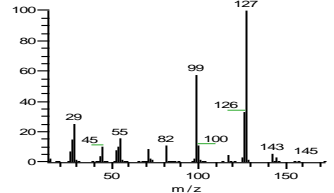
№ п/п	Название соединения	Формула соединения	Масс-спектр
1.	Acetic acid, [bis[(trimethylsilyl)oxy]phosphinyl]-, trimethylsilyl ester		
2.	2H-1,4-Benzodiazepin-2-one, 7-chloro-1,3-dihydro-5-phenyl-1-(trimethylsilyl)-		
3.	Thiazolo[3,2-a]benzimidazol-3(2H)-one, 2-(2-fluoro-5-nitrobenzylidene)-		

Также было выявлено, что технические образцы содержат многочисленные примеси (см. табл. № 2). Однако после озонирования и действия электрически генерируемого окислителя данные примеси больше не обнаруживаются.

Продуктами деструкции карбофоса после действия электрически генерируемого окислителя являются диэтиловый эфир янтарной кислоты, диэтиловый эфир фумаровой кислоты, спирты разветвленного строения с различным числом атомов углерода, неорганические фосфаты, сера. Также обнаружены хлорпроизводные растворителя (бензола), оксипроизводные растворителя, многочисленные продукты деструкции неподвижной жидкой фазы (НЖФ), продукты взаимодействия НЖФ с растворителем и с искомыми соединениями. Продукты деструкции карбофоса после озонирования и действия электрохимически генерируемого окислителя аналогичны. Но прослеживается закономерность: с увеличением времени пропускания озона или электрохимически генерируемого окислителя уменьшается как содержание искоемых соединений, так и примесей.

В дальнейшем планируется исследование ряда других образцов (метафос, хлорофос, прекурсоры фосфорсодержащих отравляющих веществ), а также в настоящее время ведется работа по определению оптимальных условий окисления.

## Обнаруженные примеси в технических образцах карбофоса

№ п/п	Название соединения	Формула соединения	Масс-спектр
1.	Phosphorodithioic acid, O,O,S-trimethyl ester		
2.	Formothion		
3.	2-Butenedioic acid (E)-, diethyl ester		

## Литература

- Кирби А., Уоррен С. Органическая химия фосфора. М., 1971.  
 Браун Д., Флорид А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ. М., 1992.  
 Бейзер М., Лунд Х. Органическая электрохимия. М., 1988.  
 Вульфсон Н. С., Заикин В. Г., Микая А. И. Масс-спектрометрия органических соединений. М., 1986.  
 Виноградов А. П. Аналитическая химия фосфора. М., 1974.  
 Сакодынский К. И., Бражников В. В., Волков С. А., Зельвенский В. Ю., Ганкина Э. С., Шатц В. Д. Аналитическая хроматография. М., 1993.

## К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ ЯДОВИТЫХ И ОПАСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

**В. Е. Зяблицев<sup>1</sup>, К. С. Родыгин<sup>2</sup>, М. П. Зяблицева<sup>3</sup>,  
Т. Я. Ашихмина<sup>1</sup>, Е. В. Зяблицева<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,

<sup>2</sup>Региональный центр государственного экологического контроля  
и мониторинга комплекса объектов хранения и уничтожения химического  
оружия по Кировской области,

<sup>3</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Для детоксикации и уничтожения ядовитых (отравляющие вещества и ядохимикаты) и опасных (этилендиамин, дихлорэтан, окись пропилена и др.) веществ и промышленных отходов разработаны [1, 2] методы жидкофазного деструктивного электрохимического окисления. Эффективность методов под-

тверждена при электрохимической очистке растворов хлоридов от органических примесей [3] и при жидкофазном обезвреживании запрещенных к применению пестицидов фенильного ряда [2]. Наряду с достоинствами методы электродеструкции затратны, поскольку предусмотрено полное окисление органических соединений (до диоксида углерода и воды). Более перспективными являются [4] способы утилизации органических веществ и промышленных отходов, однако предлагаемые технические решения сложны и перспектива их быстрой реализации сомнительна.

Деструктивное электрохимическое окисление органических веществ в растворах хлоридов с использованием каталитически активных анодных материалов преимущественно происходит в результате действия анодно генерируемого хлора и продуктов его гидролиза [5]. Процесс окисления многостадийный и наиболее устойчивыми полупродуктами реакции являются карбоновые кислоты и их производные, концентрация которых зависит от условий процесса. Известно [6], что многие карбоновые кислоты (янтарная, уксусная и др.) и их производные (хлорянтарные и хлоруксусные кислоты, калиевые и аммонийные соли и др.) являются биологически активными соединениями и находят применение в сельском хозяйстве в качестве экологически безопасных регуляторов роста растений, а в ветеринарии и медицине – для приготовления различных форм лекарственных препаратов. Вследствие этого, очевиден интерес [1,5] использования метода деструктивного электрохимического окисления органических соединений в растворах хлоридов для утилизации ядовитых и опасных органических веществ и промышленных отходов.

### Литература

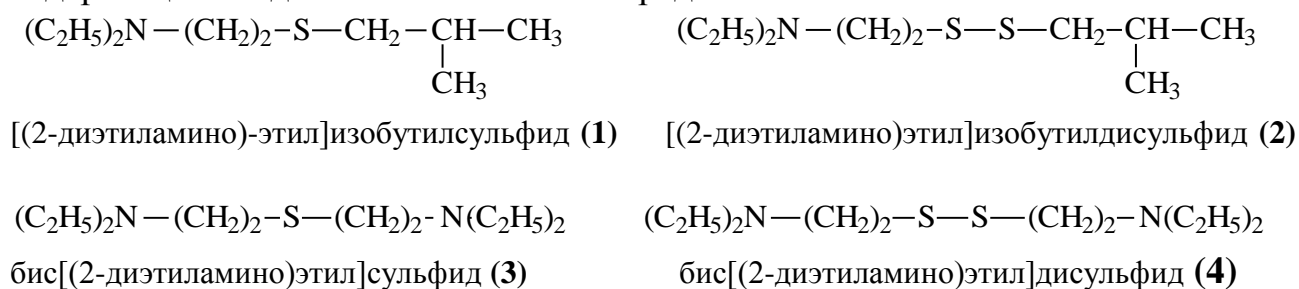
1. Родыгин К. С., Зяблицев В. Е., Ашихмина Т. Я. Малоотходные экологически безопасные ресурсосберегающие процессы // Тезисы докладов XVIII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии: в 5 т.; т. 3. М: Граница, 2007. С 74.
2. Патент 2163158 РФ, МКИ С 1 А 62 Д 3/00. Способ окислительного жидкофазного обезвреживания пестицидов феноксильного ряда / Ивасенко В. Л., Кукурина О. С., Оpub. 2001, Б. № 5. 5 с.
3. Зяблицев В. Е., Мартынов Е. А. Очистка и утилизация солевых отходов // Экология родного края – проблемы и пути их решения. Материалы первой областной научно-практической конференции молодежи 25 апреля 2006 г. Киров: Старая Вятка, 2006. С. 132.
4. Утилизация отравляющих веществ и полупродуктов их синтеза: получение на их основе ионообменных материалов для гидрометаллургии / М. А. Сокольский, Л. И. Сокольская, А. В., Татарников. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2001, т. XLV, № 5–6. С. 157–161.
5. Зяблицев В. Е., Зяблицева М. П., Зяблицева Е. В. К вопросу о малоотходных экологически безопасных ресурсосберегающих промышленных комплексах // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции (г. Киров, 27–29 ноября 2007 г.). Киров; Изд. ВятГГУ, 2007.
6. Зяблицева М. П., Зяблицев В. Е. Электрохимический синтез регуляторов роста растений на основе янтарной кислоты // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья. Материалы 1 Всероссийской научно-практической конференции: Межвузовский сборник научных трудов. Киров: Вятская ГСХА, 2004. С. 192–193.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ПРОДУКТОВ ДЕТОКСИКАЦИИ ВЕЩЕСТВА ТИПА V<sub>X</sub>, МЕТОДОМ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

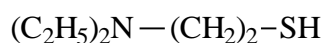
*В. И. Марьин, О. Ю. Растегаев, С. Н. Черников, И. М. Скворцов, В. Н. Чупис*  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», Саратов, info@sar-ecoinst.org

Существующие способы детоксикации вещества типа V<sub>X</sub> основаны на разрыве связи фосфор-сера, «ответственной» за токсические свойства, в результате чего образуется О-изобутилметилфосфонат (или его соль) и 2-(диэтиламино)этилмеркаптан или его производные. В настоящее время в рамках государственного и производственного контроля и мониторинга проводится анализ фосфорсодержащих продуктов деструкции вещества типа V<sub>X</sub> (О-изобутилметилфосфоната, метилфосфоновой кислоты (МФК), суммарного содержания производных МФК по общему фосфору). Задача разработки методик по анализу серосодержащих продуктов деструкции вещества типа V<sub>X</sub> является актуальной, однако, сложность их разработки заключается в определении анализа, который наиболее удобен для анализа ввиду многообразных превращений 2-(диэтиламино)этилмеркаптана и его производных.

В работах по идентификации компонентов реакционных масс, образующихся в процессе детоксикации российского V<sub>X</sub> (Савельева, Зенкевич, Кузнецова и др., 2002; Савельева, Зенкевич, Радиков, 2003; Уткин, Сокальский, Смирнова, Сакович, 2005), было установлено образование свыше десяти серосодержащих соединений. Основными среди них являются:



Авторы работы (Уткин, Сокальский, Смирнова, Сакович, 2005) не обнаружили среди продуктов детоксикации V<sub>X</sub> 2-(диэтиламино)этилмеркаптан **(5)**.

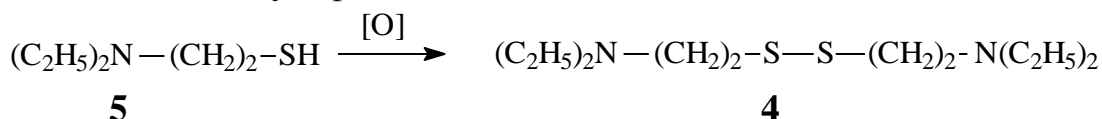


## 5

В связи с этим представляется целесообразным исследовать химические и физико-химические свойства соединений этого ряда, в первую очередь, свободного аминамеркаптана **5**, а также получить их хромато-масс-спектрометрические характеристики.

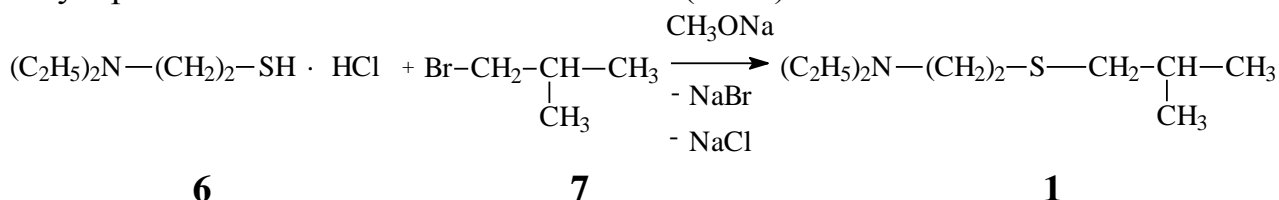
Нами установлено, что свободный 2-(диэтиламино)этилмеркаптан **5**, выделяющийся при подщелачивании гидрохлорида 2-(диэтиламино)-

этилмеркаптана **6**, в течение нескольких часов полностью переходит в бис[(2-диэтиламино)этил]дисульфид **4**.



В первые минуты после проведения реакции хроматограмма показывала наличие небольшого пика соединения **5** и значительного по величине пика диаминодисульфида **4**. Кроме того, в растворе обнаружено небольшое количество диаминосульфида **3**. Данные серосодержащие вещества идентифицированы на основе сопоставления их масс-спектров с масс-спектрами этих соединений, имеющихся в банке данных MAINLIB NIST Library. Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа приведены в таблице.

В целях идентификации продуктов детоксикации вещества  $V_X$  в реакционных массах взаимодействием гидрохлорида аминамеркаптана **6** и бромистого изобутила **7** в присутствии метилата натрия в метиловом спирте получен аминосульфид **1**. Его образование подтверждено наличием в его масс-спектре молекулярного иона с массовым числом 189 (табл.).



Для приведенных выше превращений использовали «продажный» реактив – гидрохлорид 2- (диэтиламино)этилмеркаптана фирмы Aldrich с содержанием основного вещества 96%.

Хроматографирование исследуемых растворов проводили на газовом хроматографе CP-3800 системы «Saturn 2200 GC/MS», в следующем режиме программирования термостата колонки: 70 °C – выдержка 1 мин, в интервале 70–185 °C – нагрев со скоростью 15 °C/мин, 185 °C – выдержка 0 мин, в интервале 185–250 °C – нагрев со скоростью 25 °C/мин, выдержка при 250 °C – 8.73 мин. Температура инжектора (испарителя) модели 1079–250 °C. В работе использовали хроматографическую кварцевую капиллярную колонку VF-5ms (30м·0.25мм·0.25мкм) фирмы «Varian» Газом-носителем являлся гелий, который подавался в колонку с постоянной скоростью 1.0 см<sup>3</sup>/мин. Масс-спектры получали при энергии ионизирующих электронов 70 эВ, температуре ионной ловушки 190 °C, температуре трансферной линии-220 °C.

Ввод пробы (объемом  $1 \cdot 10^{-3} \div 3 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$ ) осуществлялся с помощью авто-сэмплера CP-8410 фирмы «Varian».

В результате проведенного исследования синтезированы серосодержащие соединения **1,3-5** и проанализированы их масс-спектры. Установлена нестабильность 2-(диэтиламино)этилмеркаптана **5**, его спонтанное превращение в бис[(2-диэтиламино)этил]дисульфид **4** в обычных условиях. Поэтому для контроля серосодержащих соединений необходимо разработать методики по анализу не только 2-(диэтиламино)этилмеркаптана **5**, но и бис[(2-диэтиламино)этил]дисульфида **4**.

**Данные хромато-масс-спектрометрического анализа  
серосодержащих соединений**

№ соединения	Эмпирическая формула	Время удерживания, мин.	m/z(интенсивность пика на масс-спектрограмме в % от максимально интенсивного катиона)*
<b>1</b>	$C_{10}H_{23}NS$	7.05	<b>189 (50)</b> , 146(3), 132(5), 117(12), 100(20), 86(100), 70(3), 58(2), 42(2)
<b>3</b>	$C_{12}H_{28}N_2S$	9.49	<b>232(5)</b> , 133(2), 100(6), 99(14), 86(100), 72(3), 58(9)
<b>4</b>	$C_{12}H_{28}N_2S_2$	10.84	<b>264(5)</b> , 165(10), 132(3), 100(3), 86(100), 72(3), 58(8), 42(3)
<b>5</b>	$C_6H_{15}NS$	4.85	<b>133(3)</b> , 100(4), 86(100), 61(6), 58(25), 44(6)

\*Массовые числа молекулярных ионов и интенсивность их пиков даны жирным шрифтом. Массовые числа максимальных по интенсивности ионов и их интенсивность приведены курсивом.

**Литература**

1. Савельева Е. И., Зенкевич И. Г., Кузнецова Т. А. и др. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хроматографии – масс – спектрометрии // Рос. хим. ж. 2002. Т 46. № 6. С. 82–91.
2. Савельева Е. И., Зенкевич И. Г., Радилов А. С. Идентификация продуктов химической нейтрализации О-изобутил-S-(2- диэтиламиноэтил)метилтио-фосфоната // Журн. аналит. химии. 2003. Т 58. № 2. С. 135–145.
3. Уткин Д. Ю., Сокальский М. А., Смирнова Ж. В., Сакович М. В. Идентификация компонентов реакционных масс, образующихся в процессе детоксикации российского VX // Химия и технология синтетических биологически активных веществ : Сборник трудов Всеросс. научно-технической конференции «Успехи в специальной химии и химической технологии». М., 2005. С. 153–157.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ  
ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (ОБЩЕГО ФОСФОРА)  
В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ УХО**

*О. Ю. Растегаев, Е. В. Федоренко, Т. П. Толоконникова,  
Р. М. Панкова, В. Н. Чупис  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», Саратов, Info@sar-ecoinst.org*

Для оценки уровня загрязнения соединениями фосфора целесообразно использовать в качестве комплексного показателя «общий фосфор», представляющий собой суммарное содержание фосфора в виде органических, неорганических и комплексных соединений. Методологической основой применения такого показателя в экологическом мониторинге всех компонентов природной

среды является общепринятое в экологии представление о круговороте химических элементов, а не веществ (Денисов, 2006; Добровольский В.В., 2001), а также о роли фосфора как важнейшего биогенного элемента (Денисов, 2006). Широкому внедрению показателя «общий фосфор» в практику экологического контроля препятствует отсутствие соответствующей нормативной и аналитической базы (Денисов, 2006; Добровольский В.В., 2001; Фомин Г.С., Фомин А.Г. 2001; Фомин Г.С., 1995). Контроль этого показателя планируется проводить в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия в целях оценки влияния этих объектов на окружающую среду.

Разработаны методики выполнения измерений содержания общего фосфора в объектах окружающей среды (в атмосферном воздухе, природной воде, почве).

В качестве базовой схемы для разработки методик анализа выбрана схема окислительной минерализации пробы с последующим определением фосфатионов в виде синего молибденового комплекса фотометрическим методом. Определение фосфатов в составе молибденовых гетерополикислот является наиболее отработанным и высоко чувствительным способом определения (Ляликов Ю.С, 1976), что обуславливает интерес исследователей к данным фосфорсодержащим комплексным соединениям (Тихомирова Т.И., Крохин О.В., Дубовик Д.Б., Иванов А.В., Шпигун О.А., 2002; Гурьев И.А., Калугин А.А., Абражев Р.В., Нипрук О.В., Егорова О.А, 2000). Указанный способ определения заключается в образовании фосфорно-молибденового комплекса с последующим его восстановлением аскорбиновой кислотой в присутствии катализатора сурьмяно-виннокислого калия в комплексное соединение, окрашенное в синий цвет.

#### ***МВИ № 031-03-183-05 Методика выполнения измерений общего содержания фосфора в почве фотометрическим методом***

Ориентировочный диапазон разработанной методики определения суммарного содержания фосфора в почве составляет от 0.2 до 250 мг/кг.

Отбор проб почв проводят в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83. Пробы отбирают по правилу «конверта» общей массой 1–1.5 кг. Пробы почвы высушивают до воздушно-сухого состояния при 18–25 °С, растирают, последовательно просеивают через сита с  $d \leq 1$  мм,  $d \leq 0.5$  мм,  $d \leq 0.25$  мм и методом последовательного квартования отбирают лабораторные пробы массой 3.00–5.00 г.

Пробы почвы для анализа массой 0.2–2.0 г взвешивают на лабораторных весах. Для экстракции фосфорсодержащих соединений используется водно-этанольный раствор (1:1). Выбор растворителя обусловлен высокой растворимостью МФК и ее эфиров в воде и этаноле. Экстракт декантируют и фильтруют. Аликвоту экстракта минерализуют смесью 1 г нитрата калия и 2 мл серной кислоты. Сухой остаток растворяют в воде при нагревании. Для проведения аналитической реакции к полученному раствору добавляют 1 мл раствора сульфаниловой кислоты, нейтрализуют до рН 4–6. Затем добавляют 2 мл ас-



корбиновой кислоты и 5 мл смешанного реактива. Через 15 минут измеряют оптическую плотность растворов при 700 нм.

Методика определения содержания общего фосфора апробирована на пробах почв в зоне защитных мероприятий объектов уничтожения химического оружия в целях фонового мониторинга окружающей среды. Исследование различных типов почв показывает, что в большинстве проб содержание общего фосфора находится на уровне 10 мг/кг. Предложенный подход позволяет оценить содержание фосфора, входящего в состав растворимых в воде неорганических, растворимых в воде и спирте органических и комплексных соединений. Для определения содержания растворимых в воде фосфатов (неорганической составляющей общего фосфора в почве) были использованы результаты анализа фосфатов методом капиллярного электрофореза. Полученные данные позволяют оценить содержание органических соединений фосфора, растворимых в воде и спирте (органической составляющей) (табл. 1).

***МВИ № 031-02-208-06 Методика выполнения измерений массовой концентрации общего фосфора в природной воде фотометрическим методом***

Ориентировочный диапазон разработанной методики определения суммарного содержания фосфора в природной воде составляет от 0.02 до 20 мг/дм<sup>3</sup>.

Пробы воды отбирают в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05. Пробу анализируют в день отбора или консервируют добавлением 2–4 мл хлороформа на 1 л воды и хранят при 3–5 °С не более трех суток в холодильнике.

Аликвоту природной воды минерализуют смесью 1 г нитрата калия и 2 мл серной кислоты. Сухой остаток растворяют в воде при нагревании. Мешающее влияние нитрит-ионов устраняют добавлением сульфаниловой кислоты. Окислители устраняют введением 0.5 мл аскорбиновой кислоты, предварительно нейтрализовав раствор до рН 4–6. Цветную реакцию проводят на основе взаимодействия фосфат-ионов в кислой среде с молибдатом аммония и образования фосфорно-молибденовой гетерополикислоты, которая восстанавливается аскорбиновой кислотой с образованием окрашенного в голубой цвет соединения. Для этого к раствору добавляют 5 мл смешанного реактива. Максимум светопоглощения соответствует длине волны 700 нм.

Для того чтобы оценить содержание органической составляющей общего фосфора в природной воде, предлагается учитывать содержание неорганической составляющей общего фосфора, полученное фотометрическим методом в пересчете с фосфатов в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.112-97.

***МВИ № 031-01-207-06 «Методика выполнения измерений массовой концентрации общего фосфора в атмосферном воздухе фотометрическим методом»***

Ориентировочный диапазон разработанной методики определения суммарного содержания фосфора в атмосферном воздухе составляет от 0.0002 до 0.25 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1

**Результаты определения содержания общего фосфора в образцах почвы  
в районе объекта уничтожения химического оружия Кировской (n = 5, P = 0.95)**

№ образца почвы	Описание почвы	Содержание общего фосфора фотометрическим методом, мг/кг	Содержание фосфатов, полученное методом капиллярного электрофореза, мг/кг	Содержание неорганической составляющей общего фосфора, полученное методом капиллярного электрофореза (пересчит. значение), мг/кг	Содержание органической составляющей общего фосфора, мг/кг
23/2	Дерново-слабоподзолистая песчаная на водноледниковых отложениях, подстилаемых элювием глин, антропогенно нарушенная	6.1	3.8	1.2	4.9
43	Дерново-подзолистая легкосуглинистая	3.6	7.2	2.4	1.2
70/1	Аллювиально дерновая супесчаная легкосуглинистая	1.8	1.6	0.5	1.3
76	Дерново-подзолистая среднесуглинистая	7.4	0.9	0.3	7.1
82	Аллювиальная дерновая среднесуглинистая	4.1	1.1	0.4	3.7
100/1	Аллювиально дерновая среднесуглинистая	9.5	22.1	7.2	2.3
156/2	Аллювиально-дерновая среднесуглинистая на аллювии	7.8	0.8	0.3	7.5

Большинство фосфорорганических соединений обладают низкой летучестью и в атмосферном воздухе присутствуют в виде аэрозолей и взвесей, поэтому пробоотбор осуществляют на фильтры АФА-ВП-10 с помощью аспиратора ПУ-3Э/1 в объеме 2000 л с расходом 70 л/мин в течение 30 минут или на фильтры АФА-ВП-18 с помощью аспиратора ПУ-4Э в объеме 100 л с расходом 4 л/мин в течение 25 минут.

Для определения среднесуточных концентраций отбирают на один фильтр 4–8 разовых проб за 24 часа. Срок хранения проб в герметичной упаковке не ограничен.

Фильтр с пробой тщательно промывают сначала этиловым спиртом, а затем горячей дистиллированной водой. Такой подход обусловлен высокой растворимостью большинства фосфорорганических соединений в спиртах. Смывы собирают вместе и минерализуют в присутствии 0.2 г нитрата калия и 1 мл серной кислоты. Сухой остаток растворяют в воде при нагревании, раствор переносят в пробирку и нейтрализуют до pH 4–6, добавляют по 1 мл мочевины, аскорбиновой кислоты и молибдата аммония. Полученный раствор фотометрируют при длине волны 700 нм.

Для того чтобы оценить содержание органической составляющей общего фосфора в атмосферном воздухе, предлагается учитывать содержание неорганической составляющей общего фосфора, полученное фотометрическим методом в пересчете с фосфатов в соответствии с РД 52.04.186-89.

Разработанные методики прошли метрологическую аттестацию в ОАО ГНТЦ «Инверсия», внесены в Государственный реестр и апробированы на реальных пробах почв, природной воды, атмосферного воздуха в районе расположения объектов уничтожения химического оружия.

### Литература

- Экология. / Под ред. Денисова В. В.. М., 2006. 768 с.
- Добровольский В. В. География почв с основами почвоведения. М., 2001. 374 с.
- Гурьев И. А., Калугин А. А., Абражев Р. В., Нипрук О. В., Егорова О. А. // Журн. аналит. химии. 2000. Т. 55. № 10. С. 1060.
- Аналитическая химия фосфора. / Под ред. Ляликова Ю. С.. М., 1976. 222 с.
- Тихомирова Т. И., Крохин О. В., Дубовик Д. Б., Иванов А. В., Шпигун О. А. // Журн. аналит. химии. 2002. Т. 57. № 1. С. 24.
- Фомин Г. С., Фомин А. Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: Издательство «Протектор», 2001.
- Фомин Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: Издательство НПО «Альтернатива», 1995.

## РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА УХО В ПГТ. ГОРНЫЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*О. Ю. Растегаев, А. В. Рыжков, В. А. Рыжков, В. Н. Чупис  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», (ФГУ ГосНИИЭНП), Саратов, Info@sar-ecoinst.org*

Загрязнение тяжелыми металлами, и прежде всего свинцом, ртутью, кадмием, цинком, медью, представляет серьезную опасность для окружающей среды. В результате развития промышленности по переработке и использованию тяжелых металлов в технике при отсутствии соответствующей системы природоохранных мероприятий может сложиться ситуация, при которой значительные территории оказались загрязненными тяжелыми металлами в концентрациях, в сотни и тысячи раз превышающие допустимые. Кроме того, на окружающую среду может оказываться специфическое действие при функционировании различных предприятий, например, на объектах УХО при уничтожении люизита может происходить загрязнение соединениями мышьяка. Кроме прямого негативного влияния на живые организмы избыточных концентраций тяжелых металлов в результате токсического действия, высокую опасность представляет косвенное влияние на дисбаланс химических элементов в экосистемах [1–2].

Целью данной работы является анализ содержания тяжелых металлов (стронций, свинец, мышьяк, цинк, медь, никель, кобальт, железо, марганец, хром, ванадий, титан) в почвах в районе расположения объекта УХО пгт. Горный Саратовской области, с последующей оценкой состояния почв по утвержденным методикам оценки [3, 4,5].

Исследование почв проведено рентгенофлуоресцентным методом по методике «М049-П/04 Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа». Исследования выполнялись на приборе «Спектроскан МАКС GF2E». Всего за 2002–2006 гг. было исследовано 780 проб почв (9360 компонентоопределений).

Оценка степени химического загрязнения почв проводилась на основании двух показателей – коэффициента химического загрязнения ( $K_c$ ) и суммарного показателя ( $Z_c$ ), которые вычисляются по формулам:

$$K_c = C_i / C_f$$

где  $K_c$  – коэффициент химического загрязнения;

$C_i$  – концентрация  $i$ -элемента в пробе, мг/кг;

$C_f$  – фоновая концентрация  $i$ -элементов, мг/кг

$$Z_c = \sum K_c - (n-1),$$

где  $Z_c$  – суммарный показатель загрязнения;

$n$  – число  $i$ -ых элементов.

При отсутствии достоверных данных по фоновым концентрациям допускается использовать значения предельно допустимых концентраций [4].

В соответствии с Ориентировочной оценочной шкалой опасности загрязнения почв, приведенной в документе «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» [5], все почвы разделить на 4 группы (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение почв по категориям загрязнения**

№ п/п	Категории загрязнения	Величина Zc
1	Допустимая	0–15,9
2	Умеренно опасная	16–31,9
3	Опасная	32–128
4	Чрезвычайно опасная	Более 128

Оценка состояния почв проводилась по утвержденным методикам оценки [3–4]. Результаты проведенной оценки приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Оценка состояния почв по показателям коэффициента химического загрязнения (Kc) и суммарного показателя (Zc)**

№ п/п	Элемент / показатель	Cmax, мг/кг	Kc max, доли ПДК (ОДУ)	Ccp, мг/кг	Kc cp, доли ПДК (ОДУ)	Диапазон измерения массовой доли определяемого компонента, мг/кг	Значение погрешности, %
1	As	16.7	1.7	12.3	1.2	6–60	42
2	Pb	50.9	0.4	33.4	0.3	25–280	44
3	Cu	64.3	0.5	41.1	0.3	20–310	44
4	Zn	240.1	1.1	152.4	3.0	10–610	23
5	V	133.5	0.7	104.2	0.7	10–180	27
6	Ni	57.4	0.7	53.2	0.7	10–380	38
7	Mn	833.0	0.8	776.4	0.8	100–950	11
8	Co	14.2	2.8	10.6	2.2	10–50	46
9	Zc		1.0				

Анализ данных таблицы 2 показывает, что по большинству показателей превышение предельно допустимых санитарно-гигиенических нормативов не наблюдается. Превышение наблюдается в отдельных пробах почвы по мышьяку (2ОДК) и марганцу (до 2,06ПДК). По суммарному показателю загрязнения (Zc) почвы в районе расположения объекта УХО пгт. Горный Саратовской области относятся к допустимой категории загрязнения. Показано, что использованная система оценки состояния почв применима к почвам в районах расположения других объектов УХО.

**Литература**

1. Химия окружающей среды, п/р Дж.О.М Бокриса, М. Химия, 1982.
2. В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. // Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов, М.: Химия, 1996.
3. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.
4. Правила определения степени загрязненности почв обследуемых земельных участков, Саратов, Комитет по охране природной среды, 1994.

5. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. М.: МПР Роскомзем, 1993.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ УНИЧТОЖЕНИИ ЛЮИЗИТА И ЕГО ДВОЙНЫХ И ТРОЙНЫХ СМЕСЕЙ**

*О. Ю. Растегаев, Т. П. Толоконникова, А. О. Малишевский, В. Н. Чупис*  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии» Саратов, [info@sar-ecoinst.org](mailto:info@sar-ecoinst.org)

Исследованы состав и свойства различных отходов, образующиеся при уничтожении люизита и его двойных и тройных смесей, включая реакционные массы. Разработана и аттестована методика определения массовой доли мышьяка в отходах, которая апробирована и отработана на отходах, образующихся в процессе уничтожения кожно-нарывных мышьяксодержащих отравляющих веществ.

В качестве приоритетных технологий переработки люизита были определены методы, обеспечивающие утилизацию содержащегося в люизите мышьяка – щелочной гидролиз с электролизом, гидрогенолиз и алкоголиз (Петрунин, 1995; Александров, 1990).

Метод гидролиза наиболее изучен в химическом отношении, достаточно просто реализуем в техническом плане, чем определяется его большая экологическая безопасность по сравнению с другими методами. На объекте 1202 по УХО пгт. Горный реализован метод щелочного гидролиза люизита.

Двойные и тройные смеси люизита с ипритом и дихлорэтаном (ДС и ТС) уничтожаются реагентной обработкой водными растворами моноэтаноламина в периодическом режиме (Мачилз, 1995).

При реализации указанных технологий (щелочного гидролиза и моноэтаноламинирования) образуются различные виды отходов, которые представлены в табл. 1.

Всего исследовано 32 образца отходов, образующихся при уничтожении люизита и его смесей.

Исследование состава отходов, в отличие от других объектов экоаналитических исследований, обязательно должно включать определение физико-химических показателей. Только совместное определение физико-химических показателей и содержания химических компонентов позволяет достаточно точно идентифицировать данный вид отхода.

**Отходы, образующиеся при уничтожении люизита, ДС и ТС**

Процесс Наименование отхода	Уничтожение люизита щелочным гидролизом	Уничтожение ДС моноэтанол-аминированием	Уничтожение ТС моноэтанол-аминированием
Реакционная масса	+	+	+
Активированный уголь из контактных аппаратов	+	+	+
Уголь из фильтров ФП-300	+	+	+
Зола от сжигания активированного угля	+	+	+
Отработанные СИЗ	+	+	+
Отработанная ветошь	+	+	+
Твердые отходы лаборатории	+	+	+
Жидкие отходы лаборатории	+	+	+
Шлам от дегазации бочек с люизитом	+		
Ткань фильтровальная	+	+	+
Концентрат выпарки сточных вод	+	-	-
Зола от сжигания СИЗ	+	+	+
Кек-шлак – зола от установки термического обезвреживания	-	+	+

Одной из главных проблем являлась проблема анализа соединений мышьяка, поскольку их содержание в различных отходах колеблется в широких пределах (Федоров, 1994; Умяров, 1993). До наших разработок имелась одна методика по анализу мышьяка в отходах ПНДФ 16.1:2:2:3.16-98 «Методика выполнения измерений массовой доли (валового содержания) мышьяка в твердых сыпучих материалах фотометрическим и титриметрическим методом с выделением его гипофосфитом натрия», согласно которой при содержании мышьяка от 50 до 20000 мг/кг определение проводится фотометрированием коллоидного раствора элементарного мышьяка, данный метод определения дает нестабильные результаты.

В связи с этим встала задача разработки методики, имеющей более широкий диапазон, с более высокой чувствительностью определения и способом минерализации, обеспечивающим полное извлечение соединений мышьяка из анализируемой пробы.

Более целесообразным представляется применение окислительно-щелочной минерализации, при которой происходит деструкция органических соединений мышьяка и растворение элементарного мышьяка, который может присутствовать в пробе.

МВИ № 031-02-184-05. «Методика выполнения измерений массовой доли мышьяка в отходах производства (в том числе реакционной массе от уничтожения люизита и его смесей)».

Определение проводится с предварительной окислительно-щелочной минерализацией органических компонентов отходов, содержащих мышьяк. Концентрирование мышьяка производится в результате восстановления в щелочной среде сильным органическим восстановителем его неорганических соединений до элементарного мышьяка. Аморфный осадок мышьяка коагулируют, доводя до кипения в растворе с добавлением хлорида натрия для усиления эффекта высаливания. Затем осадок отфильтровывают и промывают до удаления остатков не прореагировавшего восстановителя. Окончание анализа реализовано методом обратного титрования. Осадок элементарного мышьяка растворяют в титрованном растворе бихромата калия в присутствии серной кислоты. Избыток бихромата калия титруют раствором соли Мора с индикатором – фенилантрапиновой кислотой.

Методика была опробована и отработана на реальных отходах процесса уничтожения мышьяксодержащих отравляющих веществ.

Таблица 2

Предел повторяемости для двух результатов параллельных определений d, %	Предел промежуточной прецизионности для двух результатов анализа, D, %	Показатель точности, K, %
8	17	10

Методика прошла метрологическую аттестацию в ОАО ФНТЦ «Инверсия» и внесена в Госреестр.

Данная методика показала наилучшие результаты и удобство в анализе по сравнению имевшимися методиками. Окислительно-восстановительная реакция выбранного нами восстановителя и неорганических соединений мышьяка пробы протекает более полно с большей скоростью и с лучшим выходом осадка элементарного мышьяка (96 % введенного мышьяка), чем с гипофосфитом (80 % введенного мышьяка), что существенно влияет на погрешность определения в нижних диапазонах определения, не требует введения в качестве катализатора ионов меди, осаждение проводится в щелочной среде, что исключает восстановление некоторых металлов, поскольку последние легко отделяются от пробы фильтрованием их гидроксидов.

Объектами наших исследований являлись различные отходы, в том числе и реакционная масса, полученная в результате детоксикации люизита раствором щелочи; реакционная масса, полученная в результате детоксикации ипритно-люизитных смесей (двойных и тройных) смесью моноэтаноламина и этиленгликоля на объекте по уничтожению химического оружия в пгт. Горный Саратовской области. А также прочие отходы, образующиеся в технологическом процессе (угли, ветошь, СИЗ и тд.).

Проведенные исследования показывают, что образцы реакционных масс, полученных в результате щелочного гидролиза люизита, соответствуют требованиям ТУ 2112-123-04872702-2002.



В результате поиска новых эффективных кожно-нарывных отравляющих веществ (ОВ) были созданы двойные смеси (иприт + люизит) и тройные смеси (иприт + люизит + дихлорэтан).

В состав реакционных масс после уничтожения ДС и ТС входят неорганические и органические соединения мышьяка, продукты взаимодействия иприта с моноэтаноламином, из которых самыми токсичными являются соединения мышьяка (Франке, 1973). Поэтому во всех отходах был проведен анализ мышьяка с использованием вновь разработанной методики, содержание мышьяка изменяется в пределах от 1 до 40000 мг/кг.

В 2003–2006 гг. были проведены сравнительные исследования 10 партий реакционных масс, полученных при детоксикации люизита методом щелочного гидролиза. Также исследованы реакционные массы уничтожения двойных и тройных смесей.

Апробация вновь предлагаемых методических подходов к исследованию состава отходов с использованием разработанной методики и существующих методик показала их эффективность, что позволяет рекомендовать их для применения в системах технологического и экологического контроля.

#### Литература

1. Александров В. Н., Емельянов В. И. Отравляющие вещества. М.: Военное издательство, 1990.
2. Мачилз Дж.Б.Х. Верлан Б. Л., Даз А., Медема Я. Уничтожение люизита (сравнение трех методов). Росс. хим. журн. 1995. Т. 39, № 4. С. 37–42.
3. Петрунин В. А., Баранов Ю. И., Кузнецов Б. А., Русанов В. М. Горский В. Г., Швыряев Б. В., Смирягина Т. Г., Сохадзе Л. А., Привезенцев Ю. В., Гореленко С. В. Математическое моделирование процесса щелочного гидролиза люизита. Росс. хим. журн. 1995. Т. 39, № 4. С. 15–17.
4. Умяров И. А., Кузнецов Б. А., Кротович И. Н., Холстов В. И., Соловьев В. К. Методы уничтожения и утилизации запасов люизита и иприта. Росс. хим. журн. 1993. Т. 37, № 3. С. 25.
5. Франке З. Химия отравляющих веществ. Т.1. М.: Химия, 1973. 438 с.
6. Федоров В. А., Ефремов А. А., Гринберг Е. Е., Жуков Э. Г., Баранов Ю. И., Кузнецов Б. А., Потепалов В. П., Холстов В. И. Проблемы получения мышьяка и его соединений особой чистоты на основе люизита. Росс. хим. журн. 1994. Т. 38, № 2. С. 25.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

*О. Ю. Растегаев, Ю. И. Миндолина, Ю. О. Растегаев, В. Н. Чупис  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», (ФГУ ГосНИИЭНП), Саратов*

В условиях экспоненциального роста объема информации о состоянии окружающей среды, включая гидросферу, особое значение приобретают вопросы о способах представления информации, полученной в результате экспериментальных аналитических исследований [1]. Ведущая роль в решении указанных вопросов принадлежит графическим методам, сочетающим в себе высокую

плотность представления информации с ее наглядностью. Кроме того, графические методы по сравнению с табличными вариантами, позволяют проводить анализ массива данных по трем и более параметров.

В данной работе представлены результаты использования программы компьютерной алгебры Maple 10 для представления гидрохимической информации.

Программа компьютерной алгебры Maple 10 открывает новые по сравнению с предыдущими версиями возможности при построении 2<sup>x</sup>- и 3<sup>x</sup>- мерных графиков [2]:

- 3-х мерная прокрутка графика для изменения его пространственного положения;

- изменение размера графика в пределах рассматриваемого окна с последующим построением неограниченного количества других графических объектов;

- выделение объекта контрастным цветом при наведении на него курсора объект для лучшего восприятия каждого конкретного участка объекта.

Программа компьютерной алгебры Maple 10 была опробована при проведении оценки макрокомпонентного и микрокомпонентного состава вод, а также при классификации природных вод по следующим химическим показателям:

1. по водородному показателю (рН)
2. по минерализации (сухой остаток) по О. А. Алекину
3. по перманганатной окисляемости по О. А. Алекину
4. по жесткости

В результате применения указанной программы установлено, что программа позволяет не только удобно представлять данные анализов состава вод, но и получать новую информацию в результате обобщения данных – вычисление суммарных показателей (сумма анионов, катионов, общее солесодержание), построение балансных диаграмм, динамика изменения показателей состава по сравнению с заданным показателем и по времени. Показано, что возможно построение диаграмм состава с учетом погрешностей методики, т.е. программа может быть использована для проведения межлабораторного контроля аналитических исследований.

#### Литература

1. Экология / Под ред. В. В. Денисова. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2006. 768 с.
2. В. П. Дьяконов. Иллюстрированный учебник по Maple 10. Электронный учебник, М., 2006.

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФТОРА В ПОЧВАХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*Ю. Н. Шишкина, Е. В. Дабах*

*Региональный центр системы государственного контроля и мониторинга  
комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия  
по Кировской области,  
Лаборатория биомониторинга Института биологии  
Коми НЦ УрОРАН и ВятГГУ*

В Кировской области потенциально опасным источником загрязнения почв фтором является объект по уничтожению химического оружия. В составе предполагаемых к уничтожению в 2008–2009 гг. отравляющих веществ есть фторфосфорорганические соединения: зарин (изопропиловый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты) и зоман (пинаколиновый эфир фторангидрида метилфосфоновой кислоты). При трансформации этих соединений в окружающей среде химические и биохимические реакции наиболее интенсивно проходят по подвижной фторфосфорной связи [1]. Продуктами гидролиза их являются, соответственно, изопропиловый и пинаколиновый эфиры метилфосфоновой кислоты, а также фтористый водород [2]. Превращения в почвах эфиров метилфосфоновой кислоты недостаточно изучены. Основные механизмы поглощения фторид-иона почвами: анионный обмен и хемосорбция [3].

Цель настоящей работы – определить фоновое содержание подвижных соединений фтора в разных типах почв в окрестностях объекта. Актуальность ее обусловлена рядом причин. Во-первых, поведение фтора, в отличие от других веществ, образующихся при разложении ОВ в почвах, довольно хорошо изучено. Во-вторых, существуют методики определения подвижных соединений фтора - соединений, которые в принципе могут поглощаться растениями из почвы. В-третьих, содержание подвижного фтора в почве нормируется: ПДК его 2,8 мг/кг. Критерием оценки загрязнения веществом почв какой-либо территории является также сравнение его содержания с фоновым значением. В почвах Кировской области фоновое содержание фтора неизвестно. Достоверное увеличение содержания в почве подвижного фтора по сравнению с количеством, определенным до момента уничтожения фторфосфорорганических соединений, принимаемым за фоновое, позволит диагностировать загрязнение почв. Других источников фтора, помимо объекта, в окрестностях ОУХО нет.

Содержание подвижного фтора определяли в разных типах почв, представленных смешанными образцами из верхних горизонтов, отобранных на пробных площадках сети экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский».

Метод определения основан на извлечении подвижных соединений фтора из почвы раствором сернокислого калия с молярной концентрацией 0,03 моль/дм<sup>3</sup> и последующим измерением в фильтрате вытяжки разности по-

тенциалов фторидного ионоселективного и вспомогательного электродов, значение которой зависит от концентрации фторид – ионов в растворе [4].

Результаты исследований 50 образцов почв разных типов представлены в табл.

Таблица

**Содержание подвижного фтора в почвах**

Тип почвы	Горизонт	Среднее содержание подвижного фтора, мг/кг	Диапазон варьирования, мг/кг
Аллювиальная дерновая среднесуглинистая	A <sub>1</sub>	0,54	0,48–0,70
Дерново-подзолистые средне- и тяжелосуглинистые	A <sub>1</sub>	0,90	0,70–1,04
Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные	A <sub>1</sub>	0,72	0,64–0,95
Подзолистые песчаные и супесчаные	A <sub>0</sub>	0,97	0,60–1,41
	A <sub>2</sub>	0,58	0,37–0,91

Ни в одной из проб содержание фтора не превышает предельно допустимого значения. Диапазон варьирования показателя довольно широкий для всех почв, что связано с пестротой почвенного покрова территории. Наиболее низкое содержание фтора отмечено в элювиальных горизонтах подзолистых песчаных и супесчаных почв, но, за счет варьирования показателя, средние значения его для подзолистых и аллювиальных почв близки. Наиболее высокие концентрации фтора в вытяжке (как по абсолютным значениям, так и по средним показателям) обнаружены в горизонтах подстилки подзолистых почв и в гумусовых горизонтах дерново-подзолистых средне- и тяжелосуглинистых почв.

Таким образом, сравнение содержания подвижного фтора с фоновым значением, характерным для каждой пробной площадки, позволит оценить уровень возможного загрязнения почв фторсодержащими продуктами деструкции отравляющих веществ.

**Литература**

Каракчиев Н. И. Военная токсикология и защита от ядерного и химического оружия. Т.: Медицина, 1988. 368 с.  
 Франке З. Химия отравляющих веществ. М.: Химия, 1973.  
 Мотузова Г. В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 168 с.  
 Методические указания по определению содержания подвижного фтора в почвах ионометрическим методом (ЦИНАО). М. 1993.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

*В. А. Алексеев<sup>1</sup>, М. В. Цанок<sup>2</sup>, И. Л. Старовойтов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Ижевский государственный технический университет, lazer@istu.ru*

<sup>2</sup> *ФГУ 33 ЦНИИИ МО РФ, vulkan0707@rambler.ru*

Оценка экологической безопасности предусматривает определение степени защищенности населения и окружающей природной среды (ОПС) от воздействия вредных факторов объекта, в том числе при экологически опасных ситуациях. И поскольку объект создается человеком, то существует явное взаимодействие человека и природы, отличающееся от обычного регулирования природопользования и охраны ОПС.

Экологическая безопасность объекта должна рассматриваться как с точки зрения социальных последствий, так и проблем технической и технологической безопасности (Григорян, 1998). Поэтому моделирование оценок экологической безопасности требует не только количественных, но и качественных методов. Что возможно лишь при системном подходе.

Понятие экологической безопасности в зонах влияния химически опасных объектов (ХОО) можно рассматривать с двух позиций: экологическая безопасность в режиме безаварийной работы; экологическая безопасность при возникновении аварийной ситуации.

В первом случае, экологическую безопасность ( $C_1$ ) можно выразить в виде функционала следующих переменных, каждая из которых представляет множество параметров (рис. 1):

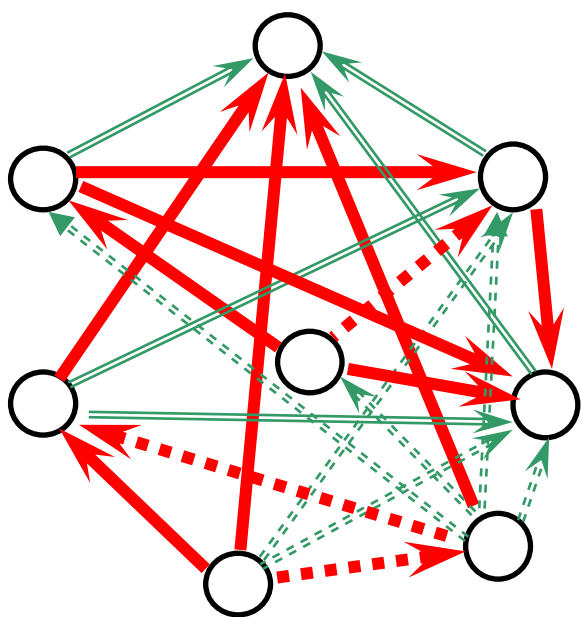


Рис. 1. Оценка экологической безопасности в зонах влияния ХОО (безаварийный режим работы)

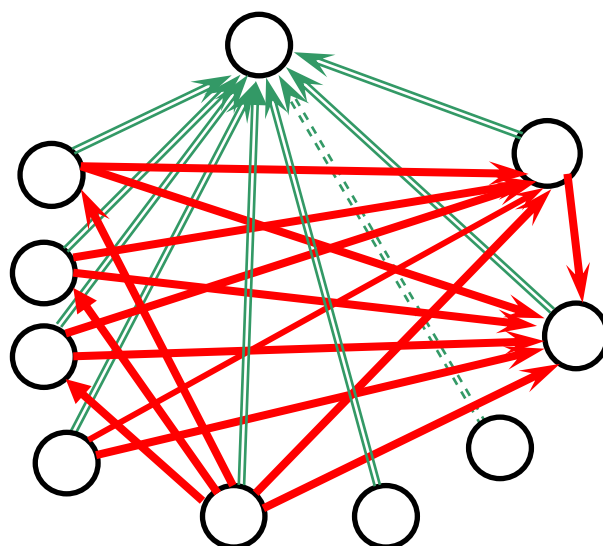


Рис. 2. Оценка экологической безопасности в зонах влияния ХОО (аварийный процесс)

$A_1$  – длительность работы в различных режимах;

$A_2$  – параметры новых вредных воздействий на фауну, флору и человека на данной территории при сложившейся природной и техногенной обстановке;

$A_3$  – превышение существующих на данной территории вредных воздействий и загрязнений;

$A_4$  – результаты вредных воздействий (в том числе и длительных) на обслуживающий персонал и население;

$A_5$  – улучшение экологической обстановки в процессе эксплуатации ХОО за счет выполнения мероприятий косвенной очистки воды, воздуха в технологических схемах ХОО;

$A_6$  – экономические выигрыши проекта, позволяющие улучшить финансирование программ по охране ОПС и здоровья населения в зонах влияния ХОО;

$A_7$  – проведение аудитов и мероприятий, направленных на повышение квалификации личного состава, работающего на ХОО.

Формализованную модель экологической безопасности как сложной системы можно построить только с использованием методов системного анализа, представив переменные и оценки в виде системы признаков и описав структуру такой системы через графы (Мазный, Курсова, 1997).

Данный граф  $G_1$  имеет восемь вершин и связи между ними. При этом направление связи говорит о влиянии одного фактора (показателя) на другой. Если это влияние положительное (что показано жирной линией связи), то исходный фактор усиливает последующий. Сплошной линией показано прямое влияние, а пунктирной косвенное. Например, если будет увеличиваться длительность работы в различных режимах ( $A_1$ ), то соответственно будет накапливаться усталость, как у операторов, так и у оборудования. Результатом этого будет появление новых вредных воздействий на фауну, флору и человека на данной территории при сложившейся природной и техногенной обстановке ( $A_2$ ), что безусловно отрицательно повлияет на экологическую безопасность ( $C_1$ ).

Во втором случае составляющие оценки экологической безопасности будут складываться исходя из возможных сценариев развития чрезвычайной ситуации (ЧС) в зонах влияния ХОО.

Учитывая возможность расположения зон влияния ХОО в сложных условиях рельефа местности, с учетом рассмотрения ситуации, когда территория, на которой непосредственно располагается исследуемый ХОО, занимает большие площади, экологическую безопасность можно выразить в виде орграфа  $G_2$ , представленного на рис. 2.

В данном случае составляющие оценки экологической безопасности представляют собой следующие параметры:

$A_1$  – длительность ЧС в зонах влияния ХОО и времени ее последствий;

$A_2$  – превышение норм загрязнения территорий;

$A_3$  – результаты воздействия на обслуживающий персонал и население;

$B_1$  – параметры вредных воздействий на ОПС и человека в случае аварийного процесса на территории ХОО;

$V_2$  – параметры вредных воздействий на ОПС и человека в случае теракта (диверсии) с применением ТХ в санитарно-защитной и селитебной зонах ХОО;

$V_3$  – параметры вредных воздействий на ОПС и человека в случае возникновения ЧС, связанной с выбросом ТХ на ХОО, расположенном в непосредственной близости от исследуемого ХОО;

$V_4$  – параметры вредных воздействий на ОПС и человека по причине высвобождения энергии, достаточной для разрушения ХОО при возникновении других ЧС, не связанных с выбросом ТХ (артефакты, падения летательных аппаратов и др.);

$V_5$  – параметры, учитывающие сложный рельеф местности зон влияния ХОО;

$V_6$  – размеры территории, занимаемые ХОО.

Второй оргграф  $G_2$  содержит ряд новых элементов ( $V_1 - V_6$ ) и связей, которые дополняют систему для описания аварийного процесса. Например, вершина  $A_2$  первого оргграфа во втором оргграфе расписывается на вершины  $V_1 - V_4$ .

В действительности, сложно предугадать, какое ЧС может произойти и отношение каких параметров необходимо при этом учитывать. Возможно, произойдет событие, когда придется рассматривать ситуацию интегрально, рассматривать отношения всего комплекса параметров. В другом случае придется анализировать лишь часть графа – его подграф. Причем, каждой возникшей ситуации будет соответствовать свой граф, а следовательно своя формализованная оценка экологической безопасности.

Выделение подграфа может происходить по принципу выбора связей с одинаковыми свойствами или по выбору вершин со всей совокупностью связей.

Для повышения оперативности оценки экологической безопасности в зонах влияния ХОО предлагается автоматизировать процесс с использованием возможностей ЭВМ. Ориентированный граф вводится в ЭВМ с помощью матрицы изображающих чисел (Шрейдер, 1971).

В общем случае ориентированный граф  $G = (X, \Gamma)$  с множеством вершин  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  и множеством дуг  $\Gamma = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  описывается матрицей, изображающих чисел  $R = \|P_{ij}\|$ , у которой

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если существует дуга, исходящая из } x_i \text{ и заходящая в } x_j; \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$[R] = \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1j} & \dots & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2j} & \dots & \dots & P_{2n} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3j} & \dots & \dots & P_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & P_{i3} & \dots & P_{ij} & \dots & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{(n-1)1} & P_{(n-1)2} & P_{(n-1)3} & \dots & P_{(n-1)j} & \dots & \dots & P_{(n-1)n} \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nj} & \dots & \dots & P_{nn} \end{vmatrix}.$$

У ориентированных графов  $G_1$  и  $G_2$  четыре типа дуг. Поэтому соотношений между различными параметрами может быть тоже четыре:

$R^1$  и  $R^{1/}$  – соотношение параметров, показывающее прямое влияние одних на другие, соответственно для безаварийной и аварийной ситуаций;

$R^2$  и  $R^{2/}$  – соотношение параметров, показывающее косвенное влияние одних на другие, соответственно для безаварийной и аварийной ситуаций;

$R^3$  и  $R^{3/}$  – соотношение параметров, показывающее усиление одних другие, соответственно для безаварийной и аварийной ситуаций;

$R^4$  и  $R^{4/}$  – соотношение параметров, показывающее ослабление одних другие, соответственно для безаварийной и аварийной ситуаций.

Таким образом, описание различных систем экологической безопасности ХОО можно представить как совокупность матриц  $\{[R^1], [R^2], [R^3], [R^4]\}$ , отображающих общие графы для безаварийного режима, или  $\{[R^{1/}], [R^{2/}], [R^{3/}], [R^{4/}]\}$  для аварийного режима функционирования, что дает возможность анализа различных ситуаций.

В нашем случае общую оценку экологической безопасности можно представить в виде следующих выражений

$$\{C_i\}_{i=1}^N \text{ ---- } \{[R^1_i], [R^2_i], [R^3_i], [R^4_i]\}_{i=1}^N,$$
$$\{C_i^{\prime}\}_{i=1}^M \text{ ---- } \{[R^{1/}_i], [R^{2/}_i], [R^{3/}_i], [R^{4/}_i]\}_{i=1}^M,$$

где  $C_i$  – оценка для  $i$ -ой ситуации безаварийного режима, где  $i$  от 1 до  $N$ ;

$C_i^{\prime}$  – оценка для  $i$ -ой ситуации аварийного режима, где  $i$  от 1 до  $M$ ;

$[R_i]$  – матрица соотношений для  $i$ -ой ситуации безаварийного режима;

$[R_i^{\prime}]$  – матрица соотношений для  $i$ -ой ситуации аварийного режима.

При этом каждой ситуации будет соответствовать свой общий граф (подграф), а следовательно, и своя формализованная оценка экологической безопасности.

В общем виде для ХОО любая ситуация может рассматриваться как несколько слоев описания общего графа в виде множества матриц от  $[R^1]$  до  $[R^\gamma]$ , т.е.  $\{C_i\}_{i=1}^K \text{ ---- } \{[R^1_i], [R^2_i], [R^3_i], \dots, [R^\gamma_i]\}_{i=1}^K$ , где  $\gamma$  - количество слоев.

Из этого следует вывод: для оценки экологической безопасности зон влияния ХОО должна использоваться не единая, а множество оценок, характерных для различных сценариев (ситуаций).

### Литература

Григорян С. С. О математическом моделировании проблем технической и технологической безопасности // Геоинформатика. 1998. № 3. С. 41–42.

Мазный Г. Л., Курсова Н. В. Знаковые графы и оргграфы и их применение при моделировании и анализе сложных проблем в экологии, психологии, экономике и политике. // Геоинформатика. 1997. № 3. С. 8–17.

Шрейдер Ю. А. Равенство, сходство, порядок. М.: Наука, 1971. 255 с.



# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРИРОДНЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ РАЙОНА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ»

*Е. А. Новикова*

*Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области*

К серосодержащим отравляющим веществам объекта «Марадыковский» относятся вещество типа Vх, иприт, продукты их деструкции: 2-диэтиламиноэтилизобутилсульфид, тиодигликоль, алкилтиоэфиры метилфосфоновой кислоты и др. В выбросах и сбросах объекта присутствуют сероводород, сульфиды, гидросульфиды, сульфаты. В составе выбросов в атмосферный воздух определяется диоксид серы, а в природных водах – сульфаты. В связи с этим представляет большой интерес изучение влияния серосодержащих соединений на природный комплекс объекта уничтожения химического оружия (УХО).

В центральной экоаналитической лаборатории Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области с 2005 г. проводятся исследования по определению специфических и общепромышленных загрязняющих веществ в природном комплексе района УХО.

В период с 26 июня по 1 октября 2007 г. проводилось изучение содержания сульфидов, гидросульфидов, сульфатов, и сероводорода в пробах воды 19 наблюдательных скважин промзоны объекта УХО, 14 эксплуатационных скважин в санитарно-защитной зоне объекта, в пробах воды из 6 колодцев и 16 водотоков на территории зоны защитных мероприятий. Изучалось содержание данных компонентов в поверхностных ливневых сточных водах объекта УХО и в хозяйственно-бытовых сточных водах очистных сооружений п.г.т. «Мирный». Сводные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Сводные данные по количеству проведенных исследований на наличие серосодержащих веществ**

Исследуемое вещество	Объект контроля	Критерий контроля, мг/л	Количество анализов	Количество превышений норматива
1	2	3	4	5
Гидросульфиды	Поверхностная ливневая сточная вода объекта УХО (промзона)	Технологический норматив	4	0
	Поверхностная ливневая сточная вода объекта УХО (техтерритория)	Не установлен	1	0
	Вода наблюдательных скважин	Не установлен (сравнение с фоном)	26	0
	Вода эксплуатационных скважин	3.0	21	0

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
	Вода колодцев	3.0	12	0
	Природная поверхностная вода рыбохозяйственного назначения	–	1	0
	Природная поверхностная вода культурно-бытового назначения	3	4	0
Сульфаты	Сточная вода ОС п.г.т. Мирный	100	1	0
	Ливневая сточная вода объекта УХО (техтерритория)	Не установлен	1	0
	Ливневая сточная вода объекта УХО	Не установлен	4	0
	Вода наблюдательных скважин	Не установлен (сравнение с фоном)	26	7
	Вода эксплуатационных скважин	500	21	0
	Вода колодцев	500	12	0
	Природная поверхностная вода рыбохозяйственного назначения	100	11	0
	Природная поверхностная вода культурно-бытового назначения	500	9	0
Сульфиды	Сточная вода ОС п.г.т. Мирный	Не установлен	1	0
	Природная поверхностная вода рыбохозяйственного назначения	0.005	8	0
	Природная поверхностная вода культурно-бытового назначения	0.003 (H <sub>2</sub> S)	4	0
Сульфиды и сероводород	Ливневая сточная вода объекта УХО (техтерритория)	Не установлен	1	0
	Природная поверхностная вода рыбохозяйственного назначения	0.005	1	0
	Природная поверхностная вода культурно-бытового назначения	0.003	1	0

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
Сероводород	Ливневая сточная вода объекта УХО	Не установлен	4	0
	Природная поверхностная вода рыбохозяйственного назначения	0.005	–	0
	Природная поверхностная вода культурно-бытового назначения	0.003	3	0

В ходе анализа полученных результатов превышений предельно-допустимых концентраций по сульфидам, гидросульфидам и сероводороду, а также сульфатам в природной поверхностной и подземной воде не обнаружено.

Выявлены превышения фоновых концентраций по содержанию сульфатов в воде шести наблюдательных скважин промышленной зоны объекта УХО. Полученные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Превышения фоновых концентраций сульфатов в воде наблюдательных скважин**

№ точки пробоотбора	Дата проведения замеров	Определяемый показатель	Полученная величина, мг/дм <sup>3</sup> (ПВ)	Фоновый показатель, мг/дм <sup>3</sup> (ФП)	ПВ/ФП
набл. 2	15.07.2007	сульфаты	54.0±10.8	10.3±2.1	5.24
набл. 4	15.07.2007	сульфаты	53.0±10.6	33.0±6.6	1.61
набл. 5	15.07.2007	сульфаты	86.0±17.2	5.6±1.1	15.36
набл. 6	15.07.2007	сульфаты	44.0±8.8	35.0±7.0	1.26
набл. 8	16.09.2007	сульфаты	7.2±1.4	3.0±0.6	2.40
набл. 10	15.07.2007	сульфаты	4.2±0.8	3.3±0.6	1.27

Выявлены превышения фоновых концентраций без превышений ПДК по содержанию сульфатов в воде четырех эксплуатационных скважин санитарно-защитной зоны объекта УХО. Полученные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Превышения фоновых концентраций сульфатов в воде эксплуатационных скважин**

№ скважины	Дата проведения замеров	Определяемый показатель	Полученная величина, мг/дм <sup>3</sup> (ПВ)	Фоновый показатель, мг/дм <sup>3</sup> (ФП)	ПВ/ФП
в/ч без №	22.07.2007	сульфаты	177±35.4	4.9±0.9	36.12
ЗМИ без №	22.07.2007	сульфаты	59±11.8	43.5±7.0	1.34
20972	05.08.2007	сульфаты	16±3.2	12.9±2.3	1.24
33525	02.09.2007	сульфаты	13.7±2.7	11.5±2.1	1.19

Выявлены превышения фоновых концентраций без превышений ПДК по содержанию сульфатов в воде одного источника децентрализованного водо-

снабжения санитарно-защитной зоны объекта УХО. Полученные данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Превышения фоновых концентраций сульфатов в воде колодцев**

№ точки пробоотбора	Дата проведения замеров	Определяемый показатель	Полученная величина, мг/дм <sup>3</sup> (ПВ)	Фоновый показатель, мг/ дм <sup>3</sup> (ФП)	ПВ/ФП
169	26.08.2007	сульфаты	23.0±4.6	12.7±2.5	1.81
169	05.08.2007	сульфаты	32.0±6.4	12.7±2.5	2.52

Данные количественного химического анализа поверхностных ливневых сточных вод объекта (промзона, техтерритория) приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Результаты количественного химического анализа ливневых сточных вод объекта (промзона, техтерритория)**

№ точки пробоотбора	Дата проведения замеров	Определяемый показатель	Полученная величина, мг/дм <sup>3</sup> (ПВ)	Фоновый показатель, мг/дм <sup>3</sup> (ФП)
Сооружение 1018/1 (емкость дождевых стоков)	26.06.07	сульфаты	38.7±7.7	—*
Сооружение 1019/1 (очистные сооружения дождевых стоков)	26.06.07	сульфаты	29.9±5.9	—*
Сооружение 1018/3 (емкость дождевых стоков)	26.06.07	сульфаты	30.7±6.1	—*
Сооружение 1019/2 (очистные сооружения дождевых стоков)	26.06.07	сульфаты	23.3±4.7	—*

\* – значение отсутствует, так как замеры ранее не проводились

Проводился химический анализ содержания сульфатов в воде реки Погиблицы в точках 500 метров выше, 500 метров ниже и в месте сброса хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений (ОС) пгт. Мирный. Полученные результаты приведены в табл. 6 и на рис. 1.

**Результаты количественного химического анализа  
на содержание сульфатов в воде реки Погиблица**

№ точки пробоотбора	Дата проведения замеров	Определяемый показатель	Полученная величина, мг/дм <sup>3</sup> (ПВ)
159 р. Погиблица, ниже сброса хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. Мирный	02.08.2007	сульфаты	54.4±10.9
159 р. Погиблица, ниже сброса хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. Мирный	16.09.2007	сульфаты	43.3±8.7
159–1 р. Погиблица, выше сброса хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. Мирный	02.08.2007	сульфаты	46.0±9.2
159–1 р. Погиблица, выше сброса хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. Мирный	16.09.2007	сульфаты	46.0±9.2
159–2 р. Погиблица, место сброса хозяйственно-бытовых сточных вод ОС пгт. Мирный	02.08.2007	сульфаты	59.2±11.8

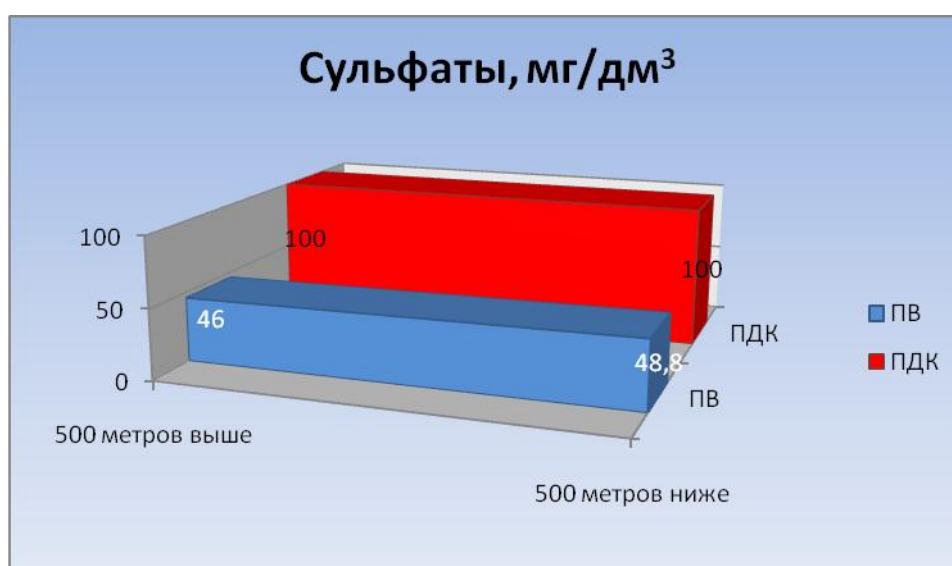


Рис. 1. Содержание сульфатов в воде реки Погиблица выше и ниже сброса хозяйственно-бытовых сточных вод очистных сооружений пгт. Мирный

Данные таблицы и диаграммы свидетельствуют о том, что в исследуемый период времени (август–сентябрь 2007 г.), производимый сброс хозяйственно-бытовых сточных вод в реку Погиблица не оказывает значительного влияния на содержание в воде сульфатов.

Представляет интерес дальнейшее изучение содержания серосодержащих соединений в природных средах и объектах на территории санитарно-защитной

зоны и зоны защитных мероприятий объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский», выявление процессов сорбции-десорбции серосодержащих веществ в почве, установление их устойчивых продуктов трансформации в окружающей среде, определение степени воздействия на природный комплекс, и в особенности с началом сжигания реакционных масс на объекте.

#### **Литература**

1. Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
2. Кантор Г. Я., Ашихмина Т. Я., Рудой Б. А. Оценка и прогноз воздействия объектов уничтожения химического оружия на окружающую среду. Киров: ВятГГУ, 2003. 48 с.
3. ПНДФ 14.1:2.159–2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом, М., 2000.
4. ПНДФ 14.1:2:4.178–02 Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфидов, гидросульфидов и сероводорода в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом с диметилпарафенилендиамином, М., 2002.

### **ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ НА ГРАНИЦЕ СЗЗ И ЗЗМ ОУХО № 1205 В ПЕРВЫЙ ГОД ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

***Т. Л. Недопекина***

*РЦГЭК и М по Кировской области ФГУ «ГосНИИЭНП»*

В настоящее время боевые отравляющие вещества, в том числе мышьяксодержащие (в виде двойных смесей), хранятся на арсенале Марадыковский, они уже частично уничтожались, поэтому определенное количество соединений мышьяка вероятно поступило в окружающую среду. Планируемое на второй очереди эксплуатации объекта уничтожение химического оружия на данном арсенале может привести к загрязнению окружающей среды мышьяксодержащими соединениями. Для того, чтобы уровень загрязнения в процессе эксплуатации объекта можно было оценить, необходимо иметь фоновые сведения о содержании мышьяка в пробах почв Оричевского района на границе СЗЗ и ЗЗМ ОУХО.

В течение первого года эксплуатации объекта (с сентября 2006 по сентябрь 2007) РЦГЭК и М по Кировской области производился отбор проб в окружающей природной среде с большой частотой в полном соответствии с Порядком государственного экологического контроля источников загрязнения на 1205 объекте ХУХО и проведения мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и в зоне защитных мероприятий.

**Валовое содержание мышьяка в пробах почв на границе СЗЗ и ЗЗМ ОУХО № 1205  
(первый год эксплуатации объекта «Марадыковский»)**

№ точки пробоот- бора	Глубина отбора, см	рН	Дата отбора (2006 и 2007г.)	Определяемый показатель	Установленный норматив каче- ства окружаю- щей среды (ПДК, ОДК, мг/кг)	Полученная величина (ПВ), мг/кг 2006/2007г.	Фоновый показатель, мг /кг (ФП)	
							ФП <sub>ср</sub>	ФП <sub>макс</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
52	0–7	3,28	08.10.2006	Мышьяк	5,0	7,8±3,7	10,6±5,1	10,6±5,1
52	7–13	4,61	08.10.2006	Мышьяк	5,0	3,2±1,5	13,98	16,68
53	0–7	3,01	08.10.2006	Мышьяк	5,0	11,0±5,3	10,7±5,1	10,7±5,1
53	7–13	5,54	08.10.2006	Мышьяк	10	13,6±6,5	19,20	23,10
31	0–5	3,34	08.10.2006 04.06.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
31	5–15	3,89	08.10.2006 04.06.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	0,91	0,94
30	0–4,5	3,49	08.10.2006 29.05.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
30	4,5–15	3,49	08.10.2006 29.05.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	2,39	4,22
29	0–5	3,49	08.10.2006 29.05.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
29	5–15	3,61	08.10.2006 29.05.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	1,21	1,24

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	0–7	3,41	08.10.2006 29.05.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
28	7–15	3,46	08.10.2006	Мышьяк	5,0	Менее 0,5	0,61	0,64
28	7–15	3,46	29.05.07	мышьяк	5,0	Менее 0,5	0,61	0,64
33	0–10	4,18	11.10.2006 21.08.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	2,49	2,95
33	10–15	3,39	11.10.2006 21.08.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	2,39	2,91
34	0–3	4,64	11.10.2006 04.06.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
34	3–10	4,50	11.10.2006 04.06.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
35	0–20	5,28	11.10.2006 23.09.07	Мышьяк	5,0	0,7±0,3/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
36	0–2	4,23	11.10.2006 23.09.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
36	2–8	4,01	11.10.2006 23.09.07	Мышьяк	5,0	0,5±0,2/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
37	0–20	5,85	11.10.2006 04.06.07	Мышьяк	10	0,6±0,3/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5
38	0–15	6,57	11.10.2006 04.06.07	Мышьяк	10	0,7±0,3/менее 0,5	0,9±0,4	0,9±0,4
39	0–20	4,75	11.10.2006 02.09.07	Мышьяк	5,0	0,6±0,3/0,63±0,15	Менее 0,5	Менее 0,5
40	0–18	6,39	11.10.2006 02.09.07	Мышьяк	10	Менее 0,5/менее 0,5	0,9±0,4	0,9±0,4
41	0–20	4,99	11.10.2006 02.09.07	Мышьяк	5,0	Менее 0,5/менее 0,5	Менее 0,5	Менее 0,5



Анализ проб почвы проводился по целому ряду показателей, в том числе отслеживался и мышьяк. Отравляющие вещества, содержащие его (двойные смеси), пока не уничтожаются. Исследование проб почв проводили в соответствии с МВИ № 031–03–177–05 «Методика выполнения измерений содержания мышьяка в почве и материалах строительных конструкций фотометрическим методом» в диапазоне от 0,5–10 мг/кг. Методика разработана Государственным научно-исследовательским институтом органической химии и технологии. Рекомендуется для оценки соответствия гигиеническим нормам содержания мышьяка (суммарно во всех формах) в почве при проведении государственного контроля на объектах уничтожения химического оружия.

Полученные результаты представлены в таблице.

Постоянно действующего источника возможного поступления мышьяка в обследованной зоне в настоящее время не имеется. Полученные нами данные свидетельствуют именно об этом. Содержание мышьяка в почвах колеблется в небольших пределах (от менее 0,5 мг/кг до 0,7 мг/кг на глубине от 0–20 см) и не выходит за рамки ПДК и фоновых показателей. Лишь на двух участках № 52, 53 в районе «Долина» на глубине от 0–13 см отмечается некоторое превышение ПДК в 1,56 и 1,36–2,2 раза соответственно.

## **ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗЗМ ОХХО ЩУЧАНСКОГО РАЙОНА КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А. В. Демьяненко, Т. А. Шингаренко*

*Региональный центр мониторинга окружающей среды  
и контроля в зоне защитных мероприятий объекта  
по уничтожению химического оружия в Щучанском районе,  
kurgan-rc@yandex.ru*

Экологическая безопасность является важнейшей составляющей комплексной безопасности при хранении и уничтожении химического оружия. На этапах строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) основным инструментом обеспечения экологической безопасности являются государственный экологический контроль и мониторинг компонентов окружающей природной среды: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, донных отложений, почв.

Экологический контроль компонентов природной среды зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) арсенала хранения химического оружия (ХХО) и строящегося объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) Щучанского района Курганской области в 2007 году проводился силами центральной экоаналитической лаборатории Регионального центра мониторинга окружающей природной среды и контроля в ЗЗМ объекта по уничтожению химического оружия в Щучанском районе. В работе представлены полученные данные по атмосферному воздуху, почвам и поверхностным водам.

Аналитический контроль **атмосферного воздуха** в ЗЗМ арсенала ХХО проводился по трем специфическим для объекта веществам: зарин, зоман и Vx-газы, а также общепромышленным загрязнителям (табл. 1).

Точки отбора проб воздуха в ЗЗМ объекта ХХО выбирались с учетом направления ветра по 8 румбам на дуге окружности 2 км с центром в точке расположения источника загрязняющих веществ (арсенал ХХО). С учетом в точках возможного влияния арсенала отбор проб атмосферного воздуха проводился на трех последующих окружностях (3, 5 и 10 км от источника). В результате проведенных исследований превышение нормативов не установлено: загрязнение атмосферного воздуха в районе расположения арсенала ХХО во всех контрольных точках менее 0,5 ОБУВ по специфическим веществам и менее 1 ПДК по другим определяемым показателям.

Таблица 1

Анализируемый компонент	Санитарно-гигиенический норматив качества окружающей среды ПДК(ОБУВ), мг/м <sup>3</sup>
Vx	$5 \times 10^{-8}$
Зарин	$2 \times 10^{-7}$
Зоман	$1 \times 10^{-7}$
Моноэтаноламин	0.02
Изопропанол	0.6
Изобутанол	0.1
Диоксид азота	0.2
Оксид азота	0.4
Диоксид серы	0.5
Формальдегид	0.035
Взвешенные вещества	0.5
Общий фосфор	не установлен

Отбор **почв** ЗЗМ объекта ХХО производился в пунктах отбора проб атмосферного воздуха, а также точках обусловленных математической моделью мониторинга разработанной специалистами Саратовского ФГУ ГосНИИЭНП. Перечень анализируемых компонентов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Наименование вещества	ПДК, ОДК мг/кг
Вещество типа Vx	$5 \times 10^{-5}$
Зарин	$2 \times 10^{-4}$
Зоман	$1 \times 10^{-4}$
Водородный показатель (рН)	Не установлен
Медь	33*;66**;132***
Марганец	1500
Железо	Не установлен
Цинк	55*;110**;220***
Метилфосфоновая кислота	Не установлен
О-изобутилметилфосфонат	Не установлен
Фосфор общий	Не установлен
Моноэтаноламин	Не установлен

Примечание: \*песчаные и супесчаные почвы; \*\*кислые (суглинистые и глинистые) почвы рН <5,5 \*\*\*близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые) рН>5,5

В исследованных почвах повсеместно отмечается высокое содержание ряда тяжелых металлов – железа, марганца и меди, что во многом связано с природным фоновым содержанием данных металлов в почвах типичных для данной местности а также техногенным влиянием соседних промышленных регионов. Присутствие специфических загрязняющих веществ не отмечено

Для контроля **поверхностных вод** были выбраны наиболее крупные водные объекты на площади ЗЗМ (табл. 3).

Таблица 3

№ точки	Привязка	
	Населенный пункт	Водоем
29	2,3 км от ОУХО	Наумовский Лог
46	дер.Наумовка	оз. Наумовское
59		исток р. Чумлячка
63	с.Петровское	оз. Петровское
69	с.Пуктыш	оз. Пуктыш
76	дер.Никитино	оз. Никитинское
83		р. Миасс (вход в ЕЗЗМ)
115	между пос.Плановым и г.Щучье	оз. Песчаное
127	с. Чумляк	устье р. Чумляк;
135	дер. Калмаково-Миасское	р. Миасс (на выходе из ЕЗЗМ)
144	г.Щучье	оз. около г. Щучье
149	с. Нифанка	оз. Нифановское
155	с. Сухоборское	р. Чумляк (вход в ЕЗЗМ)

Состояние природной воды оценивалось по содержанию специфических веществ (зарин, зоман, Vх и продуктов их деструкции) и основных загрязнителей (табл. 4). Критерии оценки состояния поверхностных вод – значения ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения.

Таблица 4

Наименование ЗВ (определяемый показатель)	ПДКр.в., ОДК	Единица измерения
Vх	$2 \times 10^{-6}$	мг/дм <sup>3</sup>
Зарин	$5 \times 10^{-5}$	мг/дм <sup>3</sup>
Зоман	$5 \times 10^{-6}$	мг/дм <sup>3</sup>
Общее железо	0.1	мг/дм <sup>3</sup>
Марганец	0.01	мг/дм <sup>3</sup>
Медь	0.001	мг/дм <sup>3</sup>
Цинк	0.01	мг/дм <sup>3</sup>
Аммоний-ион	0.5	мг/дм <sup>3</sup>
Нитрит-ион	0.08	мг/дм <sup>3</sup>
Нитрат-ион	40	мг/дм <sup>3</sup>
Фосфат-ион	0.2	мг/дм <sup>3</sup>
Общий фосфор	–	мг/дм <sup>3</sup>
Хлорид-ион	300	мг/дм <sup>3</sup>

Наименование ЗВ (определяемый показатель)	ПДКр.в., ОДК	Единица измерения
Сульфат-ион	100	мг/дм <sup>3</sup>
Гидрокарбонат-ион	–	мг/дм <sup>3</sup>
ХПК	15.0	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
Растворенный кислород	не менее 4.0	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>
рН	6.5-8.5	ед. рН
Электропроводность	–	мкСм/см
Взвешенные вещества	увеличение не более чем на 0.75	мг/дм <sup>3</sup>
Сухой остаток	1000	мг/дм <sup>3</sup>

По результатам проведения химико-аналитического контроля в большинстве водоемов выявилось загрязнение отдельных водоемов ионами аммония (до 5 ПДК), нитрит-ионами (до 10 ПДК), фосфат-ионами (до 4.5 ПДК), сульфат-ионами (до 4 ПДК). Наличие данных веществ в природных водах свидетельствует о присутствии в водоемах загрязнителей органического происхождения, что во многом связано с хозяйственно-бытовой деятельностью.

По другим загрязнителям в водоемах повсеместно отмечается повышенное содержание ионов железа (до 12.6 ПДК) и марганца (до 11 ПДК), а также повсеместное распространение ионов меди на уровне ПДК. Ранее проводившиеся обследования водоемов Щучанского района выявляли повышенное содержание меди, марганца и железа в поверхностных водах, что, видимо, характерно для ряда районов Курганской области, и вероятно, связано с техногенным влиянием соседних промышленных регионов.

В целом, результаты проведенного аналитического контроля указывают на удовлетворительное состояние обследованных компонентов природной среды в ЗЗМ арсенала хранения и строящегося объекта уничтожения химического оружия в Щучанском районе. Негативного влияния объекта ХХО на состояние компонентов природной среды на данный момент не установлено.

## **О ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРИОРИТЕТАХ В ВОПРОСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*И. Ю. Петухова*

*Управления по технологическому и экологическому надзору  
Ростехнадзора по Кировской области*

Под промышленной безопасностью опасных производственных объектов понимают состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий [1].

В структуре видов деятельности в области обеспечения промышленной безопасности можно выделить следующие этапы.

1. Подготовительный этап: проектирование строительства, эксплуатации, расширения, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения, консервации и ликвидации опасного производственного объекта; подго-

товка и переподготовка работников опасного производственного объекта в не-образовательных учреждениях.

2. Этап создания условий для последующей реализации работ, выполненных на первом этапе: проведение экспертизы промышленной безопасности по проектной документации.

3. Этап, связанный с созданием, реконструкцией или закрытием определенного производства: строительство, эксплуатация, расширение, реконструкция, капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервация и ликвидация опасного производственного объекта; изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

4. Этап организации деятельности по текущему технологическому и экологическому контролю производства в режиме реального времени. Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности [1].

В числе внешних способов мониторинга опасных объектов мы отметим опыт использования искусственных спутников в рамках пилотного проекта. Этот проект был реализован НИИ космических систем /НИИ КС/ с целью создания Федеральной системы оперативного контроля природных ресурсов и экономически важных или опасных объектов. Он основывается на получении со спутников в режиме «он-лайн» информации о состоянии особо опасных объектов и стихийных бедствиях на всей территории страны, что позволяет интегрировать информацию о состоянии объектов, принадлежащих различным министерствам и ведомствам, – нефтехранилищ, газопроводов, танкеров, перевозчиков опасных грузов и др. Первичная информация в систему поступает по трем различным каналам. Первый канал – непосредственный контроль, по которому информация поступает от установленной на объекте датчиковой аппаратуры. Ко второму каналу можно отнести локальный дистанционный контроль, обеспечивающий анализ окружающей среды вблизи потенциально опасных объектов на расстоянии нескольких километров с помощью специальных газоанализаторов и так называемых лидарных установок. Для глобального дистанционного контроля используются спутниковые системы дистанционного зондирования Земли. Данные ведомственных локальных систем поступают в территориальные информационно-аналитические центры /ИАЦ/, откуда стекаются в региональные ИАЦ. Вся информация аккумулируется на стенде федерального ИАЦ, расположенного в НИИ КС, где специалисты ее обрабатывают и отправляют потребителям, прежде всего МЧС и местным администрациям.

5. Этап планирования мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Так, в целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана [1]: планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте; заключать с профессиональными аварийно-спасательными службами или создавать собственные профессиональные аварийно-спасательные

службы или формирования, а также нештатные аварийно-спасательные формирования из числа работников; иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий; обучать работников действиям в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте; создавать системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки действий в случае аварии и поддерживать указанные системы в пригодном к использованию состоянии.

Отдельные виды деятельности в области промышленной безопасности подлежат лицензированию. Как правило, это относится к содержанию деятельности на 3 этапе. Так, обязательным условием для принятия решения о выдаче лицензии на эксплуатацию, является наличие положительного заключения экспертизы промышленной безопасности, а также декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта, которые готовятся в ходе 2 этапа.

В логике нашей статьи рассмотрим более подробно особенности отнесения промышленных производств к группе опасных производственных объектов.

Идентификация и последующее отнесение объекта к категории «опасного производственного объекта» происходит путем выявления признаков опасности в соответствии с требованиями законодательства.

Опасные производственные объекты идентифицируют по: соответствию признаку опасности объекта; соответствию типа объекта критериям отнесения к опасным объектам; соответствию наименования опасного производственного объекта наименованиям предусмотренным перечнем типовых видов опасных производственных объектов; представлению информации о видах деятельности, на осуществление которых требуется лицензии; наличию декларации промышленной безопасности (для ОПО, подлежащих декларированию) или иных сведений, необходимых для правильной идентификации [3, 4].

Так, к категории опасных производственных объектов относятся предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, на которых в различных производственных фазах используются или эксплуатируются характерные химические взрывоопасные или токсические вещества; идет процесс с жидкими или газообразными веществами под высоким давлением или температурой; используются механические подъемники на больших перепадах высот; характер работ связан с разработкой (добычей и разработкой) полезных ископаемых [1].

Опасные производственные объекты подлежат регистрации в государственном реестре. Данные полученные в ходе регистрации концентрируются в региональных и федеральных информационных массивах (ресурсах). Примером такого массива может служить, например, база данных «Идентификация опасных объектов ЦАО», где указаны (на 15.10.2007): название опасного объекта, его месторасположение, вид опасности; год создания ресурса – 1995; дата обновления информации о ресурсе - 22.05.2007; период обновления ресурса – год; объем ресурса в тысячах записей – 0,012; объем ресурса в мегабайтах – 0,01; количество реквизитов описания элемента ресурса – 9; № госрегистрации ресурса – 0229601361.

В настоящее время ведется работа по детализации и уточнению идентификационных параметров и оснований отнесения промышленных предприятий к группе особо опасных объектов.

Для Кировской области характерны следующие направления деятельности, в которых встречаются типовые виды опасных производственных объектов [2]: 1. геологоразведочные и геофизические работы при разработке месторождений; 2. торфяная промышленность; 3. добыча и переработка сырья строительных материалов; 4. добыча минеральных вод; 5. прокладка и обслуживание магистрального трубопроводного транспорта; 6. тепло- и электроэнергетика; 7. нефтепродуктообеспечение и газоснабжение; 8. химическая промышленность и водоподготовка; 9. пищевая и масложировая промышленность; 10. хранение, переработка и использование растительного сырья; 11. металлургическая промышленность; 12. транспортировка опасных грузов.

Вопросы, связанные с деятельностью опасных производственных объектов представляют научный интерес с различных позиций. Так, на этапах создания формализованных моделей экологической безопасности опасных объектов в аварийной ситуации, учитываются как количественные параметры, так и качественные связи определенные в содержании индентификаторов отнесения объектов к группе опасных объектов. Исследование модели позволяет предопределить пути возможного развития сценариев аварийной ситуации, сформулировать принципы построения систем мониторинга, определить их организацию и функции. А описание различных систем экологической безопасности с помощью моделей позволяет задавать эти системы с использованием матриц данных, что дает возможность оперативно анализировать различные ситуации при поддержке ЭВМ.

### Литература

1. Федеральный закон ...-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями на 18.12.2006).
2. Приказ Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору от 25.04.2006 № 389 «Об утверждении Перечня типовых видов опасных производственных объектов для целей регистрации в государственном реестре».
3. Приказ Госгортехнадзора РФ от 19.06.2003 №138 «Об утверждении Методических рекомендаций по осуществлению идентификации опасных производственных объектов».
4. РД 03–616–03 Методические рекомендации по осуществлению идентификации опасных производственных объектов.

## ОТНОШЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЫБРОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ К ПЛОЩАДИ ТЕРРИТОРИИ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*И. Ю. Петухова*

*Управление по технологическому и экологическому надзору  
Ростехнадзора по Кировской области*

Математическое отношение массы выброса загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух на площадь территории дает представление о количественной характеристике загрязнения приземного слоя воздушного пространства. Данное отношение можно представить в виде некоего показателя загрязнения атмосферы, показатель выброса ЗВ, который условно демонстрирует удельный выброс ЗВ на кв. км выбранной территории.

Первоначально проведем некоторый сравнительный анализ показателей загрязнения атмосферы между территорией РФ в целом, Волго-Вятским экономическим районом и Кировской областью. В связи с вышесказанным, представим для перечисленных территорий занимаемую площадь в кв. км и количество выброса ЗВ в атмосферный воздух. Площадь территории Российской Федерации составляет 17,3 млн. кв. км. Общая эмиссия наиболее распространенных ЗВ от всех учтенных источников по России составляет около 35 млн.т, из них от стационарных промышленных источников составила около 16 млн.т. (по данным на 2002–2003 гг.).

Представляет интерес положение с поступлением ЗВ в атмосферу и на межрегиональном уровне. Для примера возьмем Волго-Вятский экономический район. Волго-Вятский экономический район расположен в центральной части европейской территории России, в бассейнах рек Волги и Вятки. В состав района входят Нижегородская, Кировская области, Республика Марий Эл, Республика Мордовия и Чувашская Республика. Волго-Вятский экономический район занимает 1,5% площади территории РФ, что составляет 265,4 тыс. кв. км. Выбросы ЗВ в атмосферный воздух от всех учтенных источников составили 758,2 тыс. т, из них от стационарных – 393,7 тыс. т.

Площадь территории, занимаемая Кировской областью, составляет 120,8 тыс. кв. км. Валовые выбросы ЗВ в атмосферу области составили 193,23 тыс. т, из них от стационарных источников 81,2 тыс. т.

Сравнение показателей выброса ЗВ между Российской Федерацией, Волго-Вятским экономическим районом и Кировской областью (2003) представлено на рис. 1.

Из представленной диаграммы видно, что по общему объему выбросов показатель для Кировской области выше показателя для территории РФ в целом, но ниже показателя Волго-Вятского экономического района и составляет 2,38. Аналогичная картина складывается и с показателем, отражающим количество выбросов ЗВ от стационарных источников – для Кировской области он выше, чем общероссийский, но существенно ниже показателя по Волго-Вятскому экономическому региону и составляет 1,07.



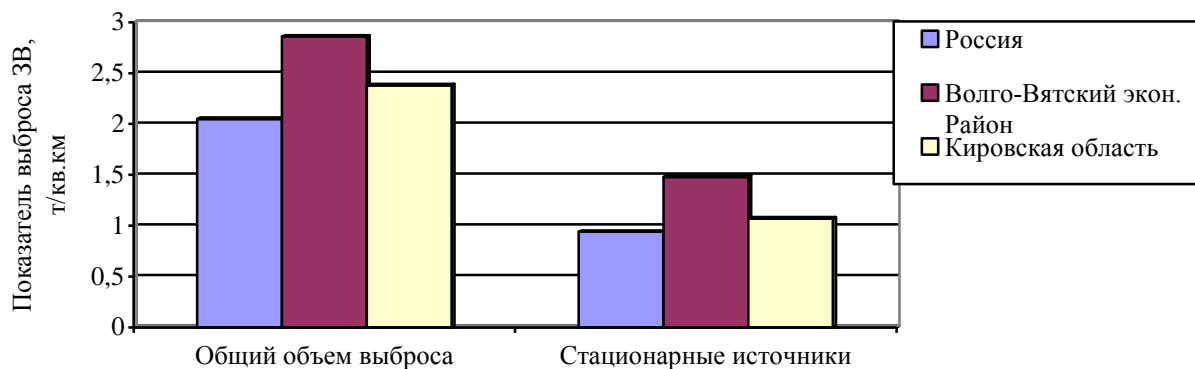


Рис. 1. Показатели выброса ЗВ для территорий РФ, Волго - Вятского экономического района и Кировской области, т/кв.км

В целом по области с 2001 по 2006 гг. наблюдается стабильное состояние атмосферного воздуха, показатель выброса ЗВ изменялся в пределах: 1,02–1,06–1,07–1,09–0,95–0,97.

Интересным представляется тот факт, что весомый вклад в загрязнение окружающей среды Кировской области вносят следующие города и районы: г. Киров, Кирово-Чепецк, Вятскополянский, Кирово-Чепецкий, Малмыжский, Омутнинский, Слободской, Юрьянский, Яранский.

Сведения об изменении показателя выброса ЗВ для города Кирова представлены на рис. 2.



Рис.2. Динамика показателя выброса ЗВ по г.Кирову, т/кв.км

Для города Кирова характерен стабильно высокий показатель выброса ЗВ от стационарных источников на единицу площади.

Наиболее проблемная ситуация складывается в г.Кирово-Чепецк. Изменение показателя выброса ЗВ по г.Кирово-Чепецку представлено на рис. 3.

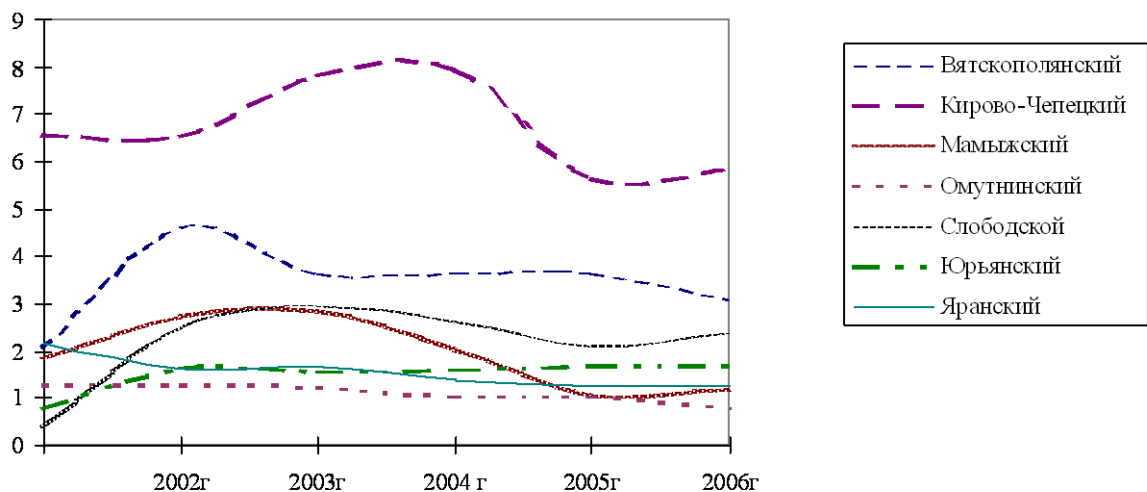
Основными стационарными источниками загрязнения атмосферы на территории области являются предприятия по производству и распределению тепловой энергии и электроэнергии, объекты металлургической и химической промышленности, предприятия жилищно-коммунальных хозяйств.

Характеристика показателя выброса ЗВ от стационарных источников для районов области, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферы, представлена на рис. 4.



Рис.3. Динамика показателя выброса ЗВ по г.Кирово - Чепецку, т/кв.км

Рис.4. Динамика показателя выброса ЗВ для некоторых районов Кировской области, т/кв.км



Проводя анализ представленной диаграммы, напрашивается вывод, что в исследуемых районах области, наметилась тенденция к снижению количества удельного выброса ЗВ от стационарных источников.

В целом на территории области наблюдается стабилизация по количеству выбросов ЗВ в атмосферный воздух. Во многом это связано с некоторым плановым режимом работы предприятий.

Использование показателя удельного выброса ЗВ на единицу площади позволяет оценить фактическое загрязнение атмосферного воздуха на любой территории, а также сравнить степень загрязнения воздуха над различными территориями. Результаты сравнения показателей дают возможность выявить наиболее загрязненные территории города, района или области по всем выбрасываемым веществам, а также вклады каждого из природопользователей в загрязнение атмосферы. Применение показателя удельного выброса ЗВ, как показателя загрязнения атмосферы, возможно при разработке плана мероприятий по сокращению сверхнормативных выбросов предприятий и прогнозных оценок, а также систематическом планировании комплексных экологических и природоохранных мероприятий.

## Литература

1. Карлович И. А. Геоэкология. Учебник для высшей школы. М., Альма Матер, 2005.
2. Проблемы охраны окружающей природной среды и природопользования. Учебно-методическое пособие под ред. Н. А. Буркова, В. В. Ширяева, Киров, 1998.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году». ФГУП ГНЦ РФ – ВНИИгеосистем, М., 2003.
4. Атлас Природа Охота Кировской области / В. П. Савиных, Г. Г. Побединский, А. К. Петров и др. Нижний Новгород, Верхневолжское АГП Роскартографии, 2002.
5. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2001 году» / Под общей редакцией Н. В. Цывова. Киров: ООО «Триада – С», 2002.
6. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2002 году» / Под общей ред. В. Г. Деньгина и В. П. Пересторонина. Киров: ООО «Триада – С», 2003.
7. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2003 году» / Под общей ред. В. П. Пересторонина. Киров: ООО «Триада плюс», 2004.
8. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2004 году» / Под общей ред. В. П. Пересторонина Киров: ООО «Триада плюс», 2005.
9. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2005 году» / Под общей ред. В. П. Пересторонина Киров: ООО «Триада плюс», 2006.
10. Региональный доклад «О состоянии окружающей природной среды Кировской области в 2006 году» / Под общей ред. В. П. Пересторонина Киров: ООО «Триада плюс», 2007.

## **РАЗРАБОТКА ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДИК АНАЛИЗА ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ И АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*О. Ю. Растегаев, В. Ф. Ильин, В. А. Заварзин,  
Н. С. Симоненко, А. О. Малишевский, В. Н. Чупис  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», Саратов, Info@sar-ecoinst.org*

Важным элементом инструментального обеспечения контроля экологических нормативов на источниках загрязнения атмосферы объектов уничтожения химического оружия и оценки состояния окружающей среды является проведение экоаналитических работ по установлению состава промышленных выбросов и исследование атмосферного воздуха на наличие загрязняющих веществ.

Основные методы, используемые в экоаналитических исследованиях, должны характеризоваться как высокой разделительной способностью сложных смесей веществ различной природы, так и высокой чувствительностью детектирующих систем для обеспечения низких уровней контроля. Ведущая роль принадлежит хроматографическим методам с использованием элементоспецифичных детекторов при их высокой чувствительности. Поскольку до начала работы объектов УХО соответствующие методики по анализу фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) в промвыбросах отсутствовали, то их разработка являлась актуальной задачей, которая решается в ФГУ ГосНИИЭНП.

Учитывая особенности химического строения ФОВ – наличие гетероатома фосфора для их анализа в большинстве существующих методик используют пламенно-фотометрический детектор (ПФД). Особенностью контроля ОВ в выбросах объектов УХО является необходимость анализа на низких уровнях (ПДК рабочей зоны или ПДК атмосферного воздуха, табл. 1) при наличии сопутствующих компонентов (спиртов, углеводов) в значительно больших концентрациях.

Таблица 1

**Санитарно-гигиенические нормативы контроля ФОВ в воздушных средах**

Наименование ЗВ	зарин	зоман	вещество типа VX
ОБУВ атмосферный воздух, мг/м <sup>3</sup>	$2.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-8}$
ПДК воздуха рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	$2.0 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-6}$

Для решения этой задачи нами был использован ПФД, работающий в пульсирующем режиме – пульсирующий пламенно-фотометрический детектор (ППФД), имеющий по сравнению с другими детекторами более высокую чувствительность и селективность по отношению к гетероатомным органическим соединениям за счет подавления углеводородного фона. Нами проведено сравнительное исследование минимально детектируемых концентраций отравляющих веществ с использованием ПФД и ППФД. Результаты эксперимента приведены в табл. 2, режимы хроматографического разделения ОВ приведены в табл. 3.

Таблица 2

**Пределы детектирования ОВ с использованием ППФД и ПФД**

Тип детектора	ДАМФ	зарин	зоман
ППФД	$1.0 \times 10^{-7}$ мг/мл	$1.0 \times 10^{-7}$ мг/мл	$1.0 \times 10^{-7}$ мг/мл
ПФД	$2.0 \times 10^{-5}$ мг/мл	$1.0 \times 10^{-5}$ мг/мл	$1.0 \times 10^{-5}$ мг/мл

Наиболее широко используемые способы пробоотбора и концентрирования газовоздушных проб для ФОВ оптимизированы, проверены в лабораторных условиях на газодинамическом испытательном стенде НИЛ СВРХБЗ.

Для целей экоаналитического контроля разработаны методики выполнения измерений массовой концентрации зарина, зомана, вещества типа Vx в промышленных выбросах и атмосферном воздухе, прошедшие метрологическую аттестацию в ОАО ФНТЦ «Инверсия» и внесенные в соответствующий Госреестр, метрологические характеристики МВИ приведены в табл. 4.

Измерение массовой концентрации вещества типа VX в вентиляционных промышленных выбросах основано на газохроматографическом определении массовой концентрации О-метил-О'-изобутил метилфосфоната (диалкилового эфира метилфосфоновой кислоты, далее – ДАМФ) в метаноле по методу абсолютной градуировки на хроматографе, снабженном пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором. ДАМФ образуется путем улавливания вещества типа Vx водным раствором щавелевой кислоты в глицерине, с последующим переводом в гексан и дериватизации.

Измерение массовой концентрации зарины в промышленных выбросах и атмосферном воздухе выполняют газохроматографическим методом путем его концентрирования из газовой смеси на пробоотборный патрон с сорбентом «Тепак ТА» зернением 60/80 меш. с последующей термодесорбцией, разделением анализируемого состава в хроматографической капиллярной колонке, детектировании разделенных компонентов пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором и регистрации сигнала детектора в цифровой форме с помощью компьютеризированного комплекса.

Определение массовой концентрации зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе выполняют аналогично методу определения массовой концентрации зарины.

Аттестованные методики используются в системах экологического производственного и государственного контроля объектов по уничтожению химического оружия.

## Режимы хроматографического разделения ФОВ

Режим работы термостата колонки		ДАМФ	Зарин	Зоман
		Программирование температуры от 50°C, выдержка 1 минута, до 185°C при скорости повышения температуры 26°C/мин, и от 185°C до 250°C при повышении температуры со скоростью 25°C/мин	Программирование температуры от 50°C, выдержка 1 минута, до 185°C при скорости повышения температуры 10°C/мин, и от 185°C до 250°C при повышении температуры со скоростью 25°C/мин	Программирование температуры от 50°C, выдержка 1 минута, до 185°C при скорости повышения температуры 10°C/мин, и от 185°C до 250°C при повышении температуры со скоростью 25°C/мин
Режим работы детектора	Температура, °C	300.0	300.0	300.0
	Расход воздуха 1, см <sup>3</sup> /мин	17.0	17.0	17.0
	Расход водорода, см <sup>3</sup> /мин	14.0	14.0	14.0
	Расход воздуха 2, см <sup>3</sup> /мин	10.0	10.0	10.0
	Задержка интегрирования, мсек	4.0	4.0	4.0
	Ширина окна интегрирования, мсек	10.0	10.0	10.0
	Уровень синхронизации, мВ	100.0	100.0	100.0
Режим работы инжектора	Температура, °C	220.0	220.0	250.0
	Без деления потока при постоянном потоке газа-носителя через колонку, см <sup>3</sup> /мин	1.0	2.0	2.0
	Пульсирующее давление при вводе, psi	—	30.0	30.0
	Время пульсации, мин	—	0.5	0.5

**Нормативные документы, границы относительной погрешности и нормативы контроля определения содержания ФОВ в вентиляционных выбросах и атмосферном воздухе**

Нормативный документ	Название	Характеристики погрешности измерений концентрации (P = 0.95)			
		Диапазон измеряемых значений концентраций, мг/м <sup>3</sup>	Границы относительной погрешности, $\delta$ , %	Норматив контроля воспроизводимости, D <sub>отн</sub> , %	Норматив контроля сходимости; d, %
МВИ № 031-01-195-06	Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества типа Vx в промышленных выбросах газохроматографическим методом с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором	От 0.00000005 до 0.00005	24	14	3
МВИ проходит метрологическую аттестацию	Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества зарина в промышленных выбросах и атмосферном воздухе газохроматографическим методом с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором	От 0.00000017 до 0.0017	-	-	-
МВИ проходит метрологическую аттестацию	Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества зомана в промышленных выбросах и атмосферном воздухе газохроматографическим методом с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором	От 0.0000001 до 0.0013	-	-	-

**Литература**

1. МВИ № 031-01-195-06 «Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества типа Vx в промышленных выбросах газохроматографическим методом с пульсирующим пламенно-фотометрическим детектором», М.: ОАО ФНТЦ «Инверсия», ФР «ХО», №195.

2. Уткин Д. Ю., Сокальский М. А., Смирнова Ж. В., Сакович М. В. Идентификация компонентов реакционных масс, образующихся в процессе детоксикации российского VX // Химия и технология синтетических биологически активных веществ : Сборник трудов Всероссий. научно-технической конференции «Успехи в специальной химии и химической технологии». М., 2005. С. 153–157.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСАХ И АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ УНИЧТОЖЕНИИ ВЕЩЕСТВА ТИПА V<sub>X</sub>**

*О. Ю. Растегаев, Т. П. Толоконникова, С. Н. Черников,  
Ю. И. Миндолина, В. Н. Чупис  
ФГУ «Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии», Саратов, info@sar-ecoinst.org*

Для целей установления общего уровня содержания серосодержащих соединений в промышленных выбросах и атмосферном воздухе была разработана оригинальная методика анализа указанных соединений. Это вызвано необходимостью определения общего содержания серосодержащих соединений, требуемого для составления и проверки материального баланса и, в конечном итоге, для установления соблюдения технологического процесса. Кроме того, превышение величин общего содержания серосодержащих соединений над суммарным содержанием отдельно анализируемых индивидуальных соединений будет указывать на образование ранее необнаруженных веществ, что позволит повысить уровень аналитического контроля за процессом уничтожения ОВ.

По данным ТЭО при уничтожении вещества типа V<sub>X</sub> наряду с производными метилфосфоновой кислоты продуктами разложения являются также сульфиды и меркаптаны, а именно 2-(диэтиламино)этилмеркаптан, калиевая соль 2-(диэтиламино)этилмеркаптана, и 2-(диэтиламино)этилизобутилсульфид. В результате окисления данных продуктов могут образовываться дисульфиды, сульфоксиды, сульфоны (Савельева, Зенкевич, Радилов, 2003; YU-CHU YANG, 1999).

Для оценки состава промышленных выбросов и атмосферного воздуха разработана «Методика выполнения измерений содержания серы общей в промышленных выбросах и атмосферном воздухе турбидиметрическим методом».

Для разработки методики использован гидрохлорид 2-(диэтиламино)этилмеркаптана. Использование азотной кислоты для перевода серы в сульфат-ион не дало положительных результатов. Поэтому минерализацию меркаптана проводили в более жестких условиях. Для перевода органической серы в сульфат-ион окисление проводили в присутствии нитрата калия и перекиси водорода в щелочной среде, доводя сухой остаток после выпаривания отобранной пробы до сплавления (Лурье Ю. 1984). После растворения сплава в горячей воде сера в виде сульфат-иона определялась турбидиметрическим методом в виде взвеси сульфата бария. Данная методика позволила количественно определять



серу, входящую в состав органических соединений продуктов деструкции ФОВ. При минерализации происходит окисление серы, входящей в состав органических соединений, до сульфат-иона. Для осаждения последнего в виде сульфата бария использовали осаждающий раствор, состоящий из смеси хлорида бария, соляной кислоты и крахмала, который не позволяет смеси осаждаться и удерживает осадок во взвешенном состоянии.

Для проведения пробоотбора предложены фильтры, изготовленные из ткани «Малескин», пропитанные 5% раствором нитрата калия в воде и высушенные на воздухе. По сравнению с фильтрами АФА, пропитка на ткани позволяет лучше удерживать серосодержащие органические вещества из воздуха.

После отбора проб фильтры сначала смачивали небольшим количеством этанола ( $0.2 \text{ см}^3$ ), затем содержимое фильтров экстрагировали горячей водой и в заключение промывали водой. Основной экстракт и промывные воды собирали в стакан вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , добавляли  $1 \text{ см}^3$  0.1 н раствора гидроксида натрия,  $0.5 \text{ см}^3$  перекиси водорода и выпаривали досуха на песчаной бане. По завершении данной стадии стакан с сухим остатком углубляли в песок для повышения температуры. При этом сухой остаток переходит в сплав.

После охлаждения на воздухе содержимое стакана растворяли в  $3 - 4 \text{ см}^3$  воды, прибавляли  $0.2 \text{ см}^3$  1 М раствора соляной кислоты. Раствор количественно переносили в пробирку, доводили водой до объема  $7 \text{ см}^3$  и прибавляли  $1 \text{ см}^3$  осаждающего раствора. Измеряли оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 540 нм.

Указанная методика апробирована на реальных источниках выбросов объектов, в выбросах которых присутствуют сероорганические соединения, и в атмосферном воздухе. После проведения метрологической аттестации методика будет предложена к внедрению в системах государственного и производственного экологического контроля.

#### Литература

1. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 448 с.
2. Савельева Е. И., Зенкевич И. Г., Радилов А. С. Идентификация продуктов химической нейтрализации О-изобутил-S-(2- диэтиламиноэтил)метилтио-фосфоната // Журн. аналит. химии. 2003. Т 58. № 2. С. 135–145.
3. YU-CHU YANG. Chemical Detoxification of Nerve Agent VX // Acc. Chem. Res. 1999. Vol. 32. № 2. P. 109–115.

### **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (ОВОС): НАУЧНАЯ ЗАДАЧА И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ (НА ПРИМЕРЕ РАБОТ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН)**

*Т. В. Евдокимова*

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

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) хозяйственной деятельности наряду с экологическим нормированием, сертификацией, экологиче-

ской экспертизой, аудитом, мониторингом, ведением государственных кадастров природных ресурсов и объектов и др., выполняет важные функции в механизме реализации норм современного экологического законодательства России, которое обеспечивает охрану окружающей среды и рациональное природопользование.

Комплексные работы по проведению ОВОС в России активно начали проводиться со второй половины 90х годов в связи с введением в действие и отработкой механизма реализации «Закона об экологической экспертизе» (1995), а также в связи с развитием экологической нормативно-правовой базы и взаимосогласованием требований и механизмов реализации других законов, формирующих основу экологического законодательства России, на практике.

Общий комплекс выполняемых в рамках ОВОС работ включает:

- проведение предварительного анализа фондовой и архивной документации, изучение научной литературы, детальный анализ проектных решений;

- сбор в ходе полевых изысканий данных об исходном состоянии ландшафтов, поверхностных и грунтовых вод, биотических компонентов (почв, растительности, животного мира, ихтиофауны) наземных экосистем, радиоэкологической обстановки в районе расположения проектируемых объектов, их обобщение и анализ;

- проведение наблюдений в процессе экологического мониторинга на различных стадиях (стадии проектирования, строительства, функционирования предприятия), выбор репрезентативных пунктов наблюдений, определение значений контролируемых параметров с использованием стандартных методов и с учетом норм международной практики;

- прогноз последствий воздействия намечаемой деятельности на компоненты экосистем, состояние ландшафтов и экологическую обстановку в целом;

- разработка предложений по охране земель, почв, ландшафтов, поверхностных и грунтовых вод, флоры, фауны, рыбных ресурсов, радиоэкологической обстановки, общей экологической ситуации в зонах влияния проектируемых и действующих объектов.

Работы, связанные с разработкой материалов ОВОС в составе проектной документации, позволили активизировать накопленный в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН уникальный научный потенциал, осознать важность работы ученых в экологическом обосновании Проектов строительства и реконструкции производственных объектов. Интеграция результатов работы коллектива высококвалифицированных «узких» специалистов, полученных при проведении ОВОС на разных стадиях проработки проектных решений, позволила создать научное обоснование для разработки считавшихся ранее «проблемными» разделов проектной документации, касающихся, в частности, прогноза изменения компонентов окружающей среды и оценки воздействия последствий реализации технических Проектов на почвы, растительность, ландшафты, животный мир, ихтиофауну, радиоэкологическую обстановку, общую экологическую ситуацию. Решение комплексных задач потребовало серьезной работы по координации и объединению усилий многих специалистов Коми Научного центра УрО РАН (геологов, экономистов, историков, археологов), СГУ, специалистов

из других организаций Сыктывкара, Ухты и других городов Республики Коми, Архангельска, Москвы, Санкт-Петербурга и др.

В ходе полевых и камеральных исследований, проводимых на разных стадиях экологического обоснования проектов (начиная со стадии предпроектных инженерно-экологических изысканий, в процессе разработки специальных разделов Проектов по оценке воздействий на окружающую среду, по охране окружающей среды, экологического мониторинга), ставятся и решаются определенные научные задачи, при решении которых в период 1997–2006 гг. были получены важные результаты.

Совместно со специализированными организациями Республики Коми изучены характер и степень загрязнения атмосферного воздуха на конкретных промышленных площадках (вне селитебных зон), в зонах их влияния и в фоновых условиях в некоторых районах Республики Коми. Выявлено, что, загрязнение атмосферного воздуха от источников, расположенных на промплощадках, превышает ПДК отдельных ингредиентов для воздуха рабочей зоны. В ходе наблюдений выявлена значимость выбросов углеводородов, особенно – в холодный период года, т.к. в талых снеговых водах обнаружены довольно высокие концентрации нефтепродуктов. Для прилегающих участков характерны, таким образом фоновые уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Исследования по оценке характера и уровня загрязнения снегового покрова в районах размещения существующих и проектируемых производственных объектов (на территориях Княжпогостского и Усинского районов) показали, что для талых снеговых вод, полученных при растапливании образцов снега, отобранных на прилегающих к проектируемым производственным объектам территориях, в целом характерен химический состав, формирование которого обусловлено главным образом природными факторами.

В ходе полевых исследований в районах размещения действующих и проектируемых объектов изучались гидрохимические характеристики поверхностных водных объектов и грунтовых вод. Полученные данные позволили для ряда малых водных объектов (включая болота) впервые получить данные, характеризующие их природный химический состав, определить наличие и уровень содержания загрязняющих ингредиентов. Эти данные, в свою очередь, послужили базой для оценки ущерба водным ресурсам, который возникает при загрязнении поверхностных вод вследствие строительства и эксплуатации предприятий. На основе полученной информации разрабатываются предложения по охране водных ресурсов и мониторингу качества поверхностных вод.

Для исследования структуры почвенного покрова на изучаемых территориях на предпроектных стадиях проводятся маршрутные исследования, изучение почв на базовых пунктах, описывается морфологическое строение почвенных профилей, отбираются образцы почв и грунтов на химический анализ. Результаты проведенных полевых, аналитических и камеральных работ послужили основой для оценки характера, уровня и тенденций загрязнения почв в зонах влияния многочисленных техногенных объектов в Республике Коми. Анализ фондовых материалов показывает, что, как правило, почвы локальных участ-

ков, расположенных в районах размещения существующих и проектируемых производственных объектов, ранее были не изучены, либо изучены очень слабо. Анализ данных о содержании загрязняющих веществ в органогенных и верхних минеральных горизонтах) в основных типах изученных почв свидетельствует о существенных отличиях в характере и уровне как фонового загрязнения почв на территориях в районах расположения производственных объектов, так и на производственных площадках. Результаты натурных обследований позволяют выявить участки, имеющие повышенный исходный уровень загрязнения. К их числу относятся г.о. селитебные зоны, техногенные площадки, поймы, участки в районах расположения мостовых и трубопроводных переходов через реки. На основе результатов обследования почвенного покрова составляются почвенные карты, разрабатываются предложения по охране и мониторингу почв.

Актуальной частью работ является оценка состояния почвенно-растительного покрова на рекультивированных участках для определения возможности самовосстановления растительности на нарушенных землях и получения сравнительных данных, характеризующих перспективы и возможности различных направлений рекультивации, что позволяет разрабатывать предложения по проведению биологической рекультивации и мониторинга ее эффективности.

Важные аспекты оценки состояния окружающей среды связаны с изучением структуры и состава растительного покрова, оценки его состояния и прогноза изменения. В процессе работ по предпроектному обследованию территории проводится полевое и камеральное определение видового состава цветковых растений, мхов и лишайников, оценка состояния древесных растений. Обследования, проведенные за период с 1998 г. на участках планируемого строительства, позволили сформировать общие списки сосудистых растений местных флор, дополнить их многими видами заносных и редких растений. Полученные данные свидетельствуют о том, что в районах размещения производственных объектов, как правило, формируются ареалы, в пределах которых отчетливо проявляются результаты воздействия загрязнения атмосферного воздуха и поверхностного стока на состояние растительности.

Особое значение имеет изучение структуры ландшафтов обследованных участков территории, комплексная оценка экологической обстановки в районах планируемого строительства и эксплуатации промышленных объектов. На основе анализа и синтеза результатов покомпонентного изучения, оценки состояния и прогноза изменения компонентов составлены крупномасштабные и среднemasштабные ландшафтные карты, разработана схема комплексной оценки состояния экологической обстановки для изученных территорий. Результаты исследования позволяют обосновать систему организации долговременного экологического мониторинга.

Для изучения на предпроектных стадиях особенностей распределения и численности диких животных в районах размещения существующих и проектируемых производственных объектов, а также на прилегающих участках, проводятся полевые исследования. Выявлено, что в зонах влияния производствен-

ных объектов показатели численности охотничье-промысловых животных, мелких млекопитающих и птиц меняются по сравнению с фоновыми условиями. На участках, где проявляется опушечный эффект, увеличивается численность ряда видов животных и птиц, предпочитающих открытые элементы ландшафта. В то же время, отмечено резкое снижение по сравнению с фоновыми территориями обилия многих ценных видов охотничье-промысловых и редких видов. В процессе исследований получены конкретные количественные данные, характеризующие фактическое состояние фаунистических комплексов изученных районов, выявлены фактические местообитания редких видов, уточнены списки видов и плотностные характеристики населения животных, характерных для изученных территорий, что позволяет оценить размер ущерба диким животным и разработать комплексы мероприятий по охране и мониторингу состояния животного мира.

Специалистами лаборатории экологии водных организмов проводили изучение исходного состояния ихтиофауны и гидробионтов многих водоемов и водотоков в районах намечаемого строительства или их фактического состояния в районах эксплуатации существующих предприятий. Полученные результаты позволили оценить состояние водных экосистем, фактическую рыбопродуктивность водотоков в зонах существующего или планируемого воздействия промышленных объектов. Эти данные служат основой для обоснования прогноза изменения состояния ихтиофауны и расчета ущербов, для разработки предложений по охране организации мониторинга рыбных ресурсов.

Изучение радиационной обстановки на территориях размещения проектируемых объектов и в зонах их предполагаемого влияния, а также на фоновых участках, проводится сотрудниками Отдела радиоэкологии. Инженерно-экологические изыскания для оценки воздействий на окружающую среду работ по строительству проектируемых объектов включают оценку гамма-фона на участках предполагаемого строительства, оценку радоноопасности территории, определение радионуклидного состава поверхностных и грунтовых вод, почв. Эта информация дополняет представление об экологической обстановке изученных территорий, что позволяет разработать обоснованные предложения по радиоэкологическому мониторингу в процессе строительства и эксплуатации промышленных предприятий.

В связи с проведением ОВОС специалистами Института биологии получены новые важные научные материалы, характеризующие состояние природной среды и ее компонентов на ранее слабо исследованных или совершенно неизученных территориях. Новая информация, в свою очередь, вошла в базы данных, характеризующих, в частности, биоразнообразие флоры и фауны, наличие редких и охраняемых видов, позволила выявить участки территории, нуждающиеся в особом «экологическом надзоре», которые, в частности, могут быть предложены для охраны в качестве «микрозаказников». Очевидно, что решение практических задач, связанных с проведением ОВОС, позволило укрепить связи науки и практики, выявить востребованность конкретных результатов научных исследований для решения актуальных практических задач.

# ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

*О. М. Плотникова*

*Курганский государственный университет, plotnikom@kgsu.ru*

Изучение адаптации организма к изменяющимся условиям окружающей среды на уровне биохимических реакций позволяет более детально рассматривать влияние антропогенного фактора на биосферу. Важнейшим является и поиск биохимических показателей живых организмов, с помощью которых можно оценить влияние загрязнения в биологических объектах на самой ранней стадии, когда они еще не приняли необратимого характера.

При многих видах внутренних и внешних воздействий на живой организм происходит активация перекисного окисления липидов (ПОЛ), которое является сложным многостадийным цепным процессом окисления кислородом липидных субстратов, включающим взаимодействие липидов со свободнорадикальными соединениями и образованием свободных радикалов липидной природы. Генерировать свободные радикалы могут не только ультрафиолетовое излучение, но и агенты внешней среды, в том числе пестициды, ФОВ, ионы металлов.

В связи с этим интересно исследовать, как МФК – конечный устойчивый продукт гидролиза зарина, зомана и ви-икс – будет влиять на процессы ПОЛ у теплокровных животных, например, лабораторных мышей.

Это вызывает особый интерес в связи со строительством Щучанского объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) с фосфорорганическими отравляющими веществами (ФОВ).

В последние годы при исследовании интенсивности процессов ПОЛ определяется содержание диеновых конъюгатов как первичных продуктов, малонового диальдегида как промежуточного продукта и шиффовых оснований как конечных продуктов перекисного окисления липидов. В биологических мембранах окислению подвергаются преимущественно полиненасыщенные жирные кислоты, поэтому обнаружение диеновой конъюгации является чувствительным тестом на образование свободных радикалов либо ацилгидроперекисей. Гидроперекиси липидов, будучи веществами нестойкими, разрушаются с образованием вторичных продуктов ПОЛ, в т. ч. малонового диальдегида, который является мутагеном и обладает выраженной токсичностью, подавляя гликолиз и окислительное фосфорилирование, ингибируя синтез белков и нуклеиновых кислот. Конечные продукты ПОЛ – шиффовы основания, образующиеся при взаимодействии малонового диальдегида с аминокетонами белков и фосфолипидов, обладают большой реакционной способностью, приводя к полимеризации и поликонденсации молекул, межмолекулярным сшивкам, в результате чего теряются присущие биомолекулам свойства.

В нашей работе проведено определение содержания общих липидов, а в качестве показателей ПОЛ были выбраны диеновые конъюгаты и малоновый диальдегид.

Объектами исследований служили 60 лабораторных белых мышей в возрасте 2 месяцев массой 20–25 г. Все мыши были разделены на 4 группы: 1 – контрольная группа самцов, 2 – группа самцов с интоксикацией МФК; 3 – контрольная группа самок; 4 – группа самок с интоксикацией МФК.

Интоксикация проводилась путем инъекций раствора метилфосфоновой кислоты мышам внутрибрюшинно. Забор исследуемого материала производился через 60 часов после введения МФК. После эвтаназии декапитацией для исследования забирали цельную кровь, из которой после центрифугирования получали сыворотку крови, а также печень.

Для характеристики процессов ПОЛ в работе определяли содержание диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА), общих липидов (ОЛ) в сыворотке крови и печени мышей.

Содержание ДК в сыворотке крови и в клетках печени определяли спектрофотометрически по разности оптической плотности между опытной и контрольной пробами; определение количества малонового диальдегида проводили по реакции с тиобарбитуровой кислотой. Общие липиды в сыворотке крови определяли сульфифосфованилиновым методом, а в клетках печени весовым методом путем экстракции их смесью хлороформ:метанол. Концентрацию продуктов свободнорадикального окисления сыворотки крови рассчитывали в мкмоль на грамм общих липидов. Для печени концентрации всех определяемых компонентов ПОЛ рассчитывали на 100 г печени.

Проведенные исследования привели к следующим результатам.

Изменения в протекании ПОЛ зафиксированы как в сыворотке крови, так и в печени. Как у самцов, так и у самок в ответ на интоксикацию метилфосфоновой кислотой происходит перераспределение продуктов перекисного окисления липидов. При этом практически полностью отсутствуют диеновые конъюгаты как промежуточные продукты (в опытных группах самок и самцов содержание диеновых конъюгатов ниже предела обнаружения методики) при достоверном изменении количества малонового диальдегида. Такое перераспределение возможно при значительном росте активности супероксиддисмутазы в отсутствие повышения активности каталазы. Из литературы известно, что повышение активности супероксиддисмутазы без каталазы в плазме крови и эритроцитах встречается при отравлениях, например, гашишем и четыреххлористым углеродом.

Нарушение липидного обмена и процессов перекисного окисления липидов при интоксикации метилфосфоновой кислотой более выражено в группе самцов, о чем можно судить по соотношению малонового диальдегида к диеновым конъюгатам. Достоверности различий в результатах опытов рассчитанны по критерию Вилкоксона для независимых выборок. Так соотношение МДА/ДК в контрольных и опытных группах у самцов составляет 9.2 и 23.7, а у самок 20.5 и 17.9, соответственно. Это согласуется с данными о том, что у лиц мужского пола более выражена вероятность риска развития атеросклероза (на 45–

65%), частота встречаемости дислипидемий (на 50%). По этим данным можно предположить, что у самок более развита антиоксидантная система защиты организма.

Действие метилфосфоновой кислоты на процесс перекисного окисления липидов возможно связано: 1) с избыточным появлением инициаторов свободнорадикального окисления, что приводит к отсутствию в сыворотке крови диеновых конъюгатов; 2) со снижением эффективности действия механизмов регуляции свободнорадикального окисления, что объясняет практически полное отсутствие диеновых конъюгатов как промежуточных продуктов при достоверном изменении содержания малонового диальдегида.

Таким образом, проведенные исследования показали, что МФК у здоровых животных вызывает активацию процессов ПОЛ, а такие показатели ПОЛ, как содержание ДК и МДА в сыворотке крови могут быть использованы в качестве биохимического маркера загрязнения окружающей среды.

### Литература

Биохимические исследования в токсикологическом эксперименте / Под ред. М. Ф. Савчекова. Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та, 1990.

Камышников В. С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: Справочник: В 2 т. М.: Интерпрессервис, 2003.

Кармен Н. Б. Состояние процессов ПОЛ и антирадикальной защиты в ликворе пострадавших с тяжелой черепно-мозговой травмой // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 2005. Т 139. № 4.

Назаренко Г. И., Кшикун А. А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. М.: Медицина, 2002.

Перекисное окисление и стресс. В. А. Барабой, И. Н. Брехман. СПб.: Наука, 1992.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ПИРОФОСФАТА НАТРИЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОРАЗЛАГАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ОПЫТА**

*А. С. Олькова*

*Вятский государственный гуманитарный университет,  
РЦГЭКиМ по Кировской области*

Для Кировской области, безусловно, остаётся актуальным вопрос воздействия комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия (КОХУХО) «Марадыковский» на экосистемы региона. По «Проекту нормативов предельно допустимых выбросов» (ПДВ) [4] выброс общего фосфора при уничтожении фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) за период с 2007 по 2010 гг. составит 912 тонн. Пирофосфат натрия (ПФН) среди твердых отходов объекта занимает второе место по массе выброса после сажи. К примеру, согласно [4], в 2007 г. выброс пирофосфата натрия при утилизации реакционных масс (РМ) может составить около 20% от всех твердых отходов действующего объекта.



Неорганические соединения фосфора, к которым относится и ПФН, попадают в окружающую среду преимущественно в виде твердых аэрозолей, которые аккумулируются в почве за счет непосредственной седиментации на её поверхности, либо при биологической деструкции листового опада.

С целью изучения воздействия ПФН на состояние почвы Кировской области был заложен мелкоделяночный полевой опыт на трёх площадках с типичными для зоны воздействия объекта почвами: подзолистыми (расстояние от объекта до опытной площадки 1,49 км), дерново-подзолистыми (до объекта 2,77 км) и аллювиальными (3,47 км). В данном опыте определяли целлюлозоразлагающую способность почвы – показатель, характеризующий комплексную биологическую активность почв. Использовали аппликационный метод закладки льняной ткани в почву [1].

Доза внесения пиррофосфата натрия соответствовала уровню предельного выпадения (ПВ) ПФН на поверхность почвы, который рассчитывался исходя из предположения, что весь фосфор, входящий в состав ФОВ, будет при сжигании продуктов детоксикации выброшен в атмосферу в форме пиррофосфата натрия. Расчет производился при помощи компьютерной программы, разработанной на основе работы [6] с учетом розы ветров, расстояния и направления от источника выброса до площадки.

Расчётные дозы ПВ следующие: для подзолистой почвы 1 ПВ составило 4,9 г ПФН на 1 м<sup>2</sup> поверхности почвы, для дерново-подзолистой – 4,5 г/м<sup>2</sup>, для аллювиальной – 5,26 г/м<sup>2</sup>.

Опыт включал 3 варианта: контроль, внесение 1 ПВ и 10 ПВ пиррофосфата натрия. Контролем служили делянки без внесения пиррофосфата. Размещение вариантов в опыте систематическое. Опыт выполнен в четырёхкратной повторности, заложен в конце мая. Выемка льняных полотен проводилась через 1,5 и 3 месяца после закладки. Почва при этом находилась под естественной растительностью, скошенной только непосредственно при закладке опыта.

Степень разложения льняного полотна в почвах опытных площадок представлена в табл. 1 и на рис. 1. Наибольшая интенсивность разложения клетчатки без внесения загрязняющего вещества выявлена в дерново-подзолистой почве, в аллювиальной почве этот показатель меньше лишь на 0,29 г от исходной массы полотна. На площадке, находящейся в сосновом лесу (подзолистая почва), скорость разложения клетчатки оказалась наименьшей. Это явление закономерно, так как из исследуемых почв именно подзолистые обладают наименьшей биологической активностью вследствие низкого плодородия [5].

В вариантах с внесением ПФН на подзолистых и аллювиальных почвах наблюдалась стимуляция целлюлозоразлагающей активности. Различия значений контрольных вариантов и внесения 10 ПВ поллютанта на данных опытных площадках достоверно. Стимуляция процесса, возможно, объясняется тем, что пиррофосфат-ион в кислой среде переходит в фосфат-ион, который является питательным элементом для микроорганизмов почвы.

**Разложение клетчатки в типичных почвах Кировской области  
при внесении пирофосфата натрия за 1,5 месяца экспозиции**

Вариант Тип почвы	Контроль		1 ПВ		10 ПВ	
	абсолютное значение, г	относительное значение, %	абсолютное значение, г	относительное значение, %	абсолютное значение, г	относительное значение, %
Подзоли- стая почва	0,900 ±0,07	12,30 ±1,06	1,020 ±0,23	14,17 ±3,2	1,250 ±0,23	17,30 ±9,47
Дерново- подзоли- стая почва	1,660 ±0,12	22,90 ±1,25	1,140 ±0,067	14,95 ±1,88	0,765 ±0,04	7,52 ±0,59
Аллюви- альная почва	1,370 ±0,35	19,44 ±4,76	1,320 ±0,35	17,51 ±4,53	2,000 ±0,34	28,03 ±4,19

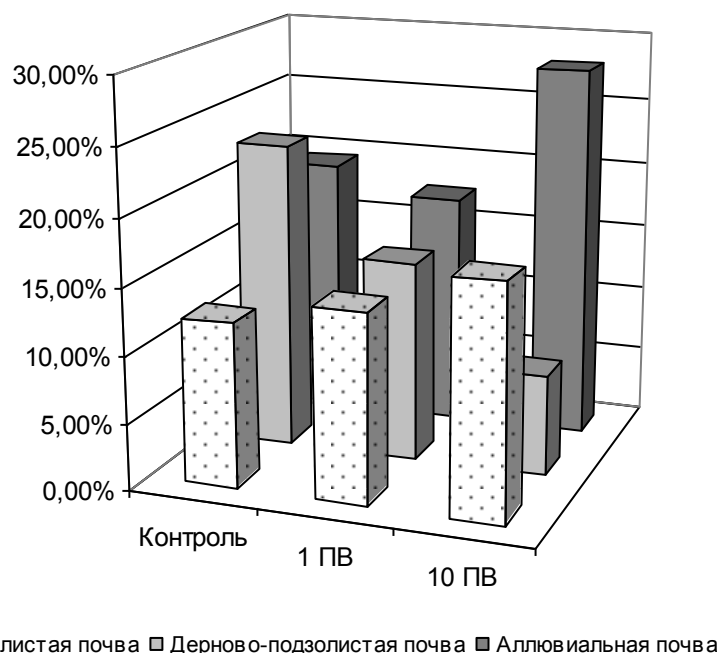


Рис. 1. Разложение клетчатки в типичных почвах Кировской области при внесении пирофосфата натрия, % от исходной массы за 1,5 месяца экспозиции

Однако, внесение ПФН в дерново-подзолистую почву вызвало угнетение разложения клетчатки по сравнению с контрольным вариантом, различия между вариантами достоверны. Вероятно, подобные различия в реакции изучаемых почв могут быть связаны с особенностями почвенных микробных комплексов. Изучение их ведется в настоящий момент и является неотъемлемой частью исследования биологической активности почв.

За три месяца вегетационного сезона ткань разложилась на участках практически полностью (90–95%), за исключением ткани, заложенной в сосновом лесу. Интенсивность минерализации полотна в сосняке составила 58–65% с сохранением тенденции стимуляции процесса в вариантах с внесением ПФН, но различия между вариантами оказались недостоверны. Многие исследователи

отмечают [2, 3], что минерализация клетчатки в лесных почвах идёт крайне медленно, этот же вывод подтвержден нашим опытом.

В ходе проделанной работы и анализа результатов нами были сделаны следующие выводы:

1. Пирофосфат натрия, обозначенный в «Проекте нормативов предельно допустимых выбросов» объекта «Марадыковский», влияет на целлюлозоразлагающую активность почв: выявлен эффект стимуляции изучаемого процесса на подзолистых и аллювиальных почвах и угнетение на дерново-подзолистых почвах.

2. Дерново-подзолистые и аллювиальные почвы обладают значительно большей скоростью минерализации клетчатки, чем подзолистые почвы лесных биоценозов.

### **Литература**

1. Востров И. С., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология, 1961, т.30, вып.4, С. 665–672.
2. Евдокимова Г. А., Кислых Е. Е., Мозгова Н. П. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере. Л.: Наука, 1984. 120 с.
3. Марфенина О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв. М.: Изд-во МГУ, 1991. 118 с.
4. Проект нормативов предельно допустимых выбросов для 1205 объекта ХУХО. Саратов, 2007.
5. Тюлин В. В., Гущина А. М. Особенности почв Кировской области при интенсивном земледелии. Киров, 1991. 92 с.
6. Борзилов В. А., Сенилов Н. Б. Модель выпадения загрязняющих веществ промышленного происхождения на почву // Загрязнение атмосферы и почвы: Труды Института экспериментальной метеорологии. М: Гидрометеиздат, 1977. С. 26–36.

## **РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (СУООС)**

***В. А. Хаймин***

*Автономная Некоммерческая Организация «Экотерра», Москва  
v.khaymin@eco-terra.ru*

Региональная СУООС представляет собой совокупность иерархически упорядоченных, взаимосвязанных обязанностями, правами и ответственностью в сфере охраны ОС организационных звеньев, используемых методов, методик, процедур и необходимых ресурсов для разработки, внедрения, контроля и анализа реализации экологической политики, отвечающей требованиям устойчивого развития региона.

Региональная СУООС является частью общей системы управления регионом, а по вопросам охраны окружающей среды ее деятельность координируется руководящим органом СУООС, действующим на государственном уровне. Руководящий орган региональной СУООС в свою очередь координирует деятельность по управлению окружающей средой субъектов хозяйствования в регионе.

Специфика региональной СУООС заключается в большом разнообразии объектов управления, их неоднородности, слабой детерминированности, социальной направленности и значительной зависимости от изменения внешних факторов.

Особое внимание в региональной СУООС должно уделяться вопросам трансграничных загрязнений. Эта проблема не только регионального, но и общегосударственного и международного значения.

Региональная СУООС также подчиняется требованиям международных стандартов серии ISO 14000 относительно состава элементов и функционирования.

Спроектировать региональную СУООС – это значит на основе проведенных в регионе обследований и анализа, связанных с выявлением и идентификацией экологических аспектов материальных носителей, воздействующих на окружающую среду, сформировать функциональную, организационную, технологическую и информационную структуры с установлением их взаимодействия для достижения целей и задач улучшения экологических характеристик окружающей среды.

Проект системы оформляется как комплект нормативно-организационных документов, отражающих структуру и состав системы в целом, структуру и состав основных элементов системы с их вертикальными и горизонтальными взаимосвязями, и включает: структуру целей управления окружающей средой; функциональную структуру системы; организационно-функциональную структуру системы; структуру и состав объектов управления; структуру и состав показателей и критериев функционирования системы; структуру и состав документов системы; структуру и состав информационной поддержки системы.

Функционирование региональной СУООС определяется: принятой экологической политикой, адекватной экологическому состоянию окружающей среды в регионе; действующими региональными программами, касающимися вопросов охраны окружающей среды в регионе в целом и отдельных ее компонентов на разные временные периоды с уточнением по годам целей, задач и конкретных результатов по улучшению экологических характеристик, исходя из технико-методической подготовленности и финансовой обеспеченности; поэтапным внедрением и расширением объектных и функциональных подсистем СУООС с углублением уровня ее детализации; внедренной системой экологического мониторинга в регионе; решением на региональном уровне вопросов экологического аудита, экологической сертификации, экологического страхования, экологического этикетирования (экологических маркировок и деклараций), как действенных факторов, определяющих результативность управления ОС; постоянным совершенствованием структуры состава, методов и средств управления окружающей средой в соответствии с изменяющимися внутренними и внешними условиями развития региона.

Региональные СУООС должны интегрироваться в общегосударственную СУООС, которая строится в соответствии с принципами и правилами, определенными международными стандартами серии ISO 14000 и гарантирует соблю-

дение принципов глобального партнерства по обеспечению устойчивого развития в интересах нынешних и будущих поколений.

Эффективность процесса разработки и внедрения СУООС на всех уровнях в первую очередь зависит от создания адекватной системы обеспечения и поддержки.

Развитие работ в заданном направлении невозможно без формирования соответствующей нормативно-правовой базы, включающей законодательные и нормативно-правовые акты, экологические нормативы, нормативно-технические документы, регламентирующие экологические аспекты деятельности, продукции и услуг, общие и специальные требования в сфере охраны окружающей среды, регионального использования природных ресурсов и т.п.

Проблемы, связанные с формированием нормативно-правовой базы управления охраны окружающей среды, касаются: необходимости совершенствования и развития федерального и регионального законодательства в сфере регулирования экологических отношений всех заинтересованных сторон; совершенствования и развития нормативной базы управления ОС; сближения законодательства и гармонизации требований национальных нормативных документов в сфере природоохранной деятельности с международным и европейским законодательством и соответствующими нормативными документами.

Организационно-экономическое обеспечение работ по созданию и внедрению СУООС связано с разработкой и ведением широкомасштабных и локальных программ в сфере охраны окружающей среды в целом и отдельных ее компонентов, формируемых на единой концептуальной основе, способствующих реализации общегосударственной экологической политики на всех иерархических уровнях.

Особое внимание должно быть уделено методическому обеспечению разработки и внедрения СУООС, чтобы избавить участников этих работ от возможных ошибок и просчетов, снизить непроизводительные затраты, защитить национальный рынок экологических услуг от консультантов сомнительного профессионального уровня.

Методическое обеспечение должно предусматривать адаптацию требований международных стандартов серии ISO 14000 применительно к конкретному функциональному подразделению, виду деятельности или организации в целом, учитывать специфику малых и средних предприятий, определять уровень детализации и сложности структуры СУООС, объем и содержание документации системы управления. Особое внимание должно быть уделено вопросам методического обеспечения идентификации экологических аспектов, оценки их влияния на окружающую среду, оценки потенциальных экологических рисков. Эти вопросы непосредственно связаны с предстоящим формированием в России экологического страхования.

Создание методического обеспечения на единой методологической базе будет способствовать широкому осмысленному внедрению СУООС и оздоровлению экологической ситуации в регионе

Методическая база разработки и внедрения СУООС должна состоять из: комплекта пилотных проектов СУООС для предприятий региона, пилотных

проектов СУООС для городов и районов региона, пилотного проекта интегрированной системы СУООС региона; комментариев и пояснений к пилотным проектам; учебных и справочных пособий по проектированию элементов СУООС и СУООС в целом, их внедрению и совершенствованию; методик и руководств, разработанных на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта по созданию, внедрению и работе в условиях функционирования СУООС.

Методическое обеспечение предполагает также популяризацию принципов, методов и средств управления охраной окружающей среды путем подготовки и проведения конференций, обучающих семинаров, тренингов, подготовки публикаций.

Без соответствующего ресурсного обеспечения: материального, кадрового, финансового и информационного работы по созданию и внедрению СУООС в регионе не могут быть начаты. Эти вопросы должны быть решены при подготовке региональной программы внедрения и совершенствования СУООС.

Особого внимания требуют вопросы формирования системы информационного обеспечения работ в области создания, внедрения и совершенствования СУООС. Это целое направление, предусматривающее формирование и ведение электронных баз данных в сфере охраны окружающей среды, внедрение и развитие новых технологий, позволяющих осуществлять электронный обмен данными, присоединение к локальным и глобальным информационным сетям, что в свою очередь требует оснащения современными аппаратными и программными средствами для формирования и управления такими базами данных.

Подводя итоги вышесказанному, представляется необходимым, в качестве первых шагов разработать концепцию Программы создания и внедрения системы управления окружающей средой в регионе, подготовить макет такой Программы с определением потенциальных ее участников, источников финансирования и результатов выполнения отдельных мероприятий. Такую работу мы готовы выполнить с учетом имеющегося опыта, знаний и профессиональных связей с ведущими специалистами в области систем управления охраны окружающей среды.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИХ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

*И. Б. Арчегова, С. В. Дегтева, А. И. Таскаев*  
*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,*  
*directorat@ib.komisc.ru*

Начиная со второй половины XX столетия, мировое сообщество развивается в условиях глобального экологического кризиса, основной причиной которого стала трансформация природных экосистем в результате хозяйственной деятельности человека. Оценка состояния ландшафтов Республики Коми показывает, что их большая часть относительно слабо изменена антропогенным

воздействием (Таскаев, Дегтева, 1999). Это обусловлено низкой плотностью населения, преобладанием в течение длительного времени традиционного природопользования, основанного на использовании биологических ресурсов. Однако в последние десятилетия в этом богатейшем минерально-сырьевыми ресурсами крае началось интенсивное освоение месторождений угля, нефти, газа, золота, бокситов и других полезных ископаемых. Одновременно планомерно увеличивались и объемы использования возобновляемых природных ресурсов. С середины 50-х годов XX столетия постоянно нарастали темпы лесозаготовительных работ, в результате перевыпаса сложилась кризисная ситуация на оленьих пастбищах. В настоящее время наиболее широк спектр экологических проблем в крупных городах республики и их окрестностях, где сосредоточено промышленное производство и проживает большая часть населения.

Экологическая безопасность любой территории, в конечном итоге, достигается созданием (поддержанием) равновесия между масштабами разрушения природных биогеоценозов (экосистем) в процессе многоцелевого природопользования и адекватным по скорости их восстановлением. Отставание скорости восстановления природных комплексов от скорости разрушения – основная причина экологического кризиса. Необходимо подчеркнуть, что темпы естественного восстановления нарушенных экосистем в высоких широтах крайне медленные, поэтому нерациональное природопользование может привести к масштабным изменениям окружающей среды (Биологическая рекультивация..., 1992; Влияние разработки..., 1994; Арчегова и др., 1996; Посттехногенные экосистемы Севера, 2002). Одновременно неблагоприятная экологическая ситуация значительно влияет на здоровье населения.

По имеющимся оценкам ученых-экологов на 63 % территории суши Земли, пригодной для освоения, природные экосистемы разрушены (уничтожены), что не позволяет сохранять благоприятную экологическую обстановку в ряде регионов (Лосев, Мнацакян, Доронин, 2005). Один из них – Север. Практически вся территория Республики Коми относится к этому региону. На 1 января 2007 г. общая площадь нарушенных земель в республике составила 12.5 тысяч га. По сравнению с 2005 г. она увеличилась на 500 га. Из этой площади 57% нарушено в результате геологоразведки и разработки месторождений полезных ископаемых, 25.3% составляют территории, нарушенные при строительстве, 17.7% – при торфоразработке. Восстановление нарушенных земель в 2006 г. выполнено на площади всего 200 га, что на 1300 га меньше, чем в 2005 г. Очевидно, что темпы разрушения экосистем в десятки раз превышают скорость работ, направленных на их восстановление.

Для создания на региональном уровне действенной системы экологической безопасности необходим новый подход к решению в комплексе экологических проблем. Рациональное природопользование должно предполагать с одной стороны своевременную реализацию научно обоснованных с учетом специфики региона мероприятий, направленных на ускорение восстановления разрушенных природных экосистем. С другой стороны, в системе мер, направленных на стабилизацию экологической ситуации, значительное место должна занимать деятельность в сфере создания особо охраняемых природных террито-

рий и управления ими. Эти вопросы в последние десятилетия находятся в сфере постоянного внимания специалистов Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

На основании результатов многолетних исследований учеными Института разработана рекомендуемая для Севера комплексная схема управляемого природовосстановления, учитывающая особенности климата региона, строение природных экосистем и социально-экономический тип использования территории (Арчегова, 1998). Она включает два этапа. Главной задачей первого и основного из них является закрепление техногенного субстрата, воссоздание плодородного слоя почвы в рамках искусственно созданного (сеяного) сообщества многолетних трав, типичных для региона. Это особенно важно, поскольку при нарушении уязвимых к техногенным воздействиям экосистем Севера, которые обладают низким потенциалом самовосстановления и самоочищения, происходит ускоренное развитие эрозии и, вследствие этого, увеличение площадей нарушенных природных комплексов. Предложенный научно-обоснованный комплекс приемов восстановления нарушенных и загрязненных нефтью земель испытан, имеются рекомендации, дающие ясное распределение затрат по этапам работ, что позволяет экономически и организационно планировать в комплексе эколого-экономические затраты.

Разработаны практические приемы, оптимизирующие процесс ускоренного природовосстановления с помощью оригинальных технологий и материалов, в том числе на основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности. Создано несколько видов микробиологических препаратов, биосорбентов, позволяющих оптимизировать очистку нефтезагрязненных объектов – почв, водоемов, разработаны технологии их получения. Результаты исследований запатентованы, прошли испытания в полупроизводственных условиях.

Для эффективного внедрения этих технологий в республике нужна специализированная организация, оснащенная материально, специалисты которой будут профессионально выполнять весь цикл работ по восстановлению нарушенных территорий, включая этап сдачи земель землепользователям. Этот вопрос неоднократно обсуждался на разных уровнях, был создан Республиканский центр по рекультивации земель, однако из-за финансирования по остаточному принципу он прекратил свое существование. Проблема дисбаланса темпов нарушения естественных экосистем и их восстановления по-прежнему стоит в республике остро.

Для преодоления глобального экологического кризиса в конце XX столетия под эгидой ООН разработана стратегия перехода к устойчивому развитию. Исходя из ее основных принципов сегодня в мире общепризнано, что максимально эффективный способ сохранения природных комплексов – формирование систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Согласно Экологической доктрине Российской Федерации создание и развитие сетей ООПТ разного уровня и режима включено в число основных направлений государственной политики в области экологии.

В Республике Коми планомерные исследования, направленные на создание системы объектов природно-заповедного фонда и их инвентаризацию ведутся с конца 50-х гг. XX столетия учеными Коми научного центра Уральского



отделения РАН. Эталонные участки, выделяемые в качестве заказников и памятников природы, должны не только способствовать сохранению генофонда флоры и фауны характерных для республики природных комплексов, но и, особенно в будущем, в процессе антропогенных изменений ландшафтов, выполнять средостабилизирующую роль. Выделение и размещение охраняемых природных территорий должно обеспечивать экологическую устойчивость природного комплекса Республики Коми. Для этого необходима многофункциональная система сохранения природного баланса. Основа для подобной работы в регионе создана (Таскаев, Дегтева, 1999). Сопоставление с данными о природно-заповедном фонде других субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северо-Западного федерального округа, показывает, что республика располагает наиболее разветвленной сетью ООПТ. Она включает 253 объекта, два из которых имеют федеральный статус, остальные – республиканский (табл.). Общая площадь ООПТ составляет порядка 6 млн. га (около 15 % площади республики).

В то же время анализ существующей системы ООПТ показывает, что она нуждается в совершенствовании. С этой целью в последние шесть лет специалистами Коми научного центра УрО РАН при поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды начата планомерная инвентаризация существующего фонда охраняемых территорий. Данные, полученные в процессе натурного обследования заказников и памятников природы, подтверждают правомерность функционирования абсолютного большинства из них в статусе особо охраняемых природных территорий. Как правило, установлена достаточно хорошая сохранность памятников неживой природы, экосистем и популяций редких видов растений. Однако в ряде заказников прослеживаются негативные последствия незаконной антропогенной деятельности. В целом, обеспечение сохранности природных комплексов и их компонентов на ООПТ является сегодня одной из наиболее сложных проблем. Это связано, прежде всего, с недостатком финансирования, выделяемого администрациям ООПТ федерального статуса, небольшой численностью штатов охраны. В связи с разграничением полномочий Российской Федерации и ее субъектов необходимо решать проблему создания при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми специальных структур для обеспечения управления и охраны заказников, памятников природы регионального подчинения. Сегодня эти территории сохраняются в основном благодаря тому, что находятся на значительном удалении от населенных пунктов.

Таблица

Категория	Число	Площадь, га (% от площади республики)
ЗАПОВЕДНИК	1	721322 (1.73)
охранная зона		497500 (1.19)
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК	1	1891701 (4.58)
ЗАКАЗНИКИ		
комплексные (ландшафтные)	32	1428704 (3.43)
лесные (в том числе кедровые)	20	47475 (0.11)
флористические и луговые	9	24096 (0.06)

Категория	Число	Площадь, га (% от площади республики)
болотные	96	421824 (1.01)
ихтиологические	13	974655 (2.34)
геологические	1	2230 (0.01)
<b>ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ</b>		
лесные (в том числе кедровые)	18	604 (менее 0.01)
флористические и луговые	11	584 (менее 0.01)
болотные	18	1676 (менее 0.01)
водные	11	49814 (0.12)
геологические	23	56 (менее 0.01)
<b>ИТОГО</b>	<b>253</b>	<b>6082241 (14.57)</b>

Согласно действующему законодательству, ООПТ отдельных категорий могут составлять базу для туристической индустрии и отдыха, однако в настоящее время природно-заповедный фонд республики слабо используется для этих целей. Режим, установленный для большинства особо охраняемых объектов, предполагает жесткий запрет рекреации, всех видов туристической деятельности, охоты и рыболовства. При этом уровень несанкционированного использования биологических ресурсов, особенно животного мира, в связи с низким уровнем жизни населения и недостаточно эффективной охраной ООПТ остается стабильно высоким. Для рационального использования в интересах местного населения природных комплексов, взятых под охрану, необходимы специальные исследования, направленные на оценку их рекреационного потенциала, научные методики, позволяющие достаточно адекватно оценить ущерб от того или иного вида хозяйственной деятельности, разработка региональных программ развития экологического туризма, спортивной, любительской и рекреационной охоты и рыболовства. Осуществление подобных программ, широко практикуемых в развитых странах, может способствовать ослаблению наметившегося конфликта между необходимостью, с одной стороны, экономического развития региона и, с другой, – поддержания благоприятной экологической обстановки.

Решение проблем рационального природопользования – основа создания каркаса экологической безопасности любого региона. Определенные инструменты для этого в Республике уже существуют. При этом надо учитывать необходимость существенных финансовых вложений в сохранение экологического баланса как на региональном, так и локальном уровнях. Учет расходов на экологические проблемы по остаточному принципу не может способствовать дальнейшему устойчивому развитию экономики и поддержанию на должном уровне экологической безопасности региона. Для координации деятельности в сфере экологической безопасности необходима разработка специальных комплексных программ. Это позволит объединить усилия государственных структур, ученых и общественных организаций в процессе достижения поддерживающего, сбалансированного развития Севера.

## Литература

Арчегова И. Б. Эффективная система природовосстановления – основа перспективного природопользования на Крайнем Севере. Сыктывкар, 1998. 12 с. (Научные докл./ Коми науч. центр УрО РАН; Вып. 412)

Арчегова И. Б., Дегтева С. В., Евдокимова Т. В., Кузнецова Е. Г. Концепция природовосстановления нарушенных экосистем Севера // Республика Коми. Стратегия вхождения в XXI век. Сыктывкар, 1996.

Биологическая рекультивация на Севере (Вопросы теории и практики). Сыктывкар, 1992. 104 с.

Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 197 с.

Посттехногенные экосистемы Севера. СПб., 2002. 159 с.

Таскаев А. И., Дегтева С. В. Система особо охраняемых природных территорий Республики Коми: история формирования и перспективы развития // Урал: наука, экология. Екатеринбург, 1999. С. 78–98.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ОБРАЗЦАХ МХА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ОУХО

*В. М. Тимонюк, Е. В. Большакова, Ю. Н. Синцова*  
*Вятский государственный гуманитарный университет*

Известно, что мхи являются накопителями загрязнений, поступающих из атмосферы в виде аэрозолей или растворов с осадками. В связи с этим некоторые виды мхов, в частности *Pleurozium Sreberi*, используются как биологические индикаторы чистоты атмосферы.

Химический анализ образцов мха с фоновых территорий отражает состав атмосферы, сформировавшейся в результате перемещения воздушных масс с соседних территорий. В зонах с высокой промышленной нагрузкой к фоновым составляющим добавляются загрязнители, характерные для местных предприятий.

В сентябре 2006 г. в Оричевском районе Кировской области начал действовать завод по уничтожению химического оружия (ОУХО), работа которого, предположительно, внесет определенный вклад в загрязнение атмосферы.

Для выявления этого вклада необходимо установить состояние атмосферы в районе расположения завода до начала его функционирования. С этой целью нами было определено содержание железа в образцах мха *Pleurozium Sreberi*, собранных в зоне защитных мероприятий завода (ЗЗМ) в июле 2006 г. Для объективной оценки ситуации были исследованы также пробы мха с участков, расположенных в лесных массивах Свечинского района на значительном удалении от населенных пунктов и техногенных источников загрязнения атмосферы. В соответствии с розой ветров можно считать, что состояние атмосферы на этой территории соответствует естественному фону, характерному для центральной части Кировской области.

В ЗЗМ отобрано 10 проб мха в соответствии с сеткой пробоотбора системы экологического мониторинга ОУХО. На фоновой территории взято 2 пробы. Содержание железа в золе определено фотоколориметрическим методом с ро-

данидом калия. В таблице приведены полученные результаты (средние значения из трех параллельных определений).

Таблица

**Содержание железа в образцах мха**

Место отбора и № точки в системе экомониторинга	Расстояние (км) и направление от ОУХО	Содержание железа в воздушно сухом материале, %	Кратность превышения фонового значения
ЗЗМ, 28	1,05; С-З	0,10	4,2
4	1,35; С	0,03	1,2
18	1,5; Ю	0,30	12,5
17	1,5; Ю	0,18	7,5
19	1,5; Ю	0,12	5,0
9	1,95; В	0,08	3,3
13	2,1; Ю-В	0,09	3,7
47	2,25; З	0,07	2,9
65	4,05; З	0,13	5,4
112	9,6; Ю-З	0,04	1,7
Свечинский район, фон	65; З	0,024±0,003	

Приведенные в табл. результаты говорят о том, что до начала работы ОУХО атмосфера ЗЗМ более загрязнена соединениями железа, чем фоновая территория. При этом четких закономерностей в распределении этого загрязнителя в исследованной зоне не обнаруживается. Содержание железа в биоаккумуляторе существенно различается даже в точках, находящихся в непосредственной близости (точки № 17–19). В то же время можно отметить, что пробы с многократным превышением фоновых концентраций (5–12 раз) группируются, главным образом, в южном направлении от ОУХО и находятся в зоне влияния железной дороги.

Таким образом, можно считать, что до начала работы ОУХО наиболее серьезным загрязнителем атмосферы соединениями железа в ЗЗМ являлась железная дорога.

Работы по определению загрязнения ЗЗМ другими тяжелыми металлами продолжаются.

**ДИНАМИКА ВТОРИЧНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦЕНОЗОВ  
НА ПИРОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

***В. В. Евсеев, О. А. Крашакова, Н. П. Несговорова,  
В. Г. Савельев, О. М. Шумкова***

*Курганский государственный университет, lnesgovorova@yandex.ru*

Пожары – фактор, являющийся переломным в развитии системы взаимодействующих друг с другом живых и не живых тел природы, преобразующий направленность развития экосистем. Дикий, по Ю. Одуму, (верховой) пожар оказывает лимитирующее действие на жизнедеятельность большинства орга-

низмов. Биотическому сообществу приходится начинать все сначала, с того, что осталось, должно пройти много сукцессионных серий, прежде, чем нарушенный участок снова станет продуктивным.

Проблема естественного вторичного восстановления сообщества живых организмов является предметом исследований различных ученых достаточно продолжительное время. В рамках проблемы идет работа над разработкой общих подходов, рассматриваются теоретические аспекты, вопросы прикладного характера, как правило имеют специфику, обусловленную особенностями региона, на территории которого проводится исследование. Поэтому рассматриваемая проблема не теряет своей актуальности и всегда нова в приложении к конкретному региону [1].

После опустошающих пожаров 2004 г. большая территория хвойных лесов пригородной зоны города Кургана сильно пострадала, на некоторых участках лес выгорел полностью. На таких территориях жизнь предыдущих сообществ прекратилась, а после некоторого периода восстановления свойств почвы началось вторичное заселение, постепенное формирование нового биогеоценоза. Нами проводится лонгитюдное наблюдение за естественным восстановлением биогеоценоза соснового леса в рамках биогеохимического ландшафта, подвергшегося верховому пожару.

В пирогенно нарушенной территории хвойного леса естественное восстановление сосны, по нашим наблюдениям, начинается на второй год после пожара. Первые проростки сосны появляются у подножий склонов и на склонах элементов рельефа, вершина холмов заселяется проростками сосны значительно позднее [3].

Наблюдение за динамикой роста сосны на пирогенно нарушенной территории позволяет сделать вывод, что на третьем году жизни средняя высота растений не одинакова на различных элементах ландшафта и увеличивается от ортоэлювиального подландшафта к трансэлювиальному аккумулятивному барьеру перераспределения. Максимальная высота проростков на трансэлювиальном аккумулятивном барьере перераспределения (в среднем 29,7 см), а минимальная - на ортоэлювиальном подландшафте (20,8 см).

При изучении динамики годового прироста на пирогенно нарушенной территории, обнаружены сходные тенденции с общей динамикой увеличения высоты проростков в этом же биогеохимическом ландшафте. Самый высокий прирост за год наблюдается на трансэлювиальном аккумулятивном барьере перераспределения у подножий склонов (10,4 см), а самый низкий – на ортоэлювиальном подландшафте вершин холмов (7,0 см).

Количество побегов у проростков на ортоэлювиальном подландшафте и трансэлювиальном аккумулятивном барьере перераспределения на пирогенно нарушенной территории одинаково и составляет в среднем 5,5, а на трансэлювиальном аккумулятивном барьере меньше и в среднем составляет 5,0.

Скорость роста растений зависит от многих причин как внутреннего, так и внешнего характера. К внешним условиям относят особенности почвенно-климатических условий, оказывающих регуляторное влияние на процессы минерального питания и фотосинтеза. При относительно сходных условиях мине-

рального питания на скорость роста будет оказывать существенное влияние интенсивность фотосинтеза, которая зависит в том числе и от площади листовой поверхности. Наблюдение за динамикой роста хвои позволяет сопоставить влияние различных факторов на рост проростков и определить место и роль воздушного питания.

Полученные результаты наблюдений нами объясняются и связываются с особенностями и динамикой валового и химического состава почвы и растений.

После верхового пожара в почве произошло накопление химических элементов, которые мигрируют в нижележащие горизонты смываются по элементарным элементам ландшафта с осадками и грунтовыми водами или накапливаются в подзолистом горизонте.

По результатам проведенного исследования нами выяснено, что самые высокие показатели высоты проростков, длины годового прироста, число побегов и длина хвоинки у проростков у подножий холмов на пирогенно нарушенной территории. На этом же элементе ландшафта выявлены максимальные показатели длины хвоинок и числа побегов на ненарушенном участке.

Трансэлювиальный аккумулятивный барьер (подножия холмов) отличается несколько ослабленным выносом (однако вполне достаточным для удаления избыточных элементов) и усиленным приносом, причем не только со склонов, но и с грунтовыми водами, здесь складывается сочетание богатства химических элементов, которые используются растениями. На данном элементе ландшафта происходит накопление таких химических веществ как нитратный азот, оксиды калия, кремния, алюминия, марганца, магния [2].

В целом в процессе проводимого в течение ряда лет исследования нами наблюдается процесс изменения основных тенденций динамики роста проростков сосны по рельефу в зависимости от временного промежутка между прошедшим лесным пожаром и наблюдениями за ростом растений на нарушенных и ненарушенных участках леса.

Микроорганизмы являются обязательным компонентом биоценозов. Формируя в них различные по сложности и организации группировки, играют немаловажную роль в жизни лесных экосистем.

Бактерии, актиномицеты, сапротрофные и микоризообразующие грибы участвуют в формировании опадогенного горизонта. Они принимают участие в обеспечении растений элементами минерального питания, в частности азотом и фосфором.

Лесные пожары нарушают естественное равновесие между отдельными компонентами биогеоценозов. Одним из первых компонентов почвенных экосистем на пирогенное воздействие реагируют микробоценозы, что проявляется в изменении их структуры и функциональной активности.

При уничтожении коренного типа леса пожаром происходит разрушение сформировавшегося в нем опадогенного горизонта. При этом изменяется и видовой состав микроорганизмов. Своеобразие экологических условий почв под пожарищами обуславливает их специфические микроклиматические и почвенно-гидрологические особенности, которые приводят к формированию оригиналь-

ных комплексов и консортивно связанной с ними микрофлоры с преобладанием так называемых карбофильных (пирофильных) видов микроорганизмов.

Несмотря на значительное своеобразие микрофлоры гаревых почв, их биота изучена недостаточно. Между тем подобные исследования совершенно необходимы для экологического прогнозирования состояния лесных биоценозов и хода деструктивных процессов в них, а также для разработки мероприятий по лесовозобновлению.

Исследования сукцессии микрофлоры гаревых почв в местных условиях никем не проводились. Отсутствие информации о динамике микробиологических процессов и качественном составе микрофлоры почв под пожарищами может пагубным образом отразиться на эффективности лесовосстановительных мероприятий, а сам процесс лесовозобновления может затянуться на длительный период времени.

При объяснении результатов определения численности микроорганизмов в гаревых почвах мы учитывали, что перенагревание почвы во время действия пирогенного фактора (ее чрезмерное иссушение), а затем охлаждение и последующее увлажнение нарушают почвенную стабильность, структуру почвенных агрегатов, способствует увеличению контакта между клетками микроорганизмов и органическим веществом почвы. И поэтому мы можем наблюдать значительное количество олигонитрофилов, которые играют большую роль в снабжении почв азотом (особенно если учесть выявленную нами низкую численность анаэробных азотфиксирующих бактерий).

Повышенная миграция органических и минеральных соединений в почве (т. е их дефицит) обеспечивает олиготрофный тип питания, высокие коэффициенты олигонитрофильности (до 1,5) и минерализации органических соединений (1,5) – данная картина наблюдается в пробах почвы, взятой у поселка Чашинск на середине склона нарушенных и ненарушенных участков леса.

Типичная аборигенная группировка почвенной микрофлоры – олиготрофы преобладали в пробе, взятой у подножий холмов и на середине склонов на гарях, что вполне объяснимо сложившимся здесь дефицитом свежего органического вещества. Коэффициент олиготрофности отражает складывающиеся в почве питательные режимы. Высокие его значения связаны с уменьшением количества органотрофных микробов и указывает на обеднение пула органических веществ в почве, а также на экологически менее благоприятный пищевой режим почвы – олиготрофный.

Эвтрофность бактериального комплекса была высокой на нижней площадке на нарушенных участках, что указывает на эффективную трансформацию остатков. Это подтверждается и высокими коэффициентами минерализации, так как подножия склонов водораздельной возвышенности отличаются несколько ослабленным выносом и усиленным приносом, причем не только со склонов, но и с грунтовыми водами. Здесь складывается сочетание богатства химических элементов, в других ландшафтах дефицитных, при повышенной их концентрации.

Во всех исследованиях вершина холма отличалась низким уровнем минерализации углерод- и азотсодержащих соединений, это объясняется тем, что данные ландшафты постоянно обедняются подвижными компонентами.

Полученная информация позволяет заключить, что после пожаров существенно меняется ритм биологических процессов в почве, интенсивность минерализации органических остатков. Несомненно, процессы деградации гаревых почв сопровождаются нарушениями микробиологических режимов трансформации углерод и азотсодержащих соединений почвы, нетипичной динамикой численности основных физиологических групп микроорганизмов.

Динамика микробиологической активности на ненарушенных участках почв под посадками сосны имеет, как правило, более благоприятные черты, чем на гаревых участках, где определенно складывается олиготрофный режим питания почвенных микроорганизмов.

### Литература

1. Несговорова Н. П., Павлова Т. К., Савельев В. Г. Разработка основных подходов к изучению проблемы восстановления лесов // Вестник Курганского университета. Серия «Естественные и технические науки». Вып. 1. Курган: Изд-во Курганского гос. Ун-та, 2005. 123 с.
2. Несговорова Н. П., Савельев В. Г. Особенности почвенного покрова, формирующегося в процессе воздействия пирогенного фактора // Экологическое образование на пути предотвращения и разрешения экологических конфликтов. Курган, 23–24 ноября. Курган: Из-во Курганского гос. ун-та, 2005. С. 235–237.
- 3 Савельев В. Г. Разработка модели процесса восстановления сосны обыкновенной на местах пожаров // Проблемы биологии, экологии и образования: история и современность: Материалы международной научной конференции 22–24 мая 2006 года. Спб., Пушкин, 2006.



## СЕКЦИЯ 4 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

### МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БАНКОВ, СТРАХОВЫХ КОМПАНИЙ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ ГРУПП В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

*Н. М. Акчурина*  
*ОАО «Уралсиб»*

Развитие экономики на современном этапе должно осуществляться в соответствии с общепризнанной концепцией устойчивого развития. Такая модель предполагает при осуществлении любой производственной деятельности учитывать восстановительные возможности экосистемы для сохранения биосферы в целом. Опыт иностранных государств показывает, что без включения экономического механизма невозможно добиться успехов в решении экологических проблем. До определенного времени возникающие вопросы пытались решать путем применения мер административно-правового характера на основе запретов, ограничений, наказаний и санкций. Наиболее действенным побудительным мотивом, на наш взгляд, является все же материальная заинтересованность лиц в реализации своих целей.

Составляющие экономического механизма охраны окружающей среды включают в себя: плату за пользование природными ресурсами; штрафы и возмещение вреда при совершении экологических правонарушений; экологические льготы; экологическое страхование.

Учитывая все возрастающее значение экономических методов стимулирования, хотелось бы более подробно рассмотреть те возможности, которые предоставляет предприятиям и организациям участие (добровольное и обязательное) в экологическом страховании. Российское законодательство определяет страхование как отношения по защите имущественных интересов физических и юридических лиц при наступлении предусмотренных событий за счет денежных фондов, которые создаются из уплачиваемых ими страховых взносов. Применительно к этому экологическим страхованием следует считать такие отношения, которые направлены на защиту имущественных интересов граждан и юридических лиц при наступлении экологически неблагоприятных последствий за счет денежных фондов, создаваемых страхователями. Целью экологического страхования, таким образом, является предоставление страховой защиты имущественных интересов третьих лиц, потерпевших ущерб в результате внезапного, непреднамеренного и неожиданного загрязнения окружающей среды. Страховое возмещение направляется на компенсацию убытков в

связи с ухудшением жизни в окружающей среде, на покрытие расходов по спасению жизни и имущества граждан, на покрытие расходов по очистке загрязненной территории и пр.

Особый интерес представляет возможность сочетания льгот экономического характера и экологического страхования. В экономической среде России все более заметную роль начинают играть финансовые группы, корпорации. В состав таких финансовых групп включаются банки, страховые компании, инвестиционные группы. В случае, если предприятие становится клиентом, либо партнером такой финансовой группы, доступ к получению различных финансовых услуг, в том числе и льготных, резко возрастает. Предположим, предприятие является страхователем рисков причинения вреда окружающей среде. Страховая компания, более всех заинтересованная в ненаступлении страхового случая, проводит мониторинг состояния основных производственных фондов, соблюдения основных технологических процессов. В случае, если полученные выводы свидетельствуют о необходимости модернизации производства, приобретения новых технологий, предприятие сталкивается с проблемой поиска свободных денежных средств. Как правило, имеющихся оборотных средств бывает недостаточно. Появляется необходимость в краткосрочных заемных денежных средствах, либо долгосрочных инвестициях. Поскольку рассмотрение заявок на кредиты происходит в рамках одной финансовой группы, использование данных по мониторингу страховой компании позволяет принимать решения более гибко и оперативно. Тот факт, что предприятие застраховало риски в страховой компании, позволяет банку предоставлять определенные финансовые льготы при выделении заемных средств. Таким образом, достигается баланс взаимных интересов, и в выигрыше оказываются все участники. В случае, если предприятию требуются заемные финансовые средства на длительное время, будет более уместным рассматривать инвестиции в данный бизнес. В качестве инвестора может выступать как инвестиционная компания, так и сама страховая компания, принадлежащие одной финансовой группе.

Безусловно, предлагаемая модель сотрудничества, учитывающий взаимный интерес всех участников – предприятия, банка, страховой компании, инвестиционной компании требует четко регламентированных бизнес-процессов. Однако успешная реализация подобных проектов крупными финансовыми группами, в частности, Финансовой корпорацией «УРАЛСИБ», доказывает эффективность предлагаемой модели. К числу факторов, также способствующих более широкому использованию возможностей экологического страхования, хотелось бы отнести и наличие усовершенствованного законодательного механизма. Работа в этом направлении ведется, а частности, в Республике Башкортостан, однако темп и объем ее явно недостаточен.

### Литература

1. Акчурина Н. М. Участие банковских кредитных учреждений в финансировании природоохранной деятельности: опыт Республики Башкортостан // Экономическое развитие и окружающая среда: стратегии, модели, инструменты управления. Материалы 8-й меж. конф. Российского общества экологической экономики. Сочи, 2007. С. 15–18.

2. Кинзябаева Г. С. Состояние государственного регулирования природопользования в Республике Башкортостан // Экономическое развитие и окружающая среда: стратегии, модели, инструменты управления. Материалы 8-й междунар. конф. Российского общества экологической экономики. Сочи, 2007. С. 106–109.

3. Лукьянчиков Н. Н., Потравный И. М. Экономика и организация природопользования: учебник для студентов вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 591 с.

## **МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

***В. В. Мартынов, С. В. Рязанов, В. Н. Чупис***

*Федеральное государственное учреждение*

*«Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии» (ФГУ ГосНИИЭНП), Саратов*

*info@sar-ecoinst.org*

К числу проблем устойчивого развития атомной энергетики относится и проблема аттестации объектов атомной промышленности, в том числе атомных станций (АС) на соответствие современным экологическим стандартам. Поэтому, несмотря на то, что при нормальной эксплуатации АС снимают часть нагрузки с окружающей среды (избавляя ее от неизбежных при выработке энергии из ископаемого топлива выбросов двуокиси серы и углерода, окислов азота и пыли), необходимыми являются оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды, в том числе в интересах проживающего в районах расположения АС населения. Для этого создаются системы экологического мониторинга, реализующие специальные программы наблюдений, которые включают: перечни ЗВ и параметров, подлежащих измерению в компонентах природной среды, расположенных в зоне проведения наблюдений (ЗН); критерии оценки состояния компонентов природной среды в ЗН АС; план-график мониторинга природных вод (поверхностных и подземных); план-график мониторинга донных отложений; план-график мониторинга почвенного и снежного покрова; план-график мониторинга атмосферного воздуха.

В ряде случаев, например, при проведении пуско-наладочных работ или наличии сложной экологической обстановки в ЗН, связанной, как правило, с функционированием различных промышленных объектов и ряде других ситуаций, требуется проведение постоянной оценки состояния окружающей среды. В этом случае в ЗН АС может проводиться регулярный мониторинг компонентов природной среды, основное отличие которого состоит в постоянном отслеживании состояния среды на основе модельного (расчетного) определения оптимальной совокупности точек отбора проб для каждого сеанса пробоотбора. Данный способ организации мониторинга состоит в обработке за определенный период (как правило, за неделю или за месяц) статистики метеопараметров и определении совокупности точек пробоотбора, в которой наиболее вероятно присутствие ЗВ. При такой организации мониторинга отбор проб осуществляется в ограниченной совокупности точек, установленной в ЗН системы пробоотбора (в 15-километровой ЗН общее количество точек системы пробоотбора

доходит до 150–170). Выбранная же совокупность точек может составлять ориентировочно 20–25 (для ежемесячного пробоотбора), что резко снижает нагрузку на аналитические лаборатории.

Подобная организация мониторинга позволяет сочетать одновременный отбор проб в основных компонентах природной среды (водных объектах и донных отложениях, почвенном и снежном покрове, атмосферном воздухе).

Алгоритм проведения мониторинга АС представлен на рис. 1.

Общие требования по проведению мониторинга включают:

- использование результатов начального (стартового) обследования в качестве основы для оценки влияния АС на окружающую среду в течение всего времени функционирования системы мониторинга;

- определение совокупности точек пробоотбора, обеспечивающих достоверную оценку распределения ЗВ при их попадании в окружающую среду;

- согласование (корреляцию) планов-графиков мониторинга источников ЗВ на территории АС и мониторинга ЗВ в компонентах природной среды в ЗН;

- статистическую обработку данных (замеров концентраций ЗВ в компонентах природной среды) и отображение на ситуационных картах-схемах результатов наблюдений, составление прогноза воздействия АС на окружающую среду;

- корректировку системы пробоотбора по результатам проведенных наблюдений;

- выдачу рекомендаций руководству по методам снижения воздействия АС на окружающую среду, а также систематизированной информации для представления в уполномоченные органы государственной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ и в общественные организации.

Для обработки данных мониторинга, формирования баз данных и отчетов по установленным формам, представления информации на картах-схемах в состав систем экологического мониторинга включаются специализированные информационно-аналитические компьютерные системы, которые обеспечивают:

- получение и обработку данных от лабораторного комплекса системы мониторинга, их хранение и архивацию;

- сбор и обработку метеопараметров (для проведения контроля качества атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны и проведения регулярного мониторинга – при необходимости);

- анализ, оценку и прогноз обстановки на основе данных наблюдений;

- формирование отчетов различного уровня и представление информации пользователям ПЭМ.

## Алгоритм проведения регулярного мониторинга в зоне наблюдения АС

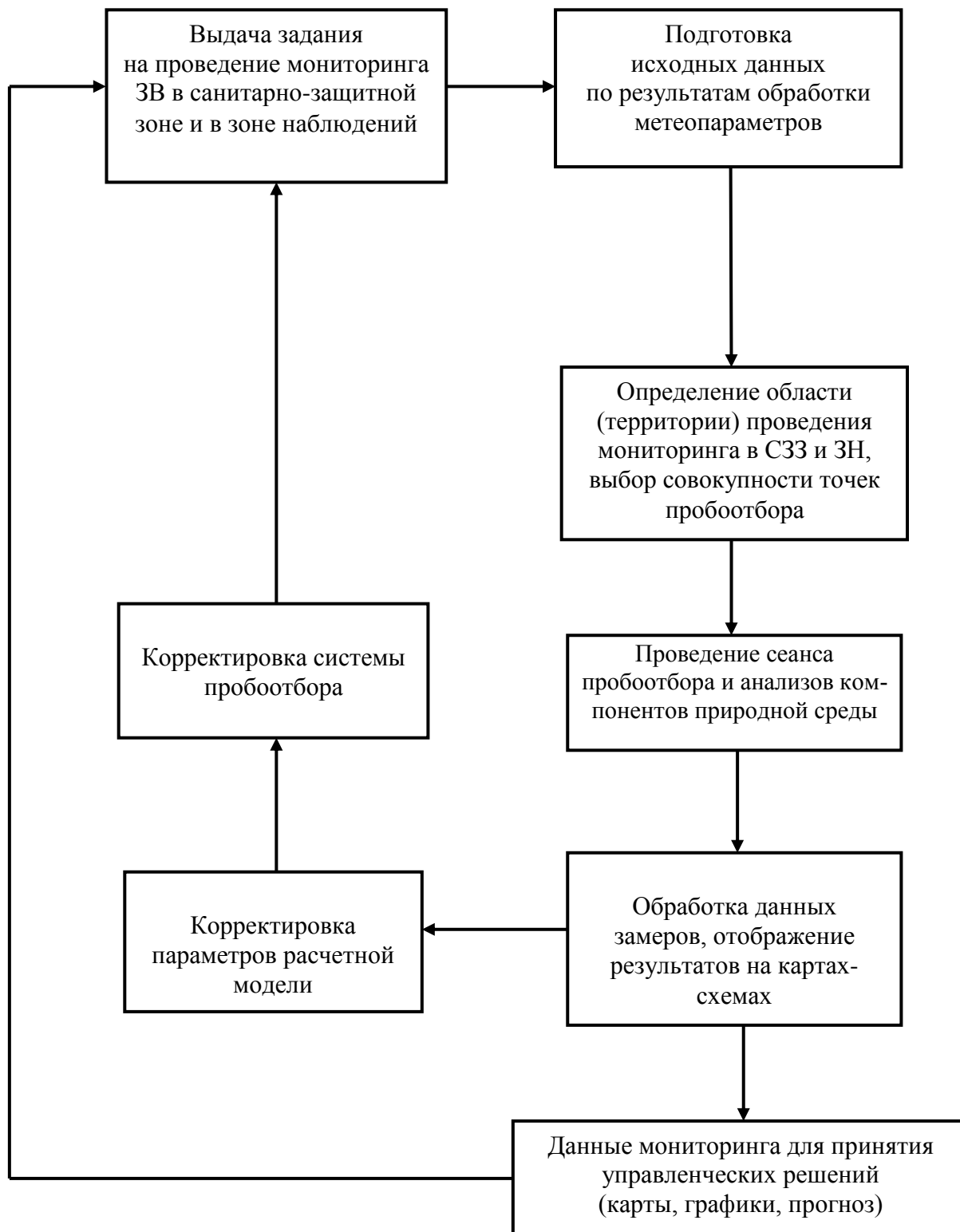


Рис. 1

Базы данных информационно-аналитических систем должны содержать сведения по характеристикам источников выбросов (локальным и площадным) с координатной привязкой этих источников на местности, физико-химическим характеристикам и свойствам ЗВ, фоновым значениям концентраций загрязняющих веществ в выбранных точках пробоотбора, геодезически привязанную систему точек пробоотбора, результаты текущих и предшествующих анализов.

При наличии тенденции нарастания концентрации ЗВ и в перспективе (на основании прогноза) выходе концентрации за пределы установленного лимита реализуется функция раннего оповещения о возможном ухудшении экологической ситуации и выводится информация о потенциальных источниках загрязнения окружающей среды.

Результаты экологического мониторинга заносятся в базу данных, обрабатываются, архивируются и хранятся в архивированном виде.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

*В. Н. Чупис, В. В. Мартынов, С. В. Рязанов*  
*Федеральное государственное учреждение*  
*«Государственный научно-исследовательский институт*  
*промышленной экологии», Саратов, info@sar-ecoinst.org*

Одной из актуальных проблем атомной энергетики является проблема создания эффективной системы поддержки программ ее развития. К числу приоритетных задач, решаемых при создании этой системы, относится и задача организации экологического мониторинга атомных станций (АС) с целью получения достоверной информации об их воздействии на окружающую среду в пределах установленных санитарно-защитных зон (СЗЗ) и зон наблюдения (ЗН).

Основные виды воздействия АС на окружающую среду связаны со сбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в водные объекты и объектами размещения отходов. Загрязнение атмосферного воздуха является незначительным и связано в основном с деятельностью вспомогательных производств (котельные, механические участки, транспортные подразделения и др.). С учетом этого обстоятельства в структуре экологического мониторинга АС основными направлениями являются:

- мониторинг различных типов водных объектов, включая водные объекты, используемые в технологических процессах АС (водоприемники организованного сброса с очистных сооружений и водоемы-охладители, которые, как правило, входят в состав промзоны АС), водные объекты, расположенные в СЗЗ и ЗН, на которые оказывает влияние деятельность АС, подземные воды;
- мониторинг почвенного и снежного покрова, донных отложений;
- мониторинг на объектах размещения отходов.

Для оценки теплового воздействия АС на поверхностные воды в водоемах-охладителях проводится проверка соблюдения требований по предельно допусти-

мому подогреву воды в соответствии с критериями теплового воздействия. Мониторинг воздушной среды является дополнительным и выполняется при необходимости на границе СЗЗ или путем организации маршрутных наблюдений в ЗН.

Основное требование к мониторингу – получение достоверной информации при поведении наблюдений (измерений, анализов) предусматривает выполнение следующих условий:

наличие представительной системы пробоотбора;

регулярность и комплексность наблюдений (согласованность сроков отбора и анализа проб);

проведение статистического анализа данных мониторинга для отображения распределения ЗВ в компонентах природной среды и составления прогноза.

Создание системы пробоотбора в СЗЗ и ЗН АС предполагает такое расположение точек, при котором система обладает свойством репрезентативности (представительности) и обеспечивает обнаружение и определение размеров возможных зон загрязнения компонентов природной среды, а также построение изолиний распределения ЗВ в них. Это означает, что, во-первых, в системе должны быть представлены (по возможности в существующих пропорциях) все сложившиеся в данной местности экосистемы (лесные, луговые, водные и др.), во-вторых, выбранные точки (области) проведения пробоотбора должны обеспечивать проведение отбора проб в различных объектах мониторинга (например, точки в которых производится отбор проб почвенного покрова должны быть доступны для отбора проб снежного покрова, в точках отбора проб природной воды в открытых водоемах должен быть обеспечен отбор проб иловых осадков).

Периодичность проведения наблюдений определяется на основании результатов обработки данных наблюдений о состоянии окружающей среды. При отсутствии превышений установленных нормативов (стабильном функционировании технологических подразделений АС) периодичность проведения замеров увеличивается (например, до 1 раз/мес. или 1 раз/кв.) или устанавливается исходя из требований нормативных документов.

Минимально необходимый период, с которым должен производиться отбор проб, связан с принятым в статобработке получаемой информации понятием корреляции (взаимосвязи) полученных результатов. Для конкретного объекта этот показатель определяется на основании проведенных наблюдений и впоследствии является основой для установления минимальной периодичности проведения отбора проб и анализов.

## Программа (регламент) проведения экологического мониторинга на АС

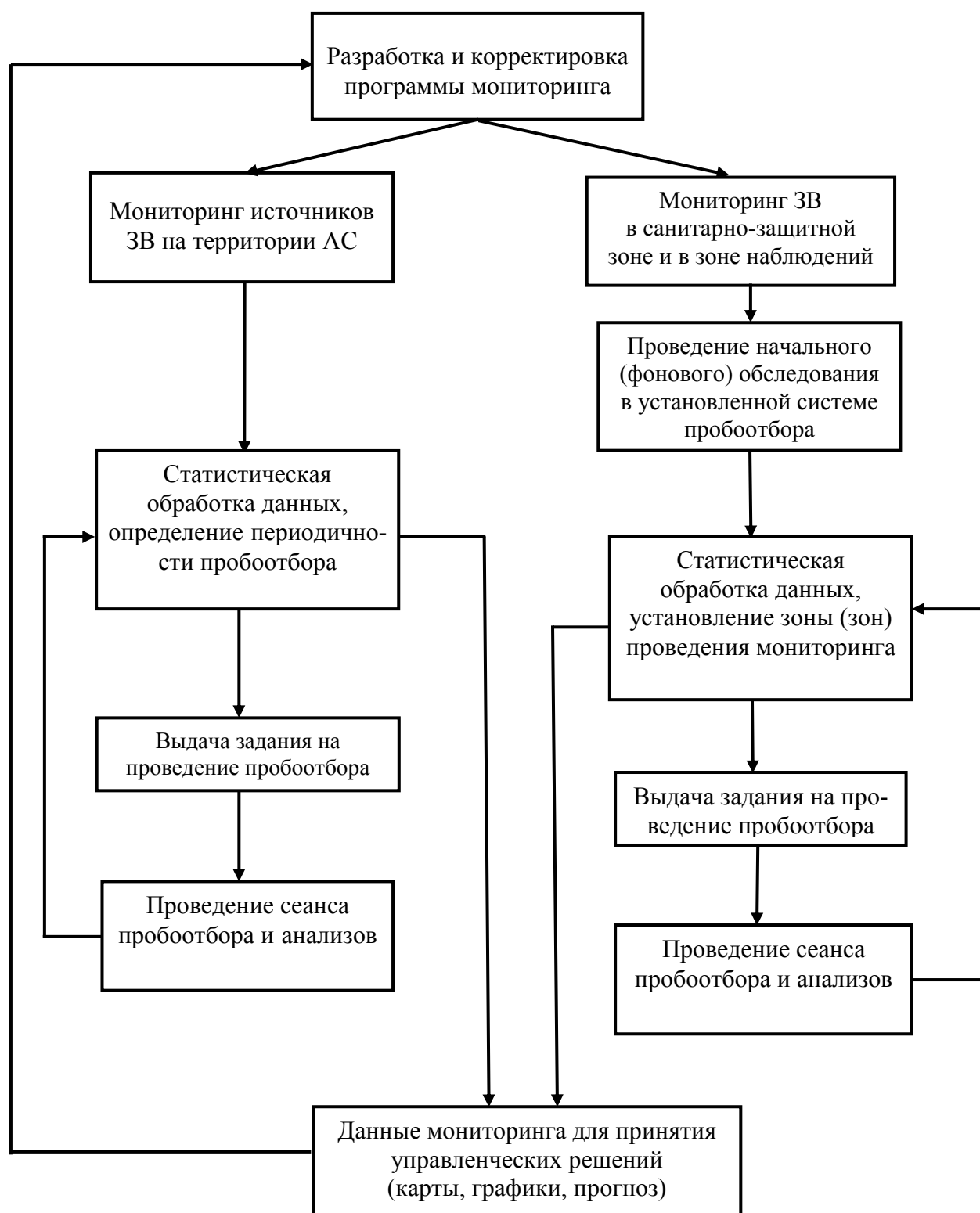


Рис. 1



Основным нормативным документом мониторинга является программа (регламент), которая устанавливает следующий состав документов, необходимых для его ведения:

- ранжированные по объектам мониторинга приоритетные перечни анализируемых ЗВ;
- карту-схему промплощадки АС с привязанными нормируемыми источниками ЗВ и точками отбора проб (включая наблюдательные скважины);
- ситуационную карту-схему района расположения АС с пунктами отбора проб в компонентах ПС;
- карту-схему объектов размещения отходов на промплощадке АС;
- планы-графики мониторинга источников загрязняющих веществ (наблюдений за соответствием сбросов и выбросов ЗВ, а также общепромышленных отходов (включая объекты их размещения) установленным экологическим нормативам);
- планы-графики мониторинга компонентов природной среды (поверхностных и подземных вод, донных отложений (иловых осадков), почвенного и снежного покрова, атмосферного воздуха);
- формы представления информации по результатам мониторинга источников загрязняющих веществ и мониторинга компонентов природной среды;
- перечень методик выполнения измерений для контроля санитарно-гигиенических и природоохранных нормативов;
- перечень требований к пробоотбору и проведению аналитического контроля компонентов природной среды.

Структурно программа (регламент) проведения мониторинга на АС представлена на рис. 1.

Визуализируемая по данным мониторинга информация должна включать:

- результаты наблюдений на территории АС с указанием исследуемого объекта (источник ЗВ, компонент природной среды);
- результаты замеров концентраций ЗВ в контролируемых объектах природной среды в районе расположения АС с указанием концентрации вещества в каждой точке.

Предусматривается построение графиков и диаграмм, отражающих тенденцию (тренд) изменения концентраций ЗВ на источниках и в компонентах природной среды за период наблюдений.

По результатам обработки получаемых данных программа (регламент) мониторинга может быть скорректирована в направлении изменения расположения и числа точек и периодичности отбора проб в них с целью повышения достоверности данных наблюдений.

В соответствии с представленными положениями система мониторинга АС состоит из двух функциональных подсистем:

- подсистемы проверки соблюдения АС установленных (для источников ЗВ) экологических нормативов;
- подсистемы наблюдения за состоянием окружающей среды.

В состав системы входят:

– лаборатория (лаборатории) по проведению аналитического контроля соответствия источников ЗВ установленным экологическим нормативам (мониторингу источников ЗВ) и мониторингу компонентов природной среды в СЗЗ и ЗН АС;

– передвижные тест-лаборатории, предназначенные для проведения пробоотбора. Отобранные пробы должны передаваться для дальнейшего анализа в аналитическую лабораторию;

– информационно-аналитическая система, предназначенная для отображения и анализа информации, прогнозирования процессов накопления и распространения ЗВ в компонентах природной среды, оценки достоверности результатов мониторинга;

– вспомогательные системы и средства ведения мониторинга: переносные и стационарные метеостанции, информационные каналы и средства коммуникации, привлекаемые данные региональных систем мониторинга (центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора и др.).

В заключение необходимо отметить, что представленные положения не распространяются на организацию и осуществление радиоэкологического, социально-экономического мониторинга и мониторинга здоровья персонала АС и проживающего в районе ее расположения населения. Данные виды мониторинга выполняются по специальным программам с привлечением соответствующих подразделений АС или сторонних организаций.

## **РОЛЬ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЭКОЛОГООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*А. Р. Ахметшина*

*Казанский государственный финансово-экономический институт,  
alsu@sin-x.ru*

Со времени проведения Саммита Земли 1992 г. в Рио многие предприятия встали на путь устойчивого развития. Они предпринимают попытки совместить экономическую эффективность и заботу об охране окружающей среды с целью обеспечить экономический рост и одновременно заботиться о потребностях будущих поколений, как в отношении потребления природных ресурсов, так и в отношении защиты окружающей среды. Таким образом, зародилась концепция эко-эффективности. Согласно этой концепции в единстве рассматриваются результаты, касающиеся окружающей среды, и экономические результаты компании для создания наибольшей стоимости и ценности, как на уровне предприятия, так и на уровне общества.

В апреле 2000 г. Европейская комиссия официально заявила о новом инструменте, известном как «линия тройного итога» или как «трехчастная модель» отчетности (triple bottom line). Согласно данному инструменту результаты компании оцениваются по трем аспектам:

– окружающая среда: какое воздействие оказывает деятельность предприятия (промышленные площадки и продукция) на окружающую среду – потребление природных ресурсов, отходы и выбросы любого происхождения;

– экономика: помимо финансовых результатов устойчивое развитие предусматривает учет долгосрочных перспектив предприятия, а также его воздействие на экономическое развитие, зоны размещения, а также соблюдение этических принципов бизнеса (отсутствие коррупции, взаимопонимание и др.);

– социальный аспект: каковы социальные последствия деятельности предприятия на служащих (условия труда, подготовка, вознаграждение, отсутствие дискриминации), на поставщиков, клиентов (безопасность продукции), а также на местные коллективные образования (вредность, уважение к культуре, соблюдение прав человека и др.).

Многие предприятия на сегодняшний день продвинулись в вопросах экоэффективности. Однако следует отметить те группы предприятий, которым с особым вниманием необходимо относиться к природоохранным мероприятиям:

– Компании, представляющие известные торговые марки, имеющие устойчивый имидж на рынке и владеющие значительными нематериальными активами.

– Компании с высоким уровнем отрицательного воздействия на окружающую среду. Представители добывающей и тяжелой промышленности, которые особенно остро ощущают растущий контроль в отношении их деятельности.

– Компании, чья деятельность и производство напрямую зависят от природных ресурсов. К примеру, предприятия по продаже лесной, рыбной продукции находятся на передовой, и общество выдвигает в отношении их деятельности очень жесткие ограничения.

– Компании, работающие в секторе с жесткими нормативными требованиями в отношении охраны окружающей среды. К этой группе относятся предприятия, работающие с опасными материалами.

– Компании, работающие в секторе, где есть возможность возникновения новых нормативных требований. К примеру, производители автомобильной и электронной продукции сталкиваются с появляющимся требованием европейского закона «takeback» («взять обратно»), согласно которому производители обязаны взять обратно свою продукцию после ее использования потребителями.

– Компании, работающие с крупными клиентами, которые в свою очередь могут поставить вопрос о состоянии дел по окружающей среде. К этой группе относятся большинство мелких и средних компаний сферы business-to-business.

– Компании с устоявшейся эко-репутацией.

Таким образом, экологически устойчивые компании могут относиться к совершенно разным сферам экономической деятельности. Определенные секторы промышленности представлены множеством компаний, выбравших путь устойчивого развития. Некоторые компании являются единичными в своем секторе экономики. Кроме того, некоторые передовые устойчивые компании остаются крупными загрязнителями окружающей среды, однако их деятель-

ность значительно меньше вреда оказывает на окружающую среду в сравнении с другими представителями этого сектора.

Следует отметить, как показывает международная практика, что экологически устойчивыми на сегодняшний день могут быть не только крупные компании, но и представители малого бизнеса. Назовем лишь несколько причин, раскрывающих необходимость их участия в деятельности по охране окружающей среды:

- Законы, действующие в отношении крупных предприятий, касаются и более мелких предприятий. Даже булочные и заправочные станции должны соблюдать нормы по чистоте воздуха.

- Информационная эра сокращает затраты по контролю малых субъектов рынка. Новые приборы, устройства, информационные системы, а также коммуникационные технологии делают процесс отслеживания за загрязнением, а также мониторинг дешевле. И даже самые мелкие предприятия чувствуют повсеместный контроль.

- Крупные клиенты оказывают давление на поставщиков-представителей малого бизнеса в вопросах соблюдения норм охраны окружающей среды.

- Маленькие компании более гибкие, чем крупные конкуренты. Предпринимательский сектор может реагировать быстрее и приобретает конкурентное преимущество за счет смены условий и нахождения ниши.

Экологически устойчивые компании успешно интегрируют окружающую среду в свою производственную деятельность при разработке стратегии развития. Правильное использование перспектив окружающей среды может помочь сократить затраты и риски. Кроме того, возможно увеличение сложных для оценки нематериальных активов, например, репутации компании. Поиск новых рыночных сегментов, удовлетворение новым способом потребностей клиентов, а также факт того, что делаются правильные вещи, часто по достоинству оцениваются акционерами и добавляют реальную ценность компании. Устойчивые компании создают долгосрочные эко-преимущества за счет включения экологического аспекта во многие операции:

- разрабатывают инновационные продукты с целью помочь клиентам решить проблемы, связанные с окружающей средой, а иногда даже создают новые эко-сегменты на рынке;

- подталкивают своих поставщиков к экологоохранной деятельности или выбирают их на этой основе;

- собирают данные для оценки успешности своей работы и устанавливают систему показателей по определению своего прогресса;

- вступают в партнерство с неправительственными организациями и другими заинтересованными сторонами с целью найти новые варианты решений проблем окружающей среды;

- создают и развивают культуру эко-преимущества путем постановки целей, создания мотивации, организации подготовки и использования методов, побуждающих работать служащих в нужном направлении.

В современном мире компании малого и крупного бизнеса, работающие как на внутреннем рынке, так и на международном рынке, производящие как

услуги, так и товары ясно осознают, что деловой мир и мир природы неразрывно связаны между собой и те компании, которые смогут преобразовать экомышление в экопреимущество будут впереди своих конкурентов. Очевидно, что возможности и риски, вызванные охраной окружающей среды, разные в зависимости от компании и отрасли промышленности. Таким образом, ни одна стратегия, ни один инструмент не будет универсальным для всех компаний или для всех условий. Однако динамика развития проблематики охраны окружающей среды становится реальным фактом экономической деятельности каждой организации.

## **МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Л. Г. Исаева<sup>1</sup>, Н. В. Лукина<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН,  
isaeva@inep.ksc.ru*

*<sup>2</sup>Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,  
lukina@cepl.rssi.ru*

В связи с интенсивным развитием отраслей промышленности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, обостряется проблема сохранения лесов. Особенно актуальна эта проблема для регионов Крайнего Севера, где в силу своих биологических особенностей леса отличаются повышенной уязвимостью при антропогенном воздействии.

На территории Мурманской области функционируют медно-никелевые комбинаты «Североникель» и «Печенганикель» – самые мощные источники выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в Северной Европе. В результате влияния выбросов этих комбинатов на лесные фитоценозы в окрестностях городов Мончегорск, Никель, Заполярный сформировались техногенные пустоши, занимающие площади более 40 000 гектаров. Значительную площадь, примерно на порядок превышающую площадь техногенных пустошей, занимают дефолилируемые леса. Промышленные выбросы, представленные главным образом  $\text{SO}_2$  с примесью тяжелых металлов (Ni, Cu, Co и др.), распространяясь на значительные расстояния, являются причиной нарушений и повреждений лесов, произрастающих на этой территории.

Действенный мониторинг позволяет определить ответные реакции лесов на внешние воздействия и прогнозировать их состояние. В нашей стране наиболее интенсивно и успешно разрабатываются традиционные методы лесного мониторинга, основывающиеся на данных лесоустройства и лесопатологических обследований. В условиях распространяющегося на большие территории аэротехногенного загрязнения эти методы безусловно являются важными и необходимыми, но недостаточными. Они не позволяют оценить поступление поллютантов из атмосферы, их миграцию в почвах и биологическое поглощение, а также влияние загрязняющих веществ на миграцию элементов питания, определяющих производительность лесов. Известно, что высокая эффективность функци-

онирования бореальных лесов достигается благодаря интенсивному постоянному обмену в системе атмосфера – почва – биоценоз. Нарушение биогеохимических циклов, обусловленное воздушным промышленным загрязнением, вызывает повреждения лесных растений, нарушение процессов продуцирования органического вещества и деградацию лесов. Поэтому необходимым составляющим компонентом лесного мониторинга является химический мониторинг, то есть: а) мониторинг поступления элементов (макро- и микроэлементов) из атмосферы; б) мониторинг миграции и аккумуляции элементов в почве; в) мониторинг биологической миграции элементов – поглощения элементов лесными растениями.

Разработанная и реализованная нами программа мониторинговых наблюдений включает принципы и подходы к выбору и формированию сети пробных площадей и стратегию наблюдений, которыми мы предлагаем руководствоваться при формировании сети интенсивного мониторинга бореальных лесов: принцип однотипности объектов исследования, принципы пространственной и временной гетерогенности свойств лесных БГЦ, подходы к типизации состояния, градиентный подход.

В каждом типе состояния (фоновый, дефолирующий, редколесье, пустоши) для проведения интенсивных наблюдений закладывается несколько пробных площадей. Предлагается следующее размещение оборудования: 1) лизиметры располагаются в основных типах парцелл под основными генетическими горизонтами; 2) осадкоприемники располагаются в древесных и межкрупных парцеллах. В древесных парцеллах устанавливаются осадкоприемники для сбора стволовых и кронных вод; кронные воды отбираются в двух позициях в середине кроны и на краю кроны, чтобы учесть внутрипарцеллярную изменчивость; 3) опадоуловители размещаются по типам парцелл; мешки из капроновой сети с опадом для определения скорости его разложения располагаются также с учетом парцеллярной структуры. В бесснежный период образцы отбираются не реже 1 раза в месяц, образцы зимних выпадений отбираются в период максимального снегонакопления.

Для контроля и прогноза влияния промышленных атмосферных выбросов на лесные фитоценозы в Институте проблем промышленной экологии Севера в 1991 г. создана сеть биогеохимического мониторинга в зонах влияния медно-никелевых комбинатов, оборудованная на уровне международных стандартов. В условиях распространяющегося на большие территории аэротехногенного загрязнения необходимым составляющим компонентом лесного мониторинга является химический мониторинг, то есть: а) мониторинг поступления элементов (макро- и микроэлементов) из атмосферы; б) мониторинг миграции и аккумуляции элементов в почве; в) мониторинг биологической миграции элементов – поглощения элементов лесными растениями. Без получения материалов натуральных наблюдений на высоком методическом уровне невозможно сформировать корректное представление о современных экосистемных процессах, оценить критические нагрузки на экосистемы Севера, предложить подходы к их диагностике и мониторингу, обосновать подходы к восстановлению нарушенных территорий.

При проведении наблюдений на данной территории информация регулярно собирается с 15 площадок интенсивного мониторинга, расположенных по градиенту загрязнения и в условно фоновых районах (фоновые площадки расположены на удалении 250 км от источника загрязнения в юго-западном направлении от источника загрязнения). Площадки оборудованы осадкоприемниками, гравитационными лизиметрами (приемниками почвенной воды) и опадоуловителями (коллекторами древесного опада). Атмосферные осадки и почвенные воды отбираются в течение года 4-5 раз в течение бесснежного периода и 1 раз – зимой; растительность и почвы – 1 раз в 5 лет в конце вегетационного периода (дополнительно по мере необходимости).

Химический состав атмосферных выпадений и почвенных вод характеризуется на основе сопоставления пяти периодов года: 1) зимне-весеннего – между началом формирования снежного покрова и началом вегетации (октябрь-май); 2) начала периода вегетации (июнь); 3) середины периода вегетации (июль); 4) конца периода вегетации (август); 5) осеннего – между концом вегетации и началом формирования снежного покрова (сентябрь). Определяемые компоненты в атмосферных выпадениях в почвенных водах по постоянной схеме: рН, концентрации К, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Cu, Mn, Pb, Co, Cd, Sr, Cr, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub>, P<sub>общ</sub>, C<sub>общ</sub>, Si.

В твердых фазах почв определяются: гранулометрический и валовой составы, рН водной и солевой (KCl) вытяжки, обменная кислотность, H<sup>+</sup> и Al<sup>3+</sup>, гидролитическая кислотность, содержание доступных соединений (1М CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, рН=4,65) для приведенного выше перечня элементов, фракционно-групповой состав органического вещества.

В растениях определяются концентрации К, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Cu, Mn, Pb, Co, Cd, Sr, Cr, S, P.

Вся информация хранится в банке данных лаборатории наземных экосистем института.

Рис. 1. Мониторинговая сеть биогеохимического мониторинга в зонах влияния медно-никелевых комбинатов, оборудованная на уровне международных стандартов



## К ВОПРОСУ О МАЛОУТХОДНЫХ РЕССУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

*В. Е. Зяблицев<sup>1</sup>, М. П. Зяблицева<sup>2</sup>, Е. В. Зяблицева<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,*

*<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

При получении этилендиамина (ЭДА) хлорным методом на стадии омыления полупродукта реакции электрощелочами образуются сбросовые растворы хлорида натрия, загрязненные органическими примесями. Очистку сбросовых растворов рекомендовано проводить способом электрохимического окисления органических примесей, а утилизацию очищенных растворов – в процессе приготовления рассола, используемого в получении хлора и щелочи [1]. В утилизируемых растворах NaCl не допускаются азотосодержащие соединения, а органические примеси не должны превышать фоновое содержание органического углерода (до 0.25 кг/м<sup>3</sup>) в промышленном рассоле. Вследствие этого, при разработке методов электрохимической очистки представляет интерес кинетика и механизм процесса окисления органических соединений.

В сообщении приведены результаты исследований электрохимического окисления (плотность тока 0.02–0.50 А/см<sup>2</sup>, температура 293–338 К) этиленди-



амин (0.5–5.0 г/дм<sup>3</sup>) в растворе NaCl (20.0 и 50.0 г/дм<sup>3</sup>, pH 2.5–10.5) с оксидным рутениево-титановым анодом (ОРТА). Установлено, что независимо от условий процесса при электролизе раствора хлорида натрия с добавкой ЭДА наблюдается (рис.) изменение величины pH в межэлектродном пространстве: кратковременное повышение pH в начальный период электролиза сменяется значительным и продолжительным подкислением с последующим защелачиванием до pH 7.5–8.5, после чего кислотность в межэлектродном пространстве не меняется. Глубина и продолжительность снижения pH несколько зависят от кислотности исходного раствора и температуры и определяются содержанием ЭДА. Степень полного деструктивного окисления (до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O) ЭДА возрастает (табл.) с увеличением количества электричества, при этом практически полная деструкция (более 97%) соответствует области прекращения подкисления раствора в межэлектродном пространстве и началу повышения pH. При высоких значениях плотности тока на поверхности ОРТА замечено образование осадка, анализ которого показал области поглощения, характерные валентным колебаниям групп –CN (2950 и 1230 см<sup>-1</sup>) и –ОН (1260 см<sup>-1</sup>).

Поляризационные исследования (потенциостатический режим) позволили установить [1], что окисление ЭДА на ОРТА начинается при потенциалах, не достаточных для разряда хлора, и процесс характеризуется низкими значениями эффективной энергии активации (30-40 кДж/моль) и дробным порядком реакции ( $i=k \cdot C^{0.8}$ ). Это свидетельствует о смешанной кинетике процесса электрохимического окисления адсорбированных на поверхности ОРТА молекул ЭДА. В области высоких анодных потенциалов (более 1.35 В) влияние ЭДА на разряд хлора не значительно.

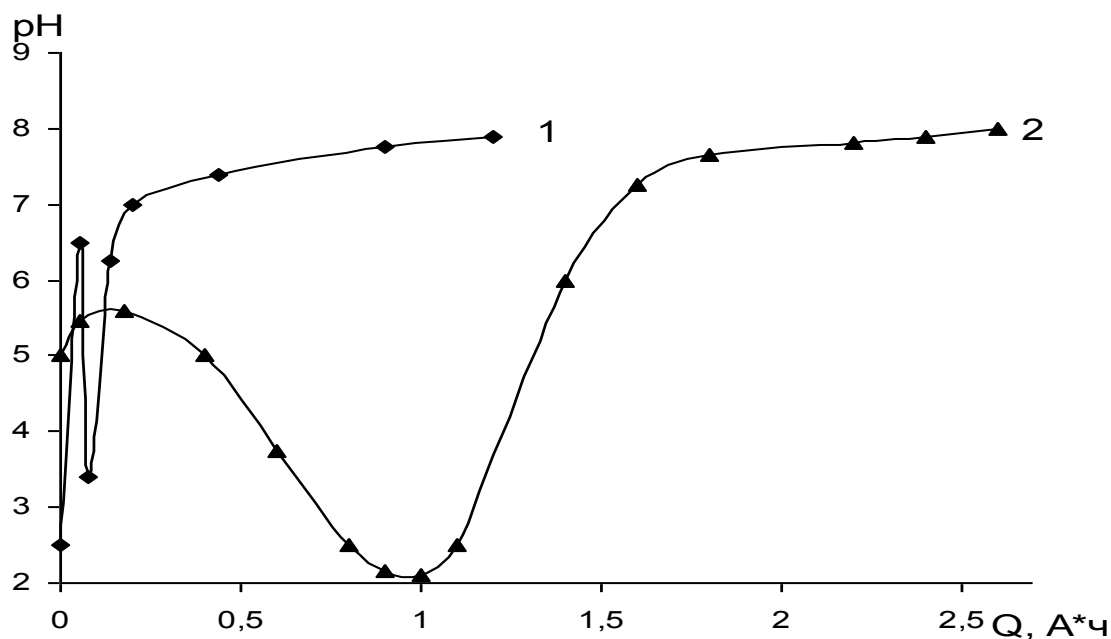


Рис. Зависимость pH от количества электричества (NaCl 50,0 г/дм<sup>3</sup>; C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 0.5 (1), 3.0 (2) г/дм<sup>3</sup>; pH 2.5 (1), 5.0 (2); 338 К; плотность тока 0.3 А/см<sup>2</sup>)

**Степень деструкции  $C_2H_4(NH_2)_2$**   
**( $NaCl$  50.0 г/дм<sup>3</sup>;  $C_2H_4(NH_2)_2$  0.5 г/дм<sup>3</sup>; рН 5.0; 338 К; плотность тока 0.3 А/см<sup>2</sup>)**

Количество электричества, А*ч	Содержание, г/дм <sup>3</sup>		Степень полной деструкции, %
	$C_2H_4(NH_2)_2$	органический углерод	
0	0.500	–	–
0.2	0.170	0.175	21
0.3	–	0.128	39
0.4	0.036	0.042	94
0.6	0.011	0.014	97
2.4	0.011	0.008	98

Продуктами электроокисления ЭДА являются: в газовой фазе –  $CO_2$ ,  $N_2$  и  $CH_4$ , в растворе –  $HCOOH$  и  $CH_3COOH$ . Повышение анодного потенциала и температуры способствует увеличению содержания  $CO_2$  и карбоновых кислот.

Анализ и сопоставление результатов с данными по электрохимическому окислению органических соединений на каталитически активных электродных материалов [2, 3] позволили утверждать, что электрохимическое окисление ЭДА в растворе  $NaCl$  с ОРТА протекает по двум механизмам: электрохимическому (область анодных потенциалов, недостаточных для разряда хлора) – электроокисление адсорбированных на поверхности ОРТА молекул ЭДА и химическому (область потенциалов выделения хлора) – окисление ЭДА растворенным хлором и продуктами его гидролиза.

Результаты исследований использованы [4] при разработке процесса электрохимической очистки от органических примесей сбросовых растворов хлорида натрия производства этилендиамина с возможностью утилизации очищенных растворов  $NaCl$  в производства хлора и щелочи. Это обеспечило создание малоотходного экологически безопасного ресурсосберегающего промышленного комплекса с замкнутым технологическим циклом: производство этилендиамина хлорным методом, узел электрохимической очистки сбросовых растворов хлорида натрия, производство хлора и щелочи.

### Литература

1. Зяблицев Е. В., Зяблицева М. П., Уразаев К. Ф., Кубасов В. Л. Электрохимическая очистка и утилизация в ртутном электролизе отходов хлорида натрия производства этилендиамина. 1. Электрохимическое окисление этилендиамина в растворе хлорида натрия // Азербайджанский химический журнал, 1987, № 3. С.121–126.
2. Рожкова Г. А., Гудин Н. В. Электрохимическое окисление этилендиамина. 1. Окисление этилендиамина на платиновом аноде // Труды института (хим. науки), Казань, КХТИ, 1967, в. 36. С. 178–187.
3. Зяблицева М. П., Сафонова Т. Я., Петрий О. А. Электроокисление пропиленгликоля на оксидных рутениево-титановых анодах в хлоридных растворах // Электрохимия, 1984, т. 20, № 1. С. 131–134.
4. Зяблицев Е. В., Зяблицева М. П. Безотходные и малоотходные производственные процессы // Актуальные проблемы экологического мониторинга: теория, методика, практика, Киров, ноябрь 2003 г.: Сб. материалов Всерос. научн. школы, вып.1. Киров, 2003. С. 176–179.

## СОГЛАСОВАННЫЙ ПО ВРЕМЕНИ ОТБОР ПРОБ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ЭФФЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ЗА РАБОТОЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Л. Л. Журавлева, А. В. Рейтер, Д. В. Ковалев  
ФГУ ГосНИИЭНП, Саратов*

Современный экологический кризис ставит под угрозу возможность устойчивого развития человеческой цивилизации. Дальнейшая деградация природных систем ведет к дестабилизации биосферы, утрате ее целостности и способности поддерживать качества окружающей среды, необходимые для жизни.

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья ее населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды, в том числе и гидросферы.

Основные источники загрязнения гидросферы – недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий и предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Загрязняющие вещества, сбрасываемые со стоками названных предприятий, приводят к качественным и количественным изменениям свойств воды водоема водоприемника.

Для удаления из стоков загрязняющих веществ чаще всего применяется метод биологической очистки сточных вод, который позволяет достичь необходимых нормативов «на сброс в водоем водоприемник».

Работа биологических очистных сооружений основана на способности совокупности микроорганизмов – активный ил – использовать поступающие вещества для питания в процессе жизнедеятельности.

Активный ил представляет собой сложный комплекс микроорганизмов разных систематических групп (бактерий, простейших, грибов), содержащихся в определённых соотношениях [1, 2]. Только основная группа бактерий участвует в процессе очистки сточных вод, а сопутствующие группы микробов подготавливают среду для существования микроорганизмов этой основной группы, обеспечивая её питательными и ростовыми веществами и утилизируя продукты окисления. Биомасса основной физиологической группы бактерий, ведущих процесс окисления, составляет в илах 80–90%, а остальная – сопутствующих бактерий и других организмов [1].

Активный ил – динамически равновесная система, находящаяся (работающая) в режиме метабиоза, когда продукты жизнедеятельности одних микробов служат источником энергии и питательных веществ для других.

Микроорганизмы и бактерии разнообразны по своим физиологическим свойствам. Условия, в которых они могут развиваться, а также биохимические процессы, которые в них протекают, также различны. Поэтому биологический метод – универсальный метод с саморегулирующимся процессом, который позволяет очистить воду от практически всего комплекса загрязняющих веществ, в т. ч. токсичных.

Но для более эффективной работы биологических очистных сооружений и для обеспечения заданного технологического регламента очистки сточной воды необходимо вмешательство в процесс, когда параметры очистки того требуют, используя определенные технологические приемы.

Типичными процессами, протекающими в большинстве биологических очистных систем, являются процессы нитрификации и денитрификации, фосфотации и дефосфотации, в результате которых с одной стороны происходит окисление азота аминокрупп в азотистые и далее в азотнокислые соли. Этот процесс представляет наибольший интерес с точки зрения очистки сточных вод. С другой стороны денитрифицирующие бактерии восстанавливают азот нитратов до аммиака и азота [1, 3].

Поэтому для понимания того, какие процессы, а соответственно, какие микроорганизмы преобладают в данный момент в активном иле и какие действия следует предпринимать для оптимизации процесса, необходимо вести регулярный контроль за содержанием различных «азотных» форм на входе и выходе очистных сооружений.

Не менее важным является контроль за содержанием соединений фосфора. По графику концентраций фосфатов поступающих на городские канализационные очистные сооружения и сбрасываемых с очищенными сточными водами можно также судить о качестве активного ила: уменьшение концентрации фосфатов на выходе с очистных сооружений свидетельствует о приросте биологической массы активного ила и его «молодости»; неизменность и (или) увеличение концентрации фосфатов на выходе с очистных сооружений свидетельствует о наличии большого количества старого, отмирающего активного ила и отсутствии процесса дефосфотации.

Однако корректное проведение контроля осложняется тем, что для получения достоверных данных о работе очистных сооружений необходимо четкое согласование по времени отбора проб на входе и выходе. Такое согласование необходимо для исключения случаев, когда при отборе всех проб в один день, результат с «выхода» сопоставляется с аналогичными данными воды на входе (воды, которая поступит на выход только через сутки или более).

Для точного согласования времени замера (отбора проб) параметров воды в пробах со входа и выхода с очистных сооружений идеальным было бы установка автоматизированного отбора проб. Данная установка должна включать рассредоточенные по сооружению автоматические пробоотборники и датчики скорости потока, а также аналитический центр, выдающий команды пробоотборникам на отбор проб в строго рассчитанные, согласованные периоды времени.

Однако поскольку подобные системы очень дороги и сложны в настройке и эксплуатации, нам представляется предпочтительным, до установки такой системы, использовать аналог метода внешнего стандарта.

В качестве такого стандарта удобно использовать присутствующие в сточной воде растворенные хлориды металлов, Это связано с тем, что хлориды практически не очищаются на биологических очистных сооружениях, а проходят через них «транзитом» не изменяя своей концентрации.

На рисунке представлена, построенная по результатам химических анализов, динамика изменений концентраций хлоридов, поступающих на городские канализационные очистные сооружения районного центра, (типичного для средней полосы России) и сбрасываемых с очищенными сточными водами в поверхностный водоем. На оси абсцисс отложены временные интервалы (выраженные в сутках) между отборами проб. Отбор проб на входе в очистные сооружения и на выходе из них можно принять практически одновременным (временной интервал между ними значительно менее одного часа).

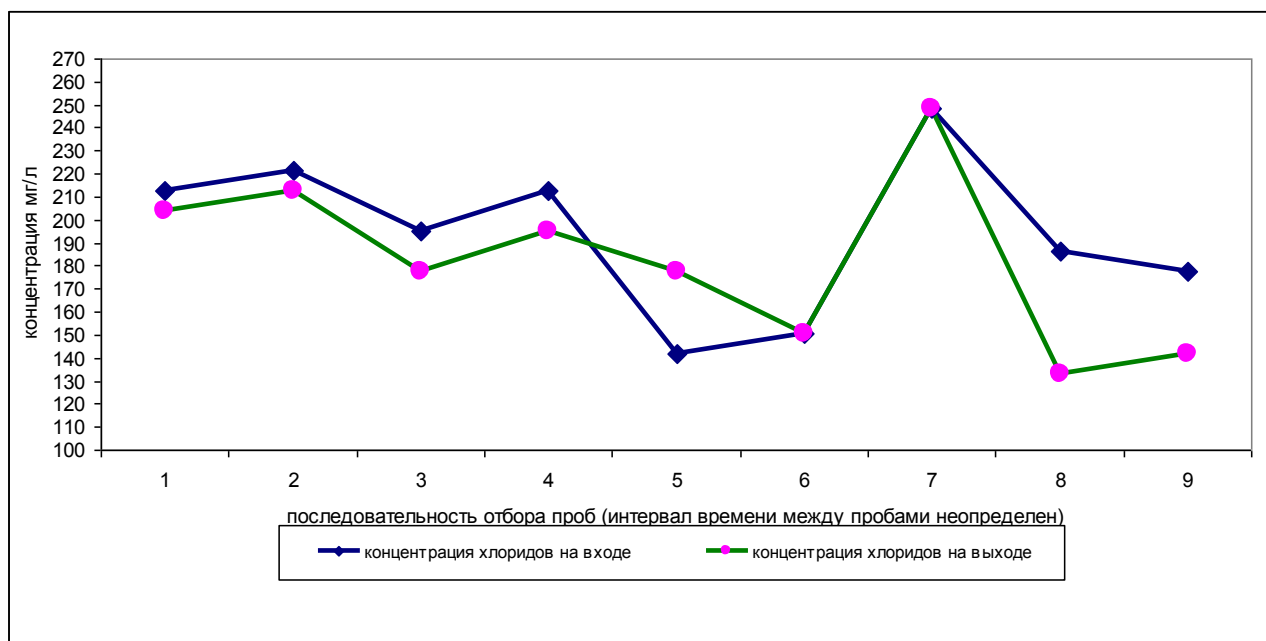


Рис. 1. Динамика концентраций хлоридов сточных вод ГКОС

Значительная разница (намного превышающая погрешность Методики выполнения измерений) измеренных значений концентраций хлоридов на входе в очистные сооружения и выходе из очистных сооружений (точки 5, 8, 9 рис. 1.) свидетельствует о явной несогласованности по времени отбора проб поступающей и очищенной сточной воды.

Прохождение воды через очистные сооружения с момента их поступления на очистку и до выпуска в водоем составляет от 24 до 36 час, следовательно, отобрав пробы воды, одновременно мы анализируем на входе «свежепоступившую» воду, а на выходе воду, поступившую сутки назад, что недопустимо при оценке эффективности работы биологических очистных сооружений и степени очистки сточных вод.

Имея в наличии результаты химических анализов «согласованных» проб воды, можно дать реальную оценку работе очистных сооружений, эффективности процесса очистки сточных вод, глубине процесса нитрификации и «возрасту» активного ила.

По графику соединений азота в различных формах определяют баланс азотистых веществ. Наличие аммонийного азота в городских сточных водах, как правило, указывает на загрязненность сточной воды фекальными водами. Количество окисленных форм азота и сопоставление общего количества «азо-

та» в очищенных водах с его количеством в сточной воде до очистки указывает на глубину окислительного процесса, что нельзя сделать если отобранные пробы воды несогласованы по времени.

Неправильно организованный технологический контроль при очистке сточных вод способствует нестабильной и неэффективной работе очистных сооружений и, как следствие, проскоку загрязняющих веществ в количестве превышающем все установленные нормативы и необоснованному излишнему загрязнению окружающей природной среды.

#### Литература

1. Поруцкий Г. В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств. М.: Химия, 1975. 256 с.
2. Журавлева Л. Л. Основы теории и опыт эффективной очистки сточных вод. Саратов: Аквариус, 2002. 268 с.
3. Родионов А. И., Клушин В. Н., Торочешников Н. С. Техника защиты окружающей среды / Учебник для вузов. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Химия, 1989. 512 с.

### СОБЛЮДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИЙСКОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

*И. М. Потравный, А. В. Вега*

*Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова,  
ecoaudit@bk.ru*

*Работа подготовлена при финансовой поддержке гранта РГНФ, проект № 06-02-00352а).*

В связи с проведением в г. Сочи XXII зимних Олимпийских игр вопросы экологической безопасности являются наиболее приоритетными для экономики природопользования. Необходимость принятия кардинальных мер по охране окружающей среды связана в регионе с созданием новых видов экономической активности в рамках реализации ФЦП «Развитие г. Сочи как горноклиматического курорта (2006–2014 гг.)». В рамках данной программы планируется строительство 15 олимпийских объектов, в том числе 8 объектов на территории Сочинского национального парка, особо охраняемой природной территории федерального значения. Следует отметить, что в состав природоохранных мероприятий при реализации данной программы входят: лесоустроительные работы на территории Сочинского национального парка; строительство лесохозяйственных и противопожарных дорог на территории Сочинского национального парка; проведение функционального зонирования территории; проведение землеустроительных работ на территории Краснополянского поселкового округа; разработка системы комплексного мониторинга в целях обеспечения контроля экологического состояния окружающей среды национального парка и прилегающих территорий в процессе строительства спортивных и иных объектов и после ввода их в действие, включая наземные и спутниковые наблюдения; разработка генеральной схемы очистки г. Сочи; строительство комплекса по сбору,

вывозу и переработке ТБО и экологически безопасных строительных изделий, г. Сочи; проведение противооползневых и природоохранных мероприятий, рекультивация и др. Вместе с тем, проверками соблюдения природоресурсного законодательства Управления Росприроднадзора по Краснодарскому краю установлено, что в районе размещения олимпийских объектов уже в настоящее время сложилась экологическая ситуация, которая решения в приоритетном порядке. Так, например, пос. Эсто Садок (п. Красная Поляна) централизованными системами канализации не оборудован. На этой территории расположено порядка 25 хозяйствующих объектов, санаторно-курортной и экскурсионно-туристической деятельности, в том числе – частные отели, кафе, рестораны и пр. Кроме того, здесь имеется порядка 2 тыс. домовладений. Состояние Адлерской свалки, на которую производится вывоз твердого остатка после локальных очистных сооружений, где не соблюдены элементарные требования технологии, сама эксплуатация существующих локальных очистных сооружений не только не решает проблемы очистки сточных вод и сохранения природных комплексов территории, но и усугубляет ее. Ситуация, сложившаяся с очисткой сточных вод в п. Красная Поляна Адлерского района г. Сочи, в Новоимеретинской низменности также является важнейшей экологической проблемой рассматриваемой территории. Общий охват сетями канализации Имеретинской долины составляет около 20%. Собираемые хозфекальные стоки перекачиваются на очистные сооружения «Адлер», которые введены в эксплуатацию в 1970 г., применяемые технологии очистки морально устарели, проектная их мощность не соответствует фактическому объему принимаемых в летний период стоков, в связи с чем очистные сооружения перегружены и не могут обеспечить нормативной очистки стоков. Практикуемый в настоящее время глубоководный выпуск очищенных стоков в Черное море не соответствует требованиям Бухарестской конвенции «По защите Черного моря от загрязнения» (1992).

Проведенной инвентаризацией имущественных объектов выявлено отсутствие правоустанавливающих документов на существующие земельные участки, ряд объектов имеет недооформленные, либо оформленные с нарушением требований действующего законодательства документы. Часть охваченных инвентаризацией объектов расположена в прибрежной защитной полосе и водоохраной зоне Черного моря и р. Мзымта. При этом установлено, что заключения специально уполномоченного органа государственной власти в области охраны водного фонда по размещению этих объектов часто отсутствуют, что также является нарушением действующего законодательства и позволяет ставить вопрос о законности их размещения с последующим сносом как в досудебном, так и в судебном порядке. Так, например, размещение базы отдыха «Строитель», расположенной в прибрежной защитной полосе Черного моря, в районе Нижнеимеретинской бухты, произведено без согласования со специально уполномоченным органом в области охраны водного фонда. Аналогичная ситуация выявлена на других объектах (базы отдыха, частные гостиницы, кафе и др. В судах различной юрисдикции находится порядка 100 исков по сносу самовольно возведенных объектов, расположенных в зоне размещения Олимпийского комплекса. Анализ показывает, что результатом контрольно-

инспекционной деятельности являются в основном меры административного воздействия в виде наложения штрафных санкций, что является недостаточным, учитывая важный социальный статус объектов Олимпийского комплекса.

Следует отметить, что земельные участки под реализацию мероприятий программы предоставляются из земель «зоны регулируемого рекреационного использования» и «зоны обслуживания посетителей» Сочинского национального парка, а также земель населенных пунктов Красная Поляна, Эсто-Садок, Роза-Хутор, находящихся в границах парка, и других территорий г. Сочи. Потребность в земельных участках, выделяемых под проектирование олимпийских объектов, составляет около 1% площади территории Сочинского национального парка. При этом все сооружения на приморской части проектируются на удалении 250–850 м от береговой черты Черного моря. Однако часть мероприятий программы, касающихся размещения санно-бобслейного комплекса, строительство горной олимпийской деревни, строительство скоростной железной дороги «Адлер-Грушевая Поляна» предполагается реализовать на участке Краснополянского лесничества Сочинского национального парка, расположенном на границе Кавказского государственного природного биосферного заповедника и включенном в его охранную зону. Строительство объектов, предусмотренных проектом данной программы, не относится к основным задачам национального парка.

На территории Сочинского национального парка отмечено произрастание 107 видов эндемичных для Колхиды, 116 редких и исчезающих, из них 23 являются реликтовыми. Это – тис ягодный, самшит колхидский, сосна пицундская, каштан съедобный. 46 видов растений – эндемичные и 47 занесены в Красную книгу Российской Федерации, что так же повлечет уничтожении части эндемичных и охраняемых краснокнижных видов. Таким образом, предполагается, что мероприятия программы приведут к значительному воздействию на состояние уязвимых растительных сообществ и экосистем, не подвергшихся антропогенному воздействию, что не соответствует нормам закона. Например, квартал, где предполагается строительство санно-бобслейной трассы, служит местообитанием целого ряда растений, занесенных в Красные книги России и Краснодарского края: гроссгеймия многолистная *Grossheimia polyphylla*, молочай Евгении *Euphorbia eugeniae*, кандык кавказский *Erythronium caucasicum*, лилия Кессельринга *Lilium kesselringianum*, безвременник великолепный *Colchicum speciosum*, ятрышник бледный *Orchis pallens*, рожь Куприянова *Secale kuprijanovii*, срединская большая *Sredinskya grandis*, живокость расщепленная *Delphinium fissum*. Все эти растения чувствительны к антропогенному воздействию и при развитии рекреации их численность будет снижаться. Застройка Грушевого хребта, где планируется строительство санно-бобслейного комплекса с соответствующей инфраструктурой, горной олимпийской деревни, а также элитных туристических баз, может привести к уничтожению леса на площади строительства, деградации лесной среды в результате фрагментации природных комплексов при строительстве инфраструктуры, уничтожению среды обитания редких видов растений и животных, занесенных в Красную книгу РФ и Краснодарского края. Ряд участков предполагаемой застройки являются единственным



местом на территории национального парка, где отмечены встречи западнокавказского тура *Sariga caucasica*. Здесь также располагаются местообитания кавказской серны, кавказского благородного оленя и бурого медведя. Вместе с тем, территория комплексов расположена в пределах водосборной площади р. Мзымта, относящейся к водоемам высшей категории рыбохозяйственного значения и используется для естественного и искусственного воспроизводства лососевых рыб.

## МАЛОМАТЕРИАЛОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГИРОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ГЕРМАНИЕМ И ИНДИЕМ

*А. П. Леушина<sup>1</sup>, Д. Н. Данилов<sup>2</sup>, Е. В. Зяблицева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Вятский государственный университет, denisdanilov@rambler.ru*

<sup>2</sup>*Вятский государственный гуманитарный университет*

Маломатериалоемкие электрохимические методы легирования нестехиометрических твердых фаз различного состава токообразующими компонентами являются весьма привлекательными для промышленных предприятий с экономической и экологической позиций. Введение микродоз ряда токообразующих компонентов, таких как свинец, медь, германий, индий, кадмий, удобно проводить путем электрохимического легирования методом кулонометрического титрования в ячейке с твердым электролитом (ТЭ). Преимущество этого метода состоит в уменьшении количества используемых для легирования твердых фаз технологических операций и токсичных реактивов, а следовательно и сокращение объема токсичных шламов, а также увеличение точности легирования.

Типичным объектом легирования являются сложные полупроводниковые материалы, широко используемые в электронных приборах. Метод электрохимического легирования позволяет изменять состав поверхностных слоев полупроводниковых соединений.

Кулонометрическое титрование с одновременным измерением электродвижущей силы (э.д.с.) соответствующих электрохимических ячеек, электропроводности или концентрации и типа носителей заряда позволяет проводить четкую идентификацию и высокоточное изменение состава нестехиометрических сложных бинарных и тернарных полупроводниковых соединений. Изменение состава фаз и определение их физико-химических свойств можно проводить в одинаковых температурных условиях.

При этом определение состава проводится без закалки, которая существенно изменяет дефектную структуру соединения. Метод кулонометрического титрования в ячейке с ТЭ позволяет проводить легирование в миниатюрных монокристаллах с целью корректировки свойств в заданном направлении.

Данный метод позволяет при правильно подобранном твердом электролите проводить изменение состава очень малыми порциями, недоступными для других методов. Это особенно важно при корректировке состава монокристал-

лических образцов, используемых в полупроводниковой электронике и лазерной технике.

Если при электрохимическом легировании проводить гомогенизирующий отжиг, то вводимый компонент равномерно распределяется по образцу. Если гомогенизирующий отжиг не проводится, а производится закалка образца, то на поверхности создается монослой материала, обладающий электрофизическими свойствами, отличающимися от свойств подложки.

Изменение состава полупроводниковых соединений проводилось как при введении, так и при выведении токообразующего компонента. Проверка обратимости используемых при кулонометрическом титровании электродов рассматривалась путем последовательного ввода и вывода одной и той же порции токообразующего компонента. Если электроды являлись обратимыми, то изменения э.д.с. соответствующей ячейки не происходило.

Вводимая и выводимая порции токообразующего компонента рассчитывались в соответствии с законом Фарадея. Предварительно с используемым твердым электролитом определялся выход по току и подбирались условия, при которых выход по току стремился к 100 %, что соответствовало высокой точности дозирования вводимого металла.

Изменение состава соединения  $\text{In}_{2-\delta}\text{S}_3$  проводилось в ячейке (1) с твердыми электролитами в системах  $\text{In}_2\text{S}_3 \div \text{InCl}_3$  и  $\text{InCl}_3 \div \text{CdCl}_2$ , где твердый электролит  $\text{InCl}_3 \div \text{CdCl}_2$  использовался для предотвращения самодиффузии серы.



Изменение э.д.с. при введении микродоз индия представлено на рис. 1. С увеличением количества введенного индия наблюдалось закономерное уменьшение э.д.с.

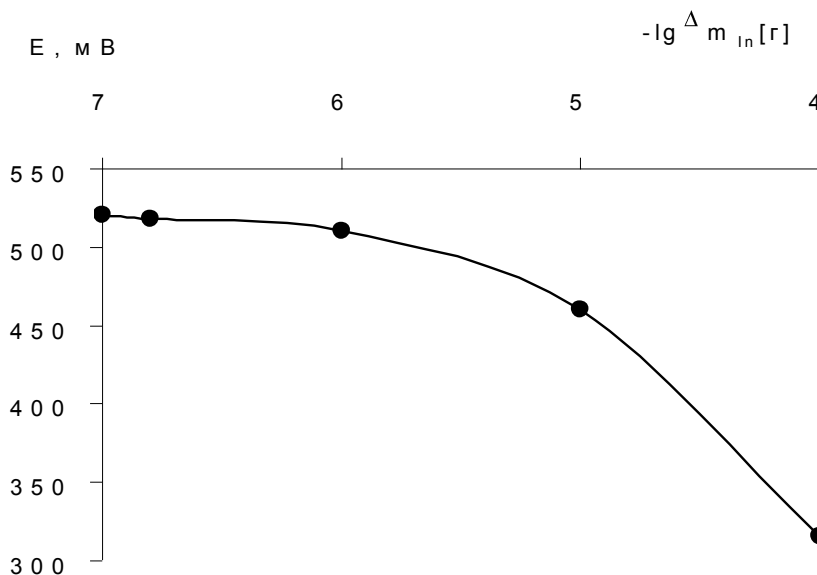
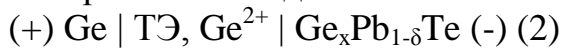


Рис. 1. Зависимость э.д.с. ячейки  $\text{InSb} \mid \text{InCl}_3 \div \text{MgCl}_2 \mid \text{In}_{2-\delta}\text{S}_3$  от количества введенного индия

Плотность тока при электролизе составляла  $10 \div 20 \text{ мкА/см}^2$ . В этом случае при проведении процесса при давлении инертного газа-наполнителя (аргона) 3

атм. выход по току составлял 90 %, что свидетельствовало о высокой точности дозирования. Обратимость используемых в эксперименте электродов подтверждалась экспериментально определенным значением э.д.с., близким к термодинамическому значению, рассчитанному из стандартной энергии Гиббса  $\Delta G^0_T$ , как для соединения  $\text{In}_2\text{S}_3$ , так и для  $\text{InSb}$ .

Аналогично в электрохимической ячейке (2) при 423К проводилось легирование германием соединения  $\text{PbTe}$ .



В качестве твердого электролита, обратимого по ионам германия ( $\text{ТЭ}, \text{Ge}^{2+}$ ) использовалась квазибинарная солевая система  $\text{GeSe} \div \text{GeI}_2$ , содержащая 5 мол. %  $\text{GeI}_2$ . Для предотвращения дендритообразования и появления метастабильных состояний использовалась небольшая плотность тока  $10 \text{ мкА/см}^2$ , германий вводился малыми порциями порядка  $10^{-6} \text{ г}$  с последующим гомогенизирующим отжигом.

Изменение э.д.с. и концентрации  $p$  носителей тока, которыми являются дырки, представлено на рис. 2.

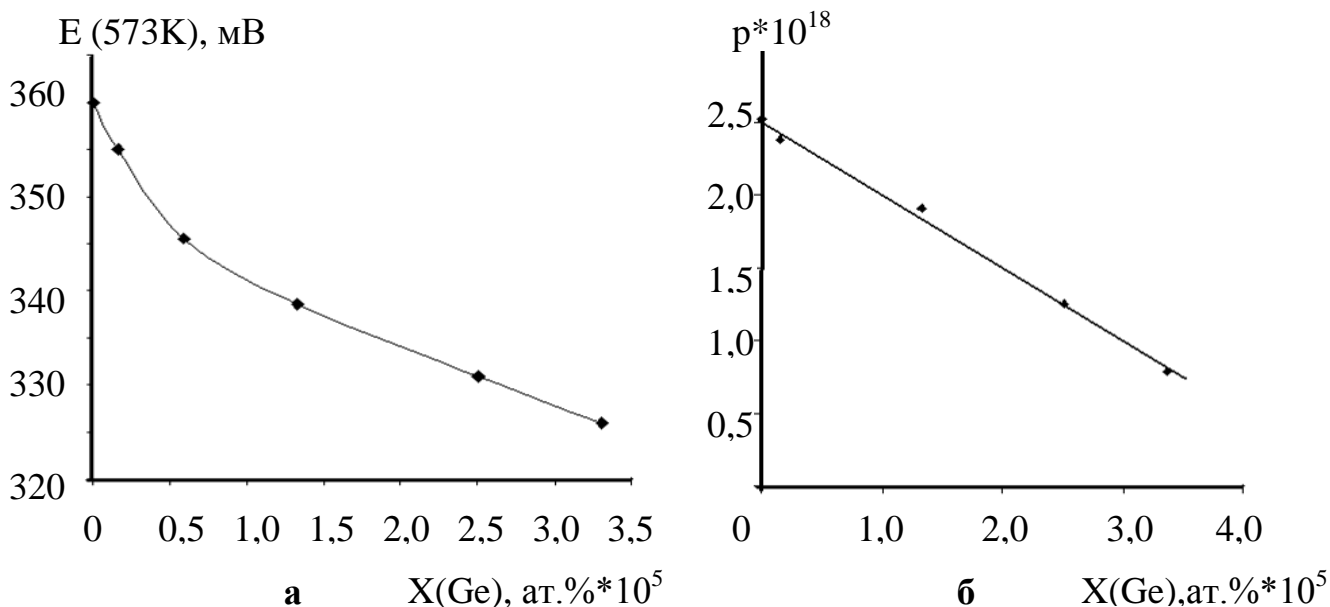


Рис. 2. Изменение свойств  $\text{PbTe}$  в зависимости от количества введенного германия: а)- э.д.с. ячейки  $\text{Pb} | \text{ТЭ}, \text{Pb}^{2+} | \text{Ge}_x\text{Pb}_{1-\delta}\text{Te}$ , б) -концентрации дырок

Состав исходного полупроводникового материала определяли по калибровочной кривой кулонометрического титрования. В качестве ТЭ, обратимого по ионам свинца ( $\text{ТЭ}, \text{Pb}^{2+}$ ), использовали систему  $\text{PbCl}_2 \div \text{CaCl}_2$ . Введение германия в теллурид свинца приводит к увеличению значения химического потенциала металла в соединении, а следовательно- снижению э.д.с. ячейки  $\text{Pb} | \text{ТЭ}, \text{Pb}^{2+} | \text{Ge}_x\text{Pb}_{1-\delta}\text{Te}$  (рис. 2а).

Для  $\text{PbTe}$  преобладающими дефектами в области со сверхстехиометрическим количеством теллура являются вакансии в катионной подрешетке. Отрицательно заряженные вакансии компенсируются дырками. При легировании германием заполняются вакантные узлы в катионной подрешетке с образованием нейтральных дефектов и концентрация дырок уменьшается (рис. 2б). Таким

образом, ТЭ в системе  $\text{GeSe} \div \text{GeI}_2$  можно использовать в качестве ионселективной мембраны при электрохимическом легирования германием.

## **ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА БИОДЕГРАДИРУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ $\epsilon$ -КАПРОЛАКТАМА И УГЛЕВОДОВ**

*С. В. Хитрин, А. А. Токарев*

*Вятский государственный университет, sage-ant@yandex.ru*

Широкое применение полимерных материалов обусловлено их исключительной стойкостью к различным видам воздействия. Однако если рассматривать отработанные полимеры как источник загрязнения окружающей среды, то их достоинство – стойкость к воздействию факторов окружающей среды – является серьезным недостатком. Это приводит к накоплению большого количества медленно разлагающихся отходов. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является создание биodeградирующих материалов, способных разлагаться в естественных условиях. Для создания таких полимерных материалов можно использовать как природные полимеры (целлюлоза, крахмал, хитин, лигнин и т. п.), так и смеси, полученные химическим путем из природных и синтетических материалов (таких как поливиниловый спирт и другие полиолы).

Получение новых олигомерных материалов проводилось путем взаимодействия  $\epsilon$ -капролактама с полиоксисоединениями. Полученные результаты показывают, что строение синтезированных продуктов зависит от различных факторов: мольное соотношение реагентов, температура и время синтеза, наличие и тип катализатора. Так при синтезе олигомеров на основе  $\epsilon$ -капролактама и крахмала были получены продукты, содержащие различное количество капроамидных звеньев (53–82 масс. %). При этом было установлено, что оптимальными условиями являются соотношение реагентов 3:1 при температуре синтеза 160–170 °С. Повышение продолжительности синтеза (свыше 72 часов) и температуры (190 °С и выше) приводит к деструкции цепей олигоамидополиола. Эффективными катализаторами оказались соединения цинка, а также соединения редкоземельных металлов. Кроме этого исследования показали, что катализаторы можно условно разделить на две группы: первая группа эффективно ускоряет реакцию алкоголиза, что позволяет получать олигомеры с небольшими степенями олигомеризации, а вторая – последующую за алкоголизом реакцию переамидирования, что приводит к получению продуктов с высокими степенями олигомеризации.

Полученные олигомерные материалы испытывались в качестве ингредиентов полимерных композиций. Наблюдается улучшение эксплуатационных свойств при обеспечении регулируемой биоразлагаемости.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ФОСФАТ-ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕН

*С. В. Хитрин, С. Л. Фукс, С. В. Девятерикова,  
С. А. Казиев, М. А. Земцова, Т. А. Гребенева  
Вятский государственный университет, Fox@vgtu.ru*

Целью данной работы явилась разработка оптимальных условий получения композиционного химического покрытия (КХП) фосфат-политетрафторэтилен (ПТФЭ) с использованием жидких и твердых отходов производства фторопласта марки Ф 4Д.

Для опытов применялись образцы углеродистой стали марки 08 кп и растворы фосфатирования на основе ортофосфорной кислоты, приготовленные на воде (раствор № 1) и с использованием маточного раствора процесса синтеза ПТФЭ (раствор № 2). Наполнение покрытия фторопластом при различных соотношениях отходов фторопласта и маточного раствора производилось для получения более прочного композиционного химического покрытия. Результаты наполнения, а также коррозионной стойкости приведены на рис. 1.

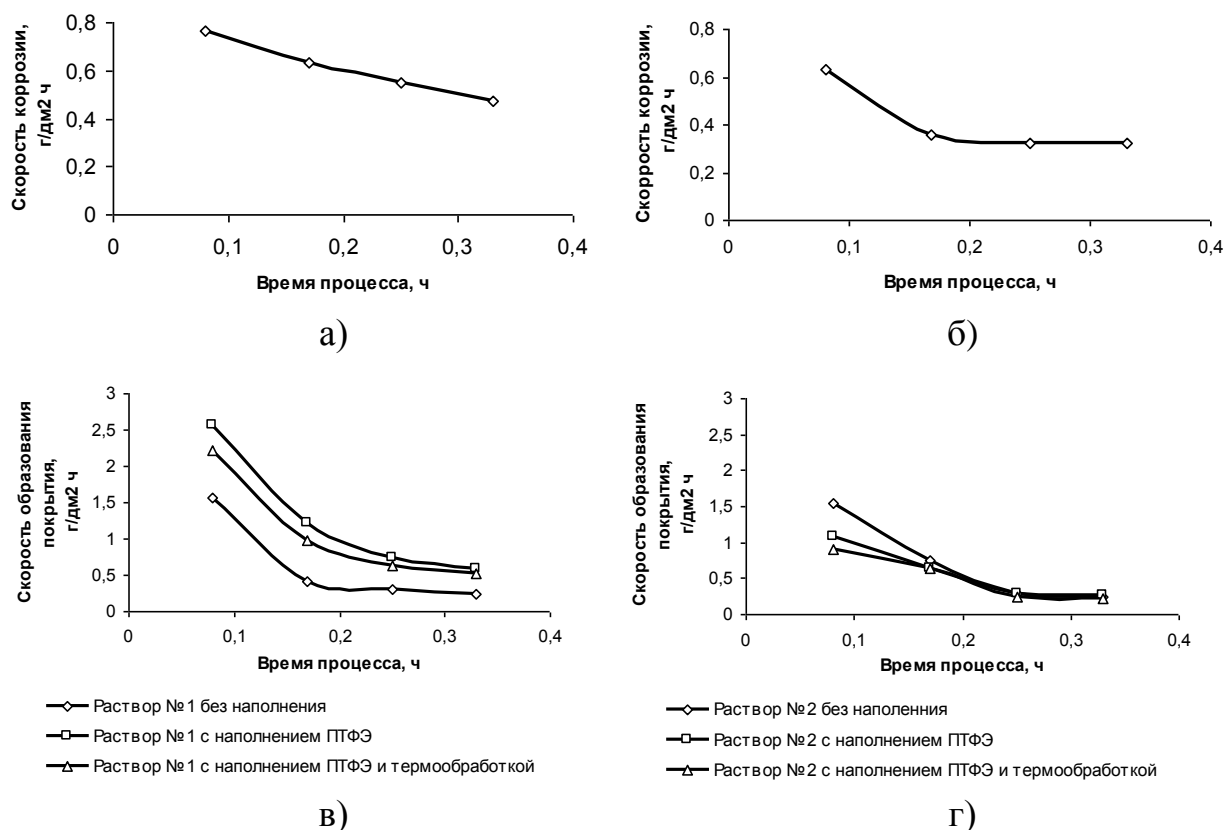


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии (а, б) и скорости образования фосфатного покрытия (в, г) от времени процесса фосфатирования в растворе монофосфата цинка, приготовленном на водной основе (а, в – раствор № 1) и на основе маточного раствора (б, г – раствор № 2)

На рис. 2–4 представлены фотографии изменения внешнего вида фосфатного покрытия (рис. 2) и КХП (рис. 3) в процессе сушки и после термообработки (рис. 4). Наблюдения показывают, что с увеличением времени сушки структура внешнего слоя покрытия меняется, в результате отчетливо проявляются крупные кристаллы, размер которых увеличивается настолько, что на поверхности становится незаметна предварительная механическая обработка. Уменьшается механическая прочность покрытия.

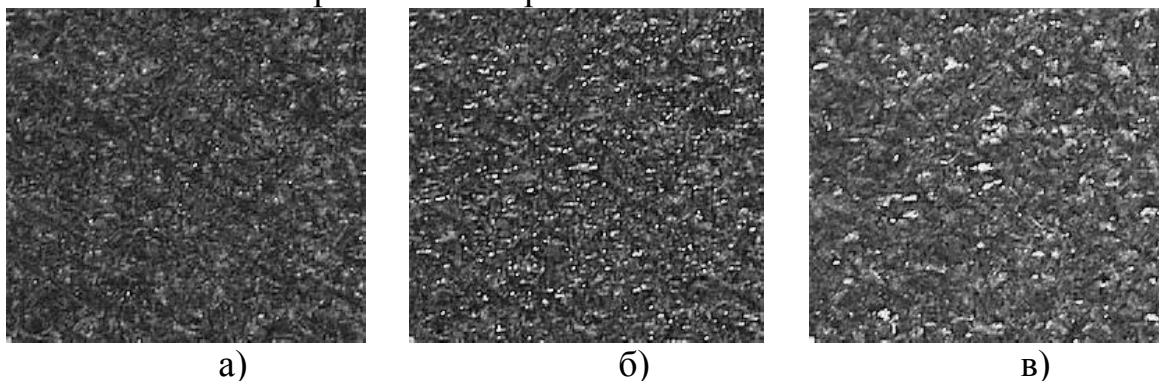


Рис. 2. Изменение внешнего вида и структуры фосфатного покрытия в процессе сушки ( $\times 80$ )

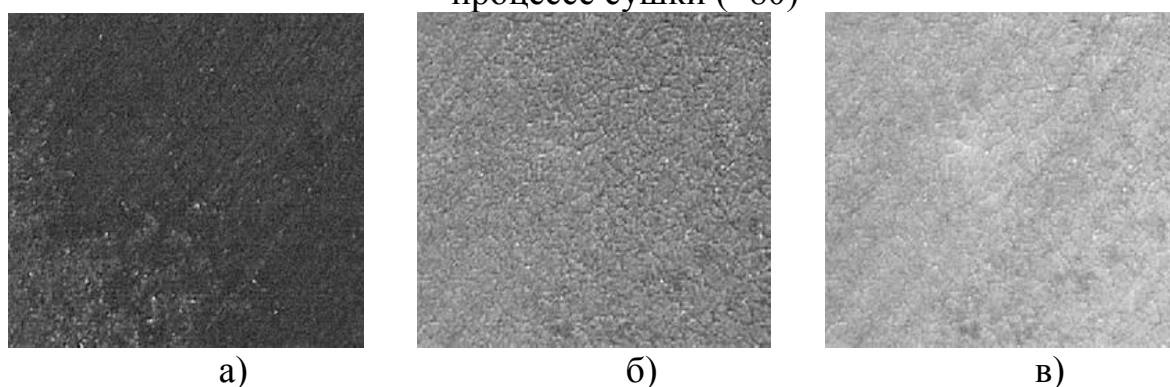


Рис. 3. Изменение внешнего вида и структуры КХП фосфат-ПТФЭ, в процессе сушки ( $\times 80$ )

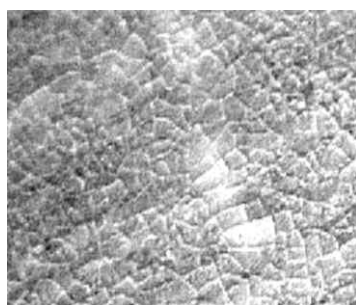


Рис. 4. Внешний вид КХП фосфат-ПТФЭ после термообработки ( $\times 80$ )

После термообработки крупнокристаллические структуры КХП имеют более выраженный характер, что обусловлено оплавлением ПТФЭ на поверхности с одновременным более глубоким заполнением микротрещин, что резко повысило коррозионные свойства КХП.

Таким образом, показано, что при использовании жидких и твердых отходов производства фторопласта марки Ф 4Д возможно получение КХП, обладающего повышенной коррозионной стойкостью и хорошим внешним видом.

Для определения оптимального состава раствора фосфатирования был поставлен полный факторный эксперимент  $2^3$ . В качестве независимых переменных были выбраны концентрации нитрата цинка ( $x_1$ ), монофосфата цинка ( $x_2$ ) ортофосфорной кислоты ( $x_3$ ). Параметром оптимизации в данном случае являлась удельная масса фосфатного покрытия ( $Y$ , г/дм<sup>2</sup>·ч).

По полученным результатам рассчитаны коэффициенты регрессии, определены их значимость и адекватность построенной математической модели. Оказалось, что коэффициенты  $b_1$  и  $b_{123}$  незначимы. На основании расчетов уравнение регрессии, описывающее процесс нанесения фосфатного покрытия и адекватно представляющее экспериментальные данные, имеет вид:

$$Y = 0.3776 + 0.0125x_2 + 0.0320x_3 - 0.0130x_1x_2 - 0.0241x_1x_3 + 0.0105x_2x_3$$

Анализ уравнения регрессии показывает, что при изменении факторов наибольшее влияние на интервал варьирования оказывает концентрация ортофосфорной кислоты в растворе. Это полностью соответствует теоретическим представлениям о том, что первой стадией фосфатирования является процесс коррозии с водородной деполяризацией:  $Fe + 2H_3PO_4 \rightarrow Fe(H_2PO_4)_2 + H_2 \uparrow$ .

Полученная информация о влиянии отдельных факторов и их сочетаний на процесс фосфатирования и построенная модель процесса позволяют рассчитать скорость образования фосфатного покрытия внутри выбранных интервалов варьирования.

Тем не менее, представляет интерес осуществить следующий этап математического планирования – крутое восхождение по плоскости. Для этого была поставлена серия экспериментов, в результате чего удельная масса фосфатного покрытия была увеличена на 23% по отношению к максимальному значению результатов, полученных для полного факторного эксперимента. Результаты крутого восхождения представлены на рис. 5.

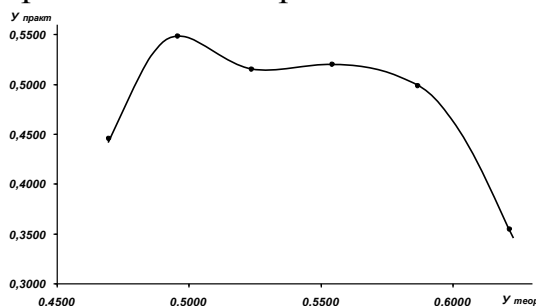


Рис. 5. Зависимость  $Y_{\text{прат}}$  от  $Y_{\text{теор}}$

Крутое восхождение по плоскости показало, что оптимум концентраций цинксодержащих солей и ортофосфорной кислоты находится в интервале: нитрат цинка – 43.0–44.5 г/л; монофосфат цинка – 36.5–38.0 г/л; ортофосфорная кислота – 14.0–15.5 г/л.

Таким образом, проведенные исследования позволили определить оптимальный состав раствора фосфатирования и разработать оптимальные условия

получения КХП фосфат-ПТФЭ, обладающего повышенными антикоррозионными свойствами, а также показать возможность эффективного применения для этих целей жидких и твердых отходов производства фторопласта Ф 4Д.

## ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КОЛОМЕНСКОГО РЕГИОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*О. В. Масляная, И. Ф. Востротина*

*ГОУ ВПО МО «Коломенский государственный педагогический институт»,  
pecof@kolomna.ru*

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т. д.) является наиболее актуальной, ведь всем известно выражение: «вода – это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, однако, даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. Воды на Земле много, но 97% – это солёная вода океанов и морей, и лишь 3% – пресная. Из этих три четверти почти недоступны живым организмам, так как эта вода «законсервирована» в ледниках гор и полярных шапках (ледники Арктики и Антарктики). Из воды, доступной живым организмам, основная часть заключена в их тканях.

Доказано, что повышенная жесткость воды негативно влияет на наше здоровье, поэтому было решено провести наблюдение за сезонным изменением вод Коломенского района в 2006–2007 гг.

**Жесткость воды.** Наш организм содержит около 70% воды. За всю жизнь человек в среднем выпивает (пропускает через организм) около 77000 литров воды. Наше здоровье в значительной мере зависит от качества воды, которую мы используем для питья и приготовления пищи.

Одним из важнейших показателей качества воды является содержание солей. Нормальная регуляция организма невозможно тогда, когда пренебрегается пороговая концентрация необходимых для жизнедеятельности минеральных элементов, растворённых в воде.

Жёсткость воды – это совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней преимущественно катионов  $\text{Ca}^{2+}$  (кальциевая жёсткость воды) и  $\text{Mg}^{2+}$  (магниевая жёсткость воды). Один из возможных их источников – горные породы (известняки, доломиты), которые растворяются в результате контакта с природной водой.

Данная работа посвящена контролю содержания ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) в питьевой воде. Избыток кальция в организме приводит к развитию мочекаменной болезни и нарушению состояния водно-солевого обмена, его недостаток вызывает увеличение числа смертельных исходов при сердечно-сосудистых заболеваниях, увеличение тяжести рахита, нарушение процессов свёртывания крови. На тяжесть течения и число неблагоприятных исходов сердечно-сосудистых заболеваний также влияет и недостаток магния в организме. С другой стороны избыток его может привести к нарушению работы кишечного



желудочного тракта. Большая магниевая жёсткость придаёт воде горький привкус.

Вода	Общая жёсткость ммоль*экв/л
Мягкая	до 2 ммоль*экв/л
Средней жёсткости	2–10 ммоль*экв/л
Жёсткая	более 10 ммоль*экв/л

Повышенная жесткость воды способствует усиленному образованию накипи в паровых котлах, отопительных приборах, что значительно снижает интенсивность теплообмена, приводит к большому перерасходу топлива и перегреву металлических поверхностей, ускоряет их износ.

На предприятиях проводят процесс умягчения воды – снижение природной жёсткости воды до уровня, отвечающего нормам СанПиН (1.5–7 мг · экв/ л). Наиболее распространён известково-содовый метод, который позволяет удалить как карбонатную, так и некарбонатную жёсткость. С помощью ионообменных методов умягчают воду с преобладающей некарбонатной жёсткостью (Na+ – катионирование). Комбинированием этих методов получают глубоко очищенную воду. Реагентное умягчение основано на введение в воду веществ, обогащающих её анионами  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{OH}^-$ , в результате чего образуются трудно-растворимые  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , выделяемые из воды осаждением и фильтрованием. В домашних условиях жёсткость воды уменьшают кипячением, при этом устраняется карбонатная жёсткость, или используют различные водные фильтры.

Но необходимо знать не только, как правильно уменьшить жёсткость воды, но и какой именно метод очистки применить к определённой воде. Если накипь уже образовалась, то применяют антинакипины – химические препараты для удаления накипи и отложений с внутренних стенок металлической и эмалированной посуды.

Накипь хорошо растворяется минеральными кислотами, которые, однако, быстро разрушают металлические стенки и эмаль. Поэтому для удаления накипи в быту, как правило, применяют средства на основе более слабых органических кислот (лимонной, щавелевой и др.).

**Методы определения жесткости воды.** Карбонатную жёсткость определяют методом ацидиметрического титрования (определение веществ титрования стандартным раствором кислоты). Метод основан на титрование анализируемой воды стандартным раствором соляной кислоты, с добавлением в воду индикатора метилового оранжевого.

*Ход работы:*

В коническую колбу отмеряют пипеткой 100 мл анализируемой воды, прибавляют 2–3 капли метилового оранжевого;

Титруют 0,1н раствором соляной кислоты до перехода жёлтой окраски в розовую. Метилоранжевый меняет окраску с желтой на розовую при переходе рН раствора с рН>4 на рН<4, окраска изменится на розовую в тот мо-

мент, когда весь карбонат кальция и магния прореагирует с кислотой и избыток её изменит рН воды ниже 4. Это и будет точка конца титрования.

Отсчитывают количество кислоты, пошедшее на титрование и записывают результат. Повторяют титрование 2–3 раза, берут среднее из сходящихся отчетов.

Нами в качестве титранта использован стандартизированный 0.1 н раствор соляной кислоты.

Вычисляют карбонатную жёсткость ( $J_k$ ) в миллиграмм-эквивалентах на 1 л воды, находят нормальность раствора солей и умножают ее на 1000:

$$J_k = \frac{V(HCl) \cdot N(HCl)}{V(H_2O)} \cdot 1000$$

Для определения общей жёсткости воды, т.е. общего содержания в ней всех солей кальция и магния, применяют комплексометрическое титрование. Этот метод основан на использовании реакций комплексообразований между определяемым компонентом раствора и титрантом.

В качестве титранта использовался 0.1 н. раствор динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА), которую называют комплексоном.

В качестве индикатора применяют метиллиндикатор, который позволяет визуально определить точку конца титрования. Метиллиндикаторы – органические красители, образующие комплексные соединения с ионами металла, менее прочные, чем комплекс металла с комплексоном. При определении общей жёсткости воды применяют эриохром чёрный Т.

При рН=7–11, когда индикатор имеет синий цвет, ионы металлов, в том числе кальция и магния, образуют комплексы красного цвета.

**Загрязнение и очистка воды.** Потребность в воде у организмов очень велика, поэтому её нужно рационально использовать и не загрязнять. Цикл воды в биосфере до развития цивилизации был равновесным, океан получал от рек столько воды, сколько расходовал при её испарении. С развитием цивилизации этот цикл стал нарушаться, в результате полива сельскохозяйственных культур увеличилось испарение с суши. Реки южных районов обмелели, загрязнение океанов и появление на его поверхности нефтяной плёнки уменьшило количество воды, испаряемой океаном. Всё это ухудшает водоснабжение биосферы

Уже сейчас из-за загрязнения водоемов в России погибают огромное количество человек, примерно столько же смертельно заболевает раком кожи в результате разрушения озонового слоя в стратосфере. В опасной отравленной среде обитания распространяются раковые и другие заболевания различных органов. У половины новорожденных, получивших даже незначительное облучение на определенном этапе формирования плода в теле матери, обнаруживаются задержки умственного развития. Следовательно, эту проблему надо решать как можно скорее и радикально пересмотреть проблему очищения промышленных сбросов.

В настоящее время источников загрязнения водной среды очень много, но самыми распространенными из них являются: пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества, канцерогенные, тяжелые металлы (ртуть Hg,

свинец Pb, кадмий Cd, цинк Zn, медь Cu, мышьяк As), сброс отходов в море с целью захоронения (дампинг), тепловое загрязнение водоемов и сточные воды.

Если используемая нами вода не соответствует санитарно-гигиеническим нормам, ее искусственно очищают. Очистка бытовой сточной воды производится механическими, биологическими и химическими методами.

Производственные сточные воды очищают физико-химическими и химическими методами, из которых наиболее часто применяют нейтрализацию, экстракцию и эвапарацию.

При механической очистке из сточной жидкости удаляют загрязнения, находящиеся в ней в нерастворенном и частично коллоидальном состоянии. Содержащиеся в сточной жидкости отбросы (бумаги, тряпки, кости, очистки от овощей, различные производственные отходы) предварительно задерживаются решетками.

Загрязнения минерального происхождения (песок, шлак и др.) осаждаются в сооружениях, называемых песколовками.

При биологической очистке из сточных вод удаляют наиболее мелкие взвешенные вещества, оставшиеся после механической очистки, и основную часть коллоидальных и растворенных веществ. В результате аэробных биохимических процессов, протекающих при биологических методах очистки, органическая часть указанных веществ минерализуется. В итоге полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород и нитраты.

Осветленную сточную жидкость, получающуюся в процессе очистки, выпускают в водоем (реку, озеро и пр.) после ее обеззараживания посредством хлорирования.

При химическом методе очистки в сточные воды вводят реагент, способствующий коагуляции и увеличивающий процент задержания нерастворенных веществ. Применяют также нейтрализацию и флотацию. При флотации в сточную жидкость добавляют флотореагенты и воздух, способствующие всплыванию загрязнений.

К физико-химическим методам очистки вод относятся также: сорбция, кристаллизация, флотация, ионный обмен, электролиз, электродиализ, использование гидроэлектрического эффекта и пр.

**Проведение работы.** Для изучения динамики изменения жёсткости воды и выявлений закономерностей мной был проведён периодический анализ проб воды из 6 различных источников Коломенского района в апреле 2007 г.

**Источники:** № 1 свх. «Чанки», № 2. пос. «Бакунино», № 3 пос. «Радужный», № 4 свх. «Сергиевский», № 5 пос. «Октябрьское», № 6 пос. «Лукерьино», № 7 пос. «Хорошово», № 8 вода из ионно-обменного фильтра (Чанки).

Апрель, 2007

Источник воды жесткость, ммоль*экв/л	свх. «Чанки»	пос. «Бакунино»	пос. «Радужный»	свх. «Сергиев- ский»	пос. «Октябрь- ское»	пос. «Лукерьино»	пос. «Хорошово»	фильтр
Общая	7,02	8,9	7,24	5,73	3,6	7,2	6,2	2,19
Карбонатная	5,2	7,4	6,74	5,66	2,67	6,86	5,07	2,06
Некарбонатная	1,82	1,5	0,5	0,07	0,93	0,34	1,13	0,13

Май, 2007

Источник воды жесткость, ммоль*экв/л	свх. «Чанки»	пос. «Бакунино»	пос. «Радужный»	свх. «Сергиевский»	пос. «Октябрьское»	пос. «Лукерьино»	пос. «Хорошово»	фильтр
Общая	6,2	7,3	8,0	6,6	4,2	7,8	6,4	2,0
Карбонатная	5,67	6,87	6,88	5,06	3,07	6,68	5,33	1,53
Некарбонатная	0,53	0,43	1,12	1,54	1,13	1,12	1,07	0,47

Июнь, 2007

Источник воды жесткость, ммоль*экв/л	свх. «Чанки»	пос. «Бакунино»	пос. «Радужный»	свх. «Сергиевский»	пос. «Октябрьское»	пос. «Лукерьино»	пос. «Хорошово»	фильтр
Общая	10,0	9,6	10,6	12,0	7,8	11,0	11,0	5,2
Карбонатная	8,2	7,83	8,0	5,76	5,6	8,95	6,4	4,76
Некарбонатная	1,8	1,77	2,6	6,24	2,2	2,05	4,6	0,44

Июль, 2007

Источник воды жесткость, ммоль*эquiv/л	свх. «Чанки»	пос. «Бакунино»	пос. «Радужный»	свх. «Сергиевский»	пос. «Октябрьское»	пос. «Лузерыно»	пос. «Хорошово»	фильтр
Общая	11,2	12,0	10,0	11,0	7,2	8,4	12,0	4,0
Карбонатная	6,85	6,75	6,9	10,0	5,9	7,9	5,8	2,5
Некарбонатная	4,35	5,25	3,1	1,0	1,3	0,5	6,2	1,5

Август, 2007

Источник воды жесткость, ммоль*эquiv/л	свх. «Чанки»	пос. «Бакунино»	пос. «Радужный»	свх. «Сергиевский»	пос. «Октябрьское»	пос. «Лузерыно»	пос. «Хорошово»	фильтр
Общая	10,4	9,0	10,6	9,6	7,8	7,6	12,4	1,0
Карбонатная	7,35	7,0	8,0	6,45	3,65	7,3	6,5	0,76
Некарбонатная	3,05	2,0	2,6	3,15	4,15	0,3	5,9	0,24

Цифры говорят сами за себя. Работа продолжается.

## МЕТОД АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД АРХАНГЕЛЬСКОГО ЦБК

*О. А. Жвакина, М. А. Жвакина*

*Архангельский государственный технический университет,  
ok77nov@agtu.ru*

В настоящее время осадки сточных вод Архангельского ЦБК плохо уплотняются и недостаточно хорошо обезвоживаются на фильтр-прессах. Вместе с тем известно, что некоторые методы обработки приводят к улучшению седиментационных и фильтрационных свойств осадков. Одним из таких методов является их аэробная стабилизация. Под аэробной стабилизацией понимают аэрирование воздухом исходного осадка в течение определенного промежутка времени (несколько суток).

Для проверки влияния аэробной стабилизации на указанные выше свойства осадков был поставлен специальный эксперимент с использованием модельных тенков. В качестве объектов исследования служили смесь избыточных активных илов первой и второй ступеней биологической очистки (АИ-I+АИ-II),

предварительно сгущенный избыточный ил второй ступени биологической очистки (сгущ. АИ-II) и смесь сгущенных избыточного активного второй ступени и производственного осадка второй очереди (сгущ. АИ-II+ПО-II). Аэрирование проводили в течение 10 суток с отбором проб в течение первых трех дней через 12 часов, а затем через каждые 24 часа. Полученные экспериментальные данные, характеризующие изменение седиментационных и фильтрационных свойств осадков в период эксперимента, представлены на рис. 1–3.

Рассматривая данные, представленные на рис. 1, видно, что в результате аэробной стабилизации осаждаемость осадков улучшается, особенно значительное это влияние на седиментационные свойства смеси илов и смеси АИ-II и ПО-II.

Интересная особенность наблюдается при аэробной стабилизации сгущенного АИ-II. Кривая, характеризующая уплотнение осадка в течение 90 мин, проходит через минимум, который наблюдается на 5-е сутки.

Фильтруемость осадков изучали на лабораторной установке, моделирующей работу пресс-фильтра [1]. Фильтрацию осуществляли с добавкой 0.05%-го раствора флокулянта Налко в количестве 4 кг/т. При этом оценивали два показателя: удельную производительность фильтрации (УПФ, кг с.в./м<sup>2</sup>·час) и влажность обезвоженного осадка (W, %). Полученные результаты представлены на рис. 2 и 3.

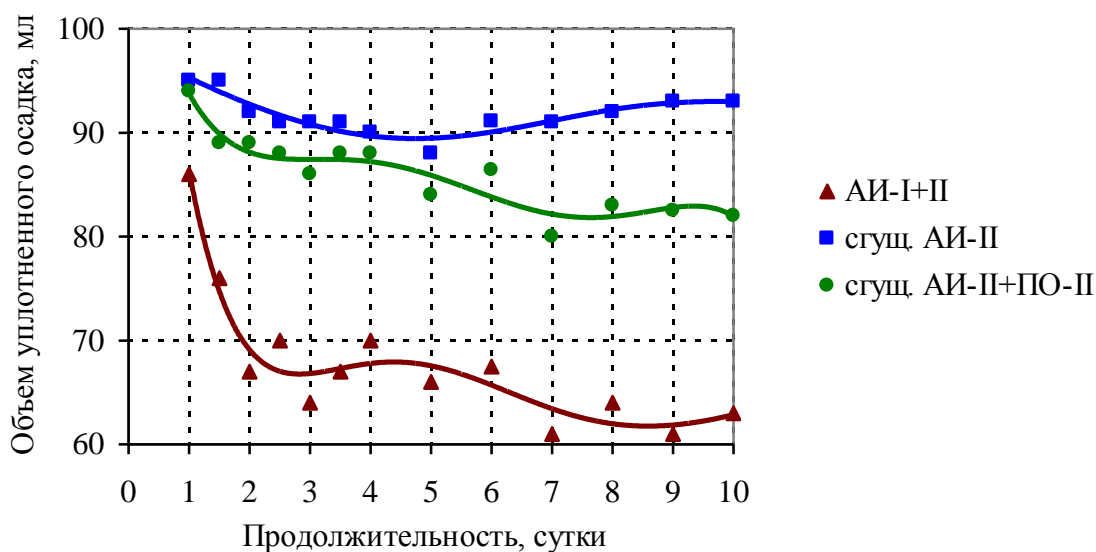


Рис. 1. Влияние аэробной стабилизации на седиментационные свойства осадков

Как следует из полученных экспериментальных данных, аэробная стабилизация оказывает положительное влияние не только на стадию уплотнения, но и на стадию фильтрования, существенно увеличивая производительность фильтрации, а также снижая влажность обезвоженного осадка.

Из расположения опытных точек на рисунке 2 видно, что зависимость УПФ от продолжительности процесса стабилизации носит экстремальный характер, и наилучшие показатели достигаются на 5...6 сутки. То есть в этот период осадки обладают наибольшей водоотдачей. При данной продолжительно-

сти наблюдается увеличение УПФ примерно в 2.3 раза для смеси илов, в 3 раза для сгущенного избыточного АИ-П, в 2.5 раза для смеси АИ-П с ПО-П. В тот же период времени (рисунок 3) происходит снижение влажности обезвоженного осадка. Влажность осадка снижается в среднем в 1.1...1.2 раза.

Таким образом, аэробная стабилизация в течение 5...6 суток позволяет значительно улучшить фильтруемость и седиментационные свойства осадков, а значит, увеличить производительность оборудования для их переработки.

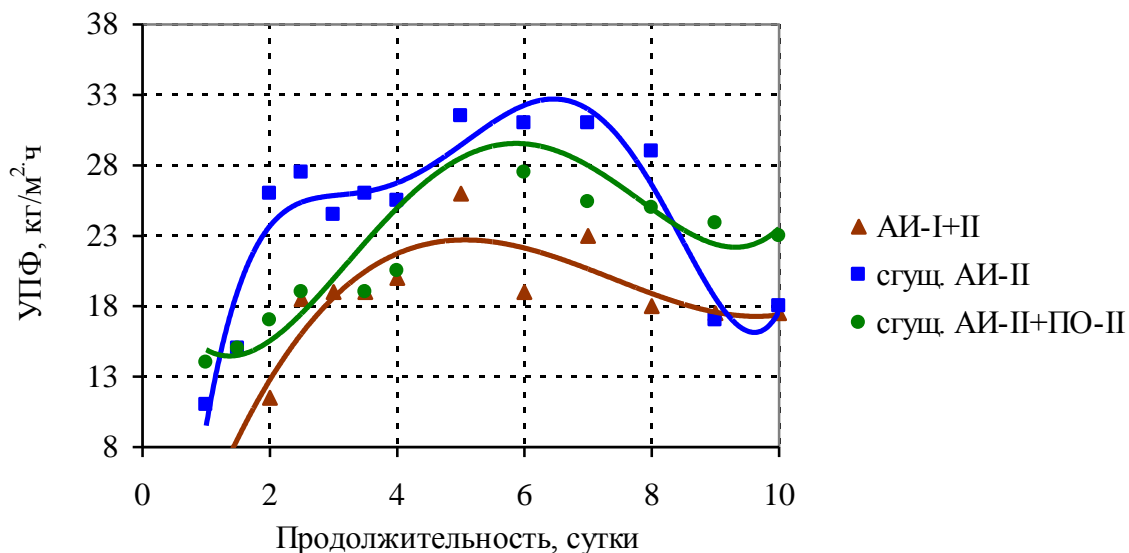


Рис. 2. Влияние аэробной стабилизации на удельную производительность фильтрации (УПФ) осадков

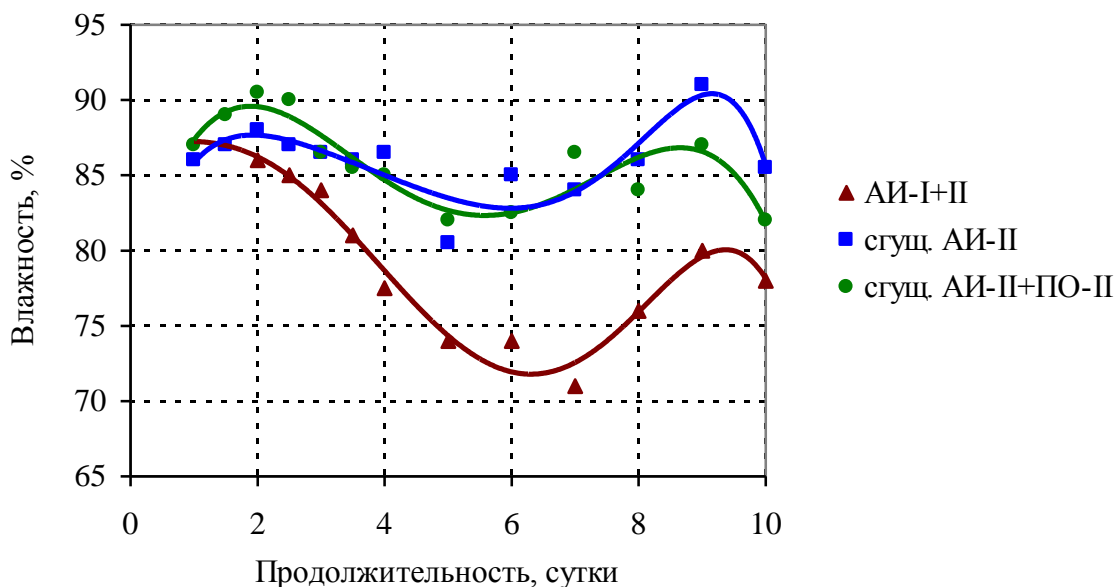


Рис. 3. Влияние аэробной стабилизации на влажность кека

### Литература

Жвакина М. А., Жвакина О. А., Гельфанд Е. Д. Экспресс-методика для оценки фильтруемости осадков сточных вод. Архангельск, 2004. (Информ. листок / ЦНТИ).

## **ОЦЕНКА ИММОБИЛИЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К КОМПОНЕНТАМ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА**

*П. П. Кречетов, Т. В. Королева*

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
geolab@geogr.msu.ru*

В настоящее время Российской Федерацией эксплуатируются два космодрома – «Плесецк» и «Байконур». К объектам наземной космической инфраструктуры помимо собственно территорий космодромов также относятся районы падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧРН), которые предназначены для приема отработавших ступеней ракет-носителей, хвостовых отсеков и головных обтекателей.

В Томской, Омской, Новосибирской областях, Алтайском крае и Республике Алтай расположены районы падения вторых ступеней ракет-носителей, запускаемых с космодрома «Байконур». В экосистемы этих районов могут поступать компоненты ракетного топлива с обломками топливных баков вторых ступеней ракет, которые разрушаются на высоте 50–30 км.

Одним из наиболее токсичных компонентов ракетного топлива является несимметричный диметилгидразин (НДМГ). Он представляет собой высокотоксичное соединение первого класса опасности и характеризуется следующими химическими свойствами:

- высокой растворимостью в воде (Сарнер, 1969) и возможностью миграции в составе почвенного раствора до глубины залегания грунтовых вод;
- активной окисляемостью кислородом воздуха (Братков, Серегин, Горенков, 1987) и трансформацией в аэробных условиях до нетоксичных форм;
- переходом молекулы НДМГ в кислых условиях в форму катиона и участием в ионообменных процессах;
- образованием соединений с карбоновыми кислотами и их производными (Греков, 1966; Зеленин, 1998; Иоффе, Кузнецов, Потехин, 1979), и возможностью закрепления НДМГ в почве за счет образования комплексных соединений с гумусовыми кислотами.

Поведение загрязняющих веществ в объектах окружающей среды во многом определяется свойствами почв. Одни свойства обеспечивают их быстрое разрушение, другие – вынос за пределы почвенного профиля, третьи – наоборот, обеспечивают вывод их из почвенного раствора и прочно фиксируют их в твердых фазах, делая малодоступными для растений.

Иммобилизация – это процесс перевода химических соединений почв в малоподвижные формы. Показатели иммобилизации могут быть как косвенные – уменьшение содержания загрязняющих веществ в почвенном растворе, так и прямые – содержание поллютантов в твердых фазах почв. В зависимости от



свойств почв иммобилизация загрязняющих веществ может быть разной степени прочности, что во многом определяет вероятность экологического риска для биоценоза.

С целью изучения иммобилизующей способности почв РП ОЧРН по отношению к НДМГ были проведены лабораторные модельные эксперименты.

В качестве объектов исследований были выбраны почвы РП ОЧРН Северо-Восточного Алтая, представляющие различные высотные пояса (горно-тундровая торфянисто-перегнойная легкосуглинистая, горно-лесная дерново-глубокоподзоленная глинистая, аллювиальная дерновая среднесуглинистая, дерново-глеявая глинистая), Васюганской равнины (дерново-глубокоподзолистая среднесуглинистая, подзол иллювиально-железистый песчаный, аллювиальная луговая кислая маломощная глинистая) и Кулундинской степи (чернозем южный тяжелосуглинистый, солонец лугово-черноземный тяжелосуглинистый, солонец черноземно-луговой тяжелосуглинистый, солонец черноземный солончаковатый глинистый, солончак гидроморфный типичный тяжелосуглинистый, солончак гидроморфный соровый глинистый, лугово-болотная торфянистая среднесуглинистая, солодь лугово-степная легкосуглинистая).

В условиях модельных лабораторных экспериментов было проведено исследование иммобилизующей способности почв при краткосрочном воздействии растворов НДМГ и при гравитационном перемещении растворов в почвах.

В первом случае растертые образцы почв заливались водными растворами НДМГ с исходной концентрацией от 0.1 до 1000 мг/л при отношении почва : раствор 1 : 10. Определялось содержание НДМГ в надосадочной жидкости и в твердых фазах почв.

Во втором случае образец почвы, отобранный из гумусового горизонта почвы, высушивали до воздушно-сухого состояния, просеивали, увлажняли дистиллированной водой до 30 весовых процентов. Затем почва набивалась в полипропиленовые колонки с мощностью слоя 9 см. Колонка с почвой подвергалась воздействию раствора НДМГ в дистиллированной воде с концентрацией 0.1 и 5 мг/л. Моделировалось воздействие суточной и годовой нормы осадков.

Результаты исследования иммобилизующей способности почв при краткосрочном воздействии растворов НДМГ. Для всех исследуемых почв при малых концентрациях исходного раствора (менее 5 мг/л) количество загрязнителя, выведенное из раствора, наибольшее и достигает 90% от исходного, при этом дифференциация в зависимости от свойств почв не выражена. С увеличением содержания НДМГ в исходном растворе нейтрализующая способность почв постепенно снижается, но ярче проявляется зависимость от особенностей почвенных горизонтов.

Из исследуемых почв Северо-Восточного Алтая наибольшей иммобилизующей способностью по отношению к НДМГ обладают кислые органогенные горизонты горно-тундровой почвы – около 82% от исходного количества. Минимальное количество иммобилизованного загрязнителя отмечается в горизон-

тах со слабокислой реакцией почвенного раствора: в горизонтах гидроморфных почв (30%), а также в гумусовом горизонте горно-лесной почвы (7%).

В почвах Васюганской равнины наибольшее количество иммобилизованного НДСМГ (73%) соответствует гумусовому горизонту аллювиальной луговой почвы, который характеризуется кислой реакцией почвенного раствора, повышенным содержанием гумуса и тяжелым гранулометрическим составом. Минимальная иммобилизация отмечается в глеевом горизонте – 50% – где реакция почвенного раствора становится слабокислой. В целом, для почв Васюганской равнины наибольшее количество иммобилизованного НДСМГ отмечается в кислых гумусовых горизонтах.

Для почв территории Кулундинской степи наибольшим количеством иммобилизованного НДСМГ (85%) характеризуется торфянистый горизонт лугово-болотной торфянистой почвы со слабокислой реакцией почвенного раствора и высоким содержанием гумуса. Минеральные щелочные горизонты с высоким содержанием физической глины характеризуются низкой иммобилизацией загрязнителя (около 20%). Наибольшее количество иммобилизованного загрязнителя для почв Кулундинской степи отмечается в горизонтах со слабокислой реакцией среды, а также в горизонтах с высоким содержанием органического вещества.

В целом наибольшее влияние на нейтрализацию НДСМГ оказывает реакция почвенного раствора. Для образцов кислых почв (с величиной рН ниже 6) иммобилизация достигает 80%, в то время как в щелочных почвах не превышает 52%.

Результаты исследования иммобилизующей способности почв при гравитационном перемещении растворов в почвах. Установлено, что в данном случае в почве иммобилизуется до 13% загрязнителя, при этом при внесении раствора с концентрацией 0.1 мг/л в верхней части почвенной колонки сорбируется 100% НДСМГ, и только при увеличении концентрации до 5 мг/л в нижней части колонки валовое содержание НДСМГ может достигать до 43% от обнаруженного в колонке.

При внесении суточной нормы осадков с концентрацией 0,1 мг/л НДСМГ в почвах не обнаружен. При годовой норме осадков концентрация в аллювиальной дерновой почве составляет 0.016 мг/кг, в дерново-глеевой – 0.011 мг/кг, причем весь иммобилизованный НДСМГ присутствует в верхней части колонки. При увеличении концентрации вводимого раствора до 5 мг/л НДСМГ по-прежнему не обнаруживается в нижней части колонки, зато в верхней части колонки концентрация загрязнителя в аллювиальной дерновой почве превышает в 2–3 раза значение ОБУВ НДСМГ.

При концентрации 5 мг/л и годовой норме осадков в опыте с аллювиальной дерновой почвой и дерново-глубокоподзолистой в твердых фазах закрепляется от 1.5 до 10% от вводимого загрязнителя.

В лугово-болотной перегнойной почве при внесении раствора НДСМГ с концентрацией 0.1 мг/л загрязнитель закрепляется только в верхней части колонки и не превышает ОБУВ. При увеличении концентрации до 5 мг/л и суточ-

ной норме осадков НДМГ по-прежнему обнаруживается только в верхней части колонки.

Почвы Кулундинской степи выделяются наименьшими концентрациями НДМГ как в почве, так и в гравитационных водах, что объясняется высокой окислительной способностью данных почв.

На основании проведенных модельных лабораторных экспериментов было установлено, что на степень иммобилизации НДМГ влияют такие факторы как рН, содержание гумуса и количество илстых частиц. Максимальное количество закрепившего в твердой фазе НДМГ наблюдается в почвах с высоким содержанием гумуса и низким рН: подзол и дерново-подзолистая почва. Низкое значение рН при загрязнении почвы НДМГ приводит к образованию катионной формы НДМГ, которая хорошо поглощается отрицательно заряженными почвенными частицами. В щелочных почвах НДМГ находится в электронной форме, что способствует низкому уровню поглощения вещества.

#### Литература

- Братков А. А., Серегин Е. П., Горенков А. Ф. Химмотология ракетных и реактивных топлив. М., 1987. 304 с.
- Греков А. П. Органическая химия гидразина. Киев, 1966. 235 с.
- Зеленин К. Н. Гидразин. Соросовский образовательный журнал. № 5. 1998. С. 59–65.
- Иоффе Б. В., Кузнецов М. А., Потехин А. А. Химия органических производных гидразина. Ленинград, 1979.
- Сарнер С. Химия ракетных топлив. М., 1969. 488 с.

## СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ В СИСТЕМАХ ФИЛЬТРАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

*В. А. Алексеев, А. Хедр, Е. М. Козаченко*

*Ижевский государственный технический университет e-mail: lazer@istu.ru*

С появлением индустриального общества резко усилилось вмешательство человека в природу, стало опасным и сейчас грозит стать глобальной проблемой всего человечества.

По мере развития науки и техники, умножения производственных сил общество получает возможность всё более активно воздействовать на природу, чтобы использовать её ресурсы и естественные силы для удовлетворения своих постоянных возрастающих потребностей. В результате рост производства сопровождается широкомасштабным разрушением природных систем и интенсивным загрязнением среды, что наносит ущерб и природе, и обществу. Одним из важных загрязнений окружающей природной среды является загрязнение воды.

Вода - ценнейший и незаменимый вид природных ресурсов. Общие её запасы исчисляются в миллиард кубических метров. Однако запасы поверхностных вод очень невелики. Россия по общим запасам пресной воды занимает одно из лидирующих мест в мире [2].

Анализ водопользования за 5–6 прошедших десятилетий показывает, что ежегодный прирост безвозвратного водопотребления, при котором использованная вода теряется для природы, составляет 4–5%. Подсчитано, что при сохранении таких темпов потребления и с учетом прироста населения и объемов производства к 2010 г. человечество может исчерпать все запасы пресной воды. Ограниченные запасы пресной воды ещё больше сокращаются из-за их загрязнения. Главную опасность представляют сточные воды (промышленные, сельскохозяйственные, бытовые), поскольку значительная часть использованной воды возвращается в водные бассейны в виде сточных вод.

Наиболее распространенными загрязнителями воды являются масла на предприятиях по переработке сельхозпродукции, нефть и нефтепродукты. Нефть может попасть в воду в результате естественных её выходов в районах залегания. Но основные источники загрязнения связаны с человеческой деятельностью: нефтедобычей, транспортировкой, переработкой и использованием нефти в качестве топлива и промышленного сырья, переработкой сельскохозяйственной продукции [5].

Ошибки и технические неполадки в процессе бурения и эксплуатации скважин приводят к «залповым» выбросам нефти и нефтяного газа, что вызывает локальные, но очень сильные загрязнения окружающей среды [4].

В течение последних 5 лет в пищевых отраслях ежегодно образуется 45–47 млн. т. Вторичного сырья и отходов, из них в мясной промышленности 0,8–0,7 млн.т., в молочной 12,5–11,9, в зерноперерабатывающей 5–4,5, в масложировой 1,2–1, в сахарной 18–16, в спиртовой 12–11, в пивоваренной 0,8–0,7. Предприятия пищевой промышленности загрязняют в основном воду, в меньшей степени воздух и почву.

Сброс загрязненных сточных вод предприятиями пищевой промышленности составляет 2–3% сброса предприятиями всех отраслей промышленности РФ.

Наиболее характерными для сточных вод предприятий пищевой промышленности являются взвешенные вещества, жир, общий и аммонийный азот, хлориды, фосфаты, тяжелые металлы, СПАВ, нефтепродукты. В последние годы фиксируются увеличение в сточных водах количества нефтепродуктов, сульфатов, фенолов, нитратов, алюминия [3].

Современные предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции имеют очистные сооружения для подготовки сброса промышленных водных стоков в водоемы. Очистные сооружения обеспечивают качественную очистку сточных вод с использованием фильтров различной конструкции. Существующие системы очистки сточных вод не обеспечивают полного извлечения загрязняющих веществ, в частности, большинство фильтров не предназначены для очистки стоков от маслянистых веществ.

В случае непреднамеренного аварийного кратковременного выброса маслянистых веществ дорогостоящие устройства фильтрации могут быть повреждены или качество очистки будет ниже. Аварийные выбросы связаны с нарушением технологического процесса по неопытности оператора или в связи с аварией на одной из установок.

Сегодня многочисленные аварийные ситуации стали неотъемлемой частью нормальной эксплуатации оборудования. Можно сказать, что катастрофичной стала обычная производственная деятельность [6].

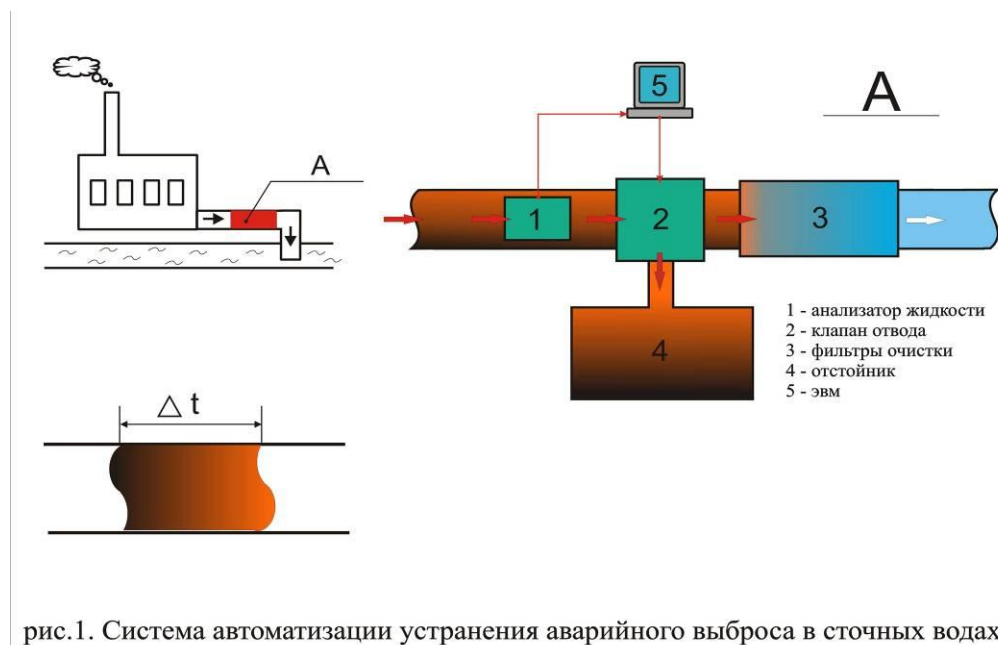
Для обеспечения безопасности населения нужно применять технические средства контроля над внезапным загрязнением рек.

Сброс производственных сточных вод в городскую канализацию должен осуществляться через самостоятельные выпуски с устройством за пределами территории предприятия контрольных колодцев, которые оборудуются приспособлениями (автоматическими пробоотборниками, измерительными устройствами и т. п.) для постоянного (т. е. непрерывного) контроля над составом и расходом производственных сточных вод [7].

Желательно, чтобы технология анализа была экспрессной, имела бы предельно простую подготовку проб, а приборы могли бы работать во внелабораторных условиях.

Отработанную воду, не подлежащую повторному применению, предприятия сбрасывают обратно в водоемы. Естественно, предварительно эта вода проходит через фильтры очистки, однако, в случае аварии они не смогут предотвратить выброс загрязняющих веществ в окружающую среду, особенно, если в систему слива попадут вещества, на которые эти фильтры не были рассчитаны. Таким образом, возникает задача своевременного распознавания аварийного выброса с целью принятия соответствующих мер по предотвращению распространения загрязнения.

Проведенные нами исследования показали, что в отдельных случаях аварийные выбросы, протекающие в течении определённого интервала времени, представляют собой «сгусток» неоднородной жидкости в основной трубе, отводящей сточную воду к фильтрам. При подобной аварии изменяется плотность сточных вод на определённом интервале времени, «сгусток» сточной жидкости, которую можно фиксировать косвенными измерениями оптической плотности. Одним из методов косвенного измерения является турбодиметрический способ, основанный на измерении изменения интенсивности рассеянных световых потоков при воздействии лазерного излучения на поток жидкости (10). Излучение лазера через входное окно в сточной трубе проходит через поток воды и попадает на фотоприемник, находящийся за вторым окном в трубе. Электрический сигнал с фотоприемника преобразуется в цифровой сигнал, который регистрируется ЭВМ. Производится обработка цифрового сигнала в ЭВМ и по ее результатам принимается решение о перераспределении потока воды. Обнаружение «сгустка» сточной жидкости позволит обеспечить контроль движения его по основной трубе и при соответствующей автоматике отвести его в специальный отстойник. Таким образом, прекратить временно поступление сточной воды на фильтры.



На рис. 1 показана схема автоматизации устранения аварийного выброса в сточных водах. Анализатор жидкости 1 производит непрерывный контроль параметров воды, характеризующих ее загрязненность (пропускание, плотность и т. д.). Пока концентрация растворенных веществ изменяется в некоторых допустимых пределах, вода, проходя через фильтры очистки, поступает в окружающую среду (водоем). В случае выброса на предприятии анализатор жидкости 1 подает сигнал на управляющий компьютер 5, который посредством клапана отвода 2 направляет загрязненную воду в отстойник 4. Объем отстойника должен быть таким, чтобы вместить в себе всю жидкость, поступающую за время устранения аварии.

Рассмотренная проблема характерна для предприятий по переработке семян подсолнечника, оливковых культур, молокозаводов и др.

### Литература

- В. Грузнов // Наука в Сибири. № 13 (2249) 31 марта 2000.
- Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Экология. М.: Дрофа, 1998.
- Комаров В. И., Мануйлова Т. А. Проблемы экологии в пищевой промышленности. // Экология и промышленность России, июнь 2002. С. 4.
- Орлов Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. / Учебное пособие для химических и химико-технологических и биологических специальностей вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. М.: Высшая школа, 2002. 334 с.
- Хван Т. А. Промышленная экология / Серия «Учебники, учебные пособия». Ростов н/Д.: Феникс, 2003. 320 с.
- Шахраманьян М. А., Акимов В. А., Козлов К. А. Уральский регион России, опасности природного, техногенного и экологического характера. // Экология и промышленность России, 2002. С. 4.
- Щербаков Б. Я., Чиликин А. Я., Ижевский В. С. Экология и промышленность России. 2002. С. 39.

# ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ НА СЕРО- И СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИЕ ГАЗЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

А. П. Леушина<sup>1</sup>, Е. В. Маханова<sup>2</sup>, Д. Н. Данилов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Вятский государственный университет,

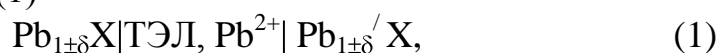
<sup>2</sup>Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
lenamachanova@rambler.ru,

<sup>3</sup>Вятский государственный гуманитарный университет,  
denisdanilov@rambler.ru

Твёрдоэлектродные сенсоры имеют ряд преимуществ перед другими чувствительными элементами. В настоящее время созданы сенсоры для определения серо- и свинецсодержащих газов в атмосферном воздухе и выбросах промышленных предприятий. Твёрдоэлектродные сенсоры способны работать в широкой области концентраций определяемого газа (от 0,01 до 100 ppm), компактны, дешёвы, не требуют дополнительных реактивов для проведения анализа. Твёрдоэлектродные сенсоры с нестехиометрическими электродами, помимо указанных достоинств, могут использоваться как для анализа серо-, так и свинецсодержащих газов. Чувствительность их к анализируемому газу можно регулировать, задавая величину отклонения от стехиометрии в материале измерительного электрода, а также изменяя состав электрода сравнения.

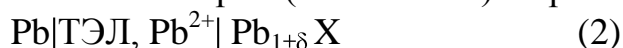
Датчики с нестехиометрическими электродами могут использоваться как датчики интегрального или дифференциального типа.

В данной работе использовались сенсоры с измерительными электродами из нестехиометрических монохалькогенидов свинца -  $Pb_{1\pm\delta}X$ , где  $X=S, Se, Te$ . При использовании измерительного электрода и электрода сравнения одного состава в ячейке (1)



где  $\delta=\delta'$ , изменение э.д.с. ячейки при подаче анализируемого газа на измерительный электрод определяется только изменением нестехиометрии ( $\delta$ ) измерительного электрода. В этом случае при использовании динамического режима анализа сенсор работает как датчик дифференциального типа. В том случае, если используется статический режим, то подача анализируемого газа приводит к изменению э.д.с. до тех пор, пока не установится постоянное значение э.д.с. при переходе в соответствующую двухфазную область. При достижении  $E_{max}$  - это  $Pb_{1-\delta_{max}}X \div X$ . При достижении минимального значения э.д.с. - двухфазной области  $Pb_{1+\delta_{max}}X \div Pb$ . В этом случае датчики могут служить прерывателями технологических процессов.

При использовании ячейки (2) в качестве чувствительного элемента исследовалось влияние нестехиометрии (величины  $\delta$ ) на работу датчиков.



При анализе серосодержащих газов в качестве измерительного электрода используется сульфид свинца в области со сверхстехиометрическим содержанием свинца. При анализе свинецсодержащих газов в качестве измерительных электродов используются нестехиометрические  $PbSe$  и  $PbTe$ .

В области с избытком халькогена для этих материалов характерен вакансионный механизм разупорядочения (образование отрицательно заряженных вакансий в подрешётке свинца). Для селенида свинца, в отличие от теллурида, в области с избытком свинца возможно образование междоузельных дефектов  $Pb_i$ . Поэтому селенид свинца может быть использован в качестве электродного материала как при дефиците, так и при избытке свинца.

Чувствительность рассматриваемых сенсоров характеризовалась наклоном калибровочного графика в координатах  $\Delta E \div I_g P$  и пределом обнаружения. Предел обнаружения свинецсодержащих газов для датчика с измерительным электродом  $Pb_{1\pm\delta}Te$  составляет  $0,0018 \text{ мг/м}^3$ , что существенно ниже ПДК ( $0,01 \text{ мг/м}^3$ ).

## **ВЛИЯНИЕ СВЧ – ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛАСТОВЫХ ВОД**

*Ю. В. Артамонова, Е. В. Короткова, В. И. Лабунская, К. Н. Огурцов*  
*Саратовский государственный технический университет,*  
*art-julia85@rambler.ru*

Разработка нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления путем закачки воды без антибактериальной подготовки привела к повсеместному заражению микроорганизмами нефтепромысловых вод, которые циркулируют в системе пласт – скважина – наземное оборудование (Беляев, Розанова, 1990).

При этом микроорганизмы усиливают как электрохимическую, так и химическую коррозию промышленного оборудования. Это приводит к авариям, вследствие которых происходит загрязнение территорий нефтепромыслов и грунтовых вод (Яковлев, 1987).

Выделяемый бактериями сероводород ухудшает товарное качество добываемых нефти и газа. Бактерии способны закупоривать поры пласта, что резко снижает объем добычи нефти (Крец, 1992; Доломатов, 1995).

Для предотвращения развития биоценоза в пласте в мировой практике уже с 60-х годов 20 века закачиваемые воды обеззараживаются. Сейчас это осуществляется несколькими способами: обработкой УФ и гамма – лучами, добавками бактерицидов, озонированием. Все эти методы имеют свои достоинства и недостатки. Но до сих пор ведутся разработки новых более эффективных и экономичных методов борьбы с микробным заражением (Хусаинов, Коробовкин, 1999).

Все большее применение в различных отраслях хозяйственной деятельности находит СВЧ - излучение. Созданы и эффективно используются установки по стерилизации сельскохозяйственных продуктов. В нефтегазовом ком-



плексе СВЧ- установки используются для удаления газогидратных и парафиновых пробок в скважинах, для обезвоживания нефти.

Целью нашей работы стало изучение возможности применения СВЧ – излучения для биологического обезвреживания пластовых вод и снижения концентрации в них нефтепродуктов, что позволит увеличить эффективность поддержания пластового давления и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду (Ипатова, Иванов, 1993).

Для исследования нами были взяты образцы воды из пруда-отстойника предприятия «Левобережный цех по подготовке и транспортировке нефти и газа», входящего в состав ОАО «Саратовнефтегаз». В пруду отстаиваются пластовые воды, отделенные при добыче нефти, после чего они возвращаются в производство, т.е. закачиваются в пласт.

Общее содержание нефтепродуктов в воде составляло 123,6 мг/л общая минерализация – 216,2 г/л.

О загрязнении вод микроорганизмами судили по наличию в них бактерий группы кишечной палочки (*Escherichia coli*). Пробы воды подвергались разбавлению физраствором до концентрации  $10^{-1}$ – $10^{-10}$  и высевались на среду Эндо.

Несмотря на увеличение степени разведения, высокая интенсивность роста микроорганизмов сохранялась вплоть до разведения  $10^{-4}$ .

Вероятно, это связано с тем, что в исследуемой воде слишком высока концентрация солей, что является губительным для микроорганизмов. При разведении  $10^{-4}$  степень минерализации снижается до 0,2г/л, что соответствует нормальным для их развития условиям.

Образцы облучали на модуле СВЧ Э19.000.000 при частоте 2450 МГц. Продолжительность обработки составляла 10 с. Мощности облучения изменялись в диапазоне от 200 до 700 Вт с шагом 100.

Далее проводился химический и биологический анализ пластовой воды после облучения.

Анализ воды на содержание нефтепродуктов показал что СВЧ – излучение уменьшает их количество по сравнению с исходной пробой, причем степень уменьшения различна при разных значениях мощности облучения (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение концентрации нефтепродуктов при разных режимах облучения**

Мощность облучения, Вт	Концентрация нефтепродуктов, мг/л
0 (исходная вода)	123,6
200	9,5
300	112,7
400	50,5
500	105,4
600	56,0
700	88,5

Четкой количественной зависимости выявить не удалось. Однако можно сделать вывод, что наиболее эффективным является облучение при мощности в 200 Вт. При этом концентрация нефтепродуктов снижается до 9,5 мг/л, т. е. в

13 раз. Этот эффект можно применять на практике для очистки вод от нефтепродуктов.

Также было выявлено влияние СВЧ излучения на микрофлору анализируемой воды.

Оказалось, что и в этом случае, максимальный рост наблюдался при разведениях  $10^{-4}$  –  $10^{-6}$ . Т.е. ингибирующий эффект высокой минерализации сохраняется и после облучения. Только при мощности в 300 Вт тенденция увеличения роста сохранялась до разведения  $10^{-9}$ . Проведенный хроматографический анализ показал, что облучение при данной мощности привело к образованию значительного количества низкомолекулярных углеводородов (метан, этан). Возможно, их содержание оказывает ингибирующее воздействие даже при очень малых концентрациях т.к. общеизвестно, что легкие фракции нефти наиболее токсичны.

Можно отметить, что при излучении мощностью 200 Вт характер роста не имел выраженных особенностей, хотя содержание нефтепродуктов в воде после облучения было минимальным. Поэтому можно предположить, что определяющим фактором для жизнеспособности микроорганизмов в данном случае является именно воздействие излучения.

Влияние СВЧ – излучения на жизнеспособность микроорганизмов носит нелинейный характер. С увеличением мощности излучения количество бактерий сначала постепенно снижалось, достигая минимума при 400 Вт, после чего наблюдалось увеличение интенсивности роста до максимума при 500 Вт. Далее снова наблюдалось снижение количества бактерий (рис. 1).

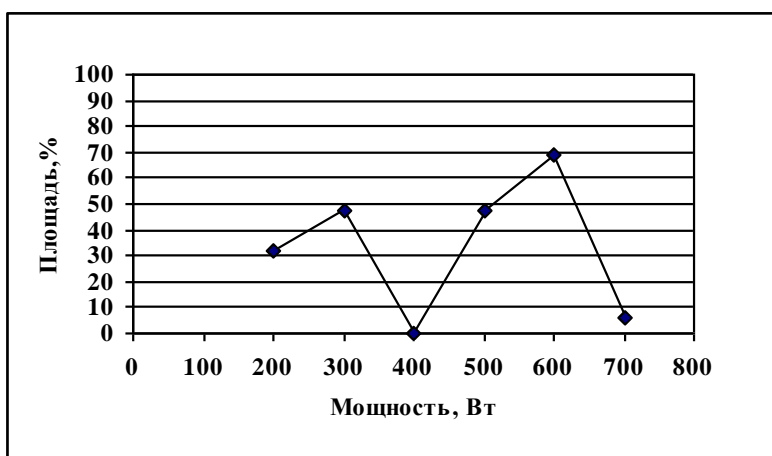


Рис. 1. Влияние мощности излучения на жизнеспособность микроорганизмов

Поскольку химический анализ не выявил значимых для микрофлоры изменений в составе нефтепродуктов, можно сделать вывод, что ингибирующий и стимулирующий эффекты обусловлены СВЧ - излучением.

Анализируя литературные данные и результаты нашей работы, можно предположить, что применение СВЧ – излучения в нефтегазовом комплексе может быть очень эффективным за счет своей многофункциональности. Используя одну установку и изменяя параметры ее работы можно осуществлять

не только обеззараживание пластовых вод, но и очистку сточных вод от нефтепродуктов и патогенных микроорганизмов.

### Литература

Беляев С. С., Розанова Е. П., Борзенкова И. А. и др. Особенности микробиологических процессов в заводняемого нефтяном месторождении Среднего Приобья. Микробиология. 1990. Т. 59. № 6. С. 1075–1081.

Доломатов М. Ю., Телин А. Т., Исмагилов Г.А. и др. Исследование фильтрации культурной жидкости, содержащей микрофлору заводняемого нефтяного пласта. Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 1995. № 1. С. 56–59.

Ипатов А. Г.; Иванов В. Л.; Козьмин Г. В. Действие ЭМИ СВЧ – диапазона на лабораторных и сельскохозяйственных животных // Радиобиологический съезд. Киев. 1993.

Крец В. Г. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: Уч. пособ. Томск: Изд. ТПУ, 1992. 112 с.

Хусаинов З.М., Коробовкин О. Р., Чирков В. Л., Силищев Н.Н., Ключарев А. В. Применение технологии биоцидного воздействия на Алехинском месторождении. // «Нефтепромысловое дело». 1999. № 8. С. 10–16.

Яковлев В. С. Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды. М.: Химия, 1987. 152 с.

## ОСНОВНЫЕ МОМЕНТЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ОЧИСТКИ ПРОМСТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА БУТИЛАЦЕТАТА

*С. Ф. Идрисова*

*Филиал Московского государственного университета  
технологий и управления в г.Мелеуз Республика Башкортостан,  
tim\_id@mail.ru*

Основной причиной крайне неблагоприятного экологического состояния большинства регионов России является низкий уровень решения проблем, связанных с охраной окружающей среды, в том числе и водных объектов.

Ивановская область – крупнейший регион, на территории которого сосредоточены промышленные предприятия машиностроительной, химической и текстильной промышленности, интенсивно загрязняющие своими отходами поверхностные водоисточники. Главной речной артерией области является река Волга, протяженность которой по территории составляет 173 км. Ежегодно в поверхностные воды Ивановской области сбрасывается 248.84 млн.м<sup>3</sup> стоков. Особенно остро стоит проблема загрязнения городов Юрьевец, Пучеж, Кинешма, которыми из-за отсутствия общегородских очистных сооружений ежегодно сбрасывается в реку Волгу без очистки 8 млн.м<sup>3</sup> сточных вод или 4 тыс.тонн загрязняющих веществ.

Одним из реальных путей решения проблем загрязнения природных вод в сочетании с решением задач любого предприятия- снижение затрат на выпуск продукции и увеличение прибыли, является разработка и внедрение в практику малоотходных и безотходных технологических процессов обеспечивающих извлечение загрязняющих компонентов из сточных вод.

В процессе производства бутилацетата на Дмитриевском химическом заводе образуется значительное количество загрязненных промышленных вод, возврат которых в производство невозможен без предварительной очистки. Удаление органических примесей из стоков предприятия осуществляется ректификацией, которая является весьма энергоемким процессом. Основной целью исследования явилась разработка рекомендаций по снижению энергозатрат, а также подбор оптимальных методов очистки промышленных стоков (эфироводы) применительно к условиям завода.

Промышленное получение бутилацетата включает обязательные стадии: 1) этерификация уксусной кислоты бутиловым спиртом; 2) нейтрализация бутилацетата-сырца; 3) ректификация нейтрализованного бутилацетата-сырца с получением товарного продукта. Химически загрязненная вода образуется на каждой стадии производства.

Очистка эфироводы (загрязненной воды) в настоящее время осуществляется способом ректификации. В то же время по достигаемым показателям очистки (до допустимого остаточного содержания органических примесей) в качестве реальных альтернатив вполне приемлемы метод адсорбции на активном угле и метод экстракционной очистки подходящим экстрагентом. При выборе способа необходимо учитывать целый ряд технологических и экономических факторов. Однако, имея ввиду все возрастающее значение снижения энергозатрат на выпуск продукции в хозяйственной деятельности любого предприятия, затраты тепловой энергии на очистку «эфироводы» могут служить значимым критерием сравнения рассматриваемых методов.

Расчет затрат тепловой энергии при каждом способе очистки проводился для начального и конечного содержания органических примесей 5.0 и 0.1% масс.соответственно. Расход «эфироводы» в расчетах принят равным 2 т/час. Потери тепла в окружающую среду в расчетах не учитывались. Затраты тепловой энергии рассчитывались для непрерывного способа производства на 330 рабочих дней в году.

Результаты расчетов тепловых затрат при различных способах очистки «эфироводы» представлены в табл. 1. Из данных видно, что как адсорбционный, так и экстракционный способы очистки требуют меньших затрат тепла, чем используемый способ ректификации. При очистке «эфироводы» экстракцией затраты тепла примерно в 3 раза меньше, чем при ректификационной схеме очистки. Очистка «эфироводы» адсорбционным способом позволит снизить затраты тепловой энергии в 2 раза при использовании схемы десорбции отработанного адсорбента водяным паром.

**Сравнительные показатели тепловой энергии на очистку  
эфиро-воды различными способами**

№	Способ очистки	Затраты тепла на очистку, мДж/час	Экономия тепла по сравнению с существующей схемой	
			мДж/ч	Гкал/год
1.	Ректификация	962.0		
2.	То же с рекуперацией тепловой энергии	34.3	927.7	1753.5
3.	Адсорбция с десорбцией водяным паром	488.8	473.2	894.4
4.	То же с рекуперацией тепла	207.48	754.52	1426.2
5.	Адсорбция с десорбцией азотом	161.06	800.94	1514.0
6.	Экстракция	312.6	649.4	1227.5
7	Экстракция с рекуперацией тепловой энергии	12.36	946.64	1795.2

Уменьшение энергозатрат во всех рассматриваемых способах возможно за счет использования схем рекуперации тепла.

### ИЗУЧЕНИЕ ДЕСОРБЦИИ УГЛЯ AP-3 ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ

**С. Ф. Идрисова**

*Филиал Московского государственного университета технологий и управления в г.Мелеуз Республика Башкортостан, tim\_id@mail.ru*

С целью определения рабочих параметров стадии десорбции, были проведены экспериментальные работы по изучению кинетики десорбции при различных температурах. В качестве инертного газа использовался гелий.

Экспериментальные работы проводились на лабораторной экспериментальной установке.

Навеска угля засыпалась в стеклянную ампулу диаметром 6.8 мм, которая помещалась в термостат для поддержания постоянной температуры. Гелий подводился к ампуле из баллона. Расход гелия поддерживали постоянным с помощью игольчатого вентиля. Давление гелия поступающего в ампулу контролировали по показаниям манометра.

Экспериментальные работы проводили при 122<sup>0</sup>С, 158<sup>0</sup>С и 202,5<sup>0</sup>С. Скорость гелия в ампуле поддерживалась равной 0.05 м/с. Для этого, расход инертного газа в ампуле поддерживался равным 1.92 см<sup>3</sup>/сек.

Количество десорбированных веществ определялось взвешиванием навески угля до и после эксперимента. Для каждого опыта рассчитывалась степень десорбции  $\gamma_i$  по формуле:

$$\gamma_i = a_{\text{эксп}} / a_{\text{дес}} \quad (1)$$

где:  $a_{\text{эксп}}$  – емкость угля в  $i$  – том опыте, кг/кг;

$a_{\text{дес}}$  – статическая емкость угля, кг/кг

Емкость угля  $a_{\text{эксп}}$  рассчитывалась как:

$$a_{\text{эксп}} = m_{\text{орг}} / m_{\text{угл}} \quad (2)$$

где  $m_{\text{орг}} / m_{\text{угл}}$  – масса десорбированных органических веществ из навески угля в  $i$ -том опыте и масса навески угля в  $I$  – ом опыте соответственно.

Статическая емкость угля была определена ранее экспериментально равной 0.24 гр/гр.

Значение степени десорбции в зависимости от времени для различных температур представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Степень десорбции угля AP-3 в зависимости от времени десорбции для различных температур**

Время десорбции, час	Температура, С		
	120	158,5	202,5
0,5	55,0*	63,8	64,2
1,0	58,83	70,15	66,3
1,5	63,9	67,3	77,33

\* – время десорбции – 45 мин

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕВЕРО-ДВИНСКОЙ ШЛЮЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ**

*В. А. Снытко, Н. Л. Фролова, В. А. Широкова*

*Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН,  
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова*

В июне 2007 г. Институтом истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова была проведена комплексная экспедиция по изучению водных путей в Вологодской области. Произведено сплошное экспедиционное обследование Белозерского канала; участка реки Верхней Шексны; и впервые – каналов, рек, озер Северо-Двинской системы; а также участков рек Сухона и Вологда. Получены конкретные результаты по изучению и выявлению гидролого-гидрохимического режима и пространственно-временной изменчивости ионного стока и качества, а также ретроспективные изменения природной ситуации. Определения проводились с помощью GPS – навигатора, кондуктометра и эхолота. На месте определялись метеорологические факторы – температура воздуха и воды, облачность, ветер, осадки, далее – глубина реки в месте определения, активная реакция (рН), электропроводность (минерализация). Определения проводились в основном с глубины 30–50 см, т. е. поверхностные. Одновременно определялись координаты точек, всего – более 150 точек, приблизительно через 1–2 км.

Полученные результаты позволили создать карту пространственно-временной изменчивости полученных величин гидролого-гидрохимического режима водных объектов.

Важную часть Северо-Двинского водного пути составляет единая озерно-речная система, состоящая из семи озер, четырех рек и пяти каналов. Формиро-

вание и развитие современной озерно-речной сети территории, занимаемой ныне Северо-Двинской системой, происходило по мере отступления ледника, а поскольку случилось это по геологическим меркам совсем недавно, то и гидросеть района весьма молода. Реки еще не сумели окончательно выработать профили, их рисунок до сих пор напоминает о решетчатых формах рельефа времени активного развития здесь многолетней мерзлоты. Еще не обмелели до конца приледниковые озера, и наиболее глубокие части былых водоемов до сих пор соединены речными протоками.

На территории, окружающей Северо-Двинскую водную шлюзованную систему, распространены ландшафты, относящиеся к их восточноевропейскому таежному типу, южнотаежному подтипу. Они принадлежат следующим группам: низменным озерно-ледниковым глинистым равнинам; низменным и возвышенным, местами холмистым, моренным равнинам области среднечетвертичного оледенения. О ландшафтном разнообразии свидетельствует расположение в западной ее части Национального парка «Русский Север», где выделены зоны: заповедная, особо охраняемая, рекреационная, хозяйственного назначения. В пределах Северо-Двинской системы представлены участки выделенных зон.

Многовековое использование территории привело к тому, что природные ландшафты были заменены природно-антропогенными. Хвойные еловые леса в результате рубок и пожаров были замещены вторичными березовыми. На возвышенных местах возникали пашни, занимающие незначительные площади. Плоские междуречья по-прежнему заняты болотами. Ненарушенными или незначительно измененными являются крупные болотные массивы, не подвергшиеся осушительным мероприятиям и торфоразработкам. До сих пор по Северо-Двинской системе осуществляются перевозки леса в плотах и на судах, гравия, песка, а также в небольшом количестве металлолома, нефтепродуктов и других грузов.

Произведенные гидрохимические исследования дают возможность сделать лишь ориентировочные выводы, так как полная характеристика как гидрохимического, так и санитарного состояния каналов и рек может быть получена лишь при наличии более частых станций, при годовичном-посезонном наблюдении и большем количестве определений гидрохимических параметров. Однако, эти данные уже дают некоторую картину гидрохимического режима во время летнего сезона и позволяют дать некоторую оценку санитарного состояния водоемов. Наши выводы сводятся к следующему.

Вода каналов и рек, составляющих Северо-Двинскую систему, пресная, имеет высокую цветность. рН – в пределах 7,7–8,4, оставаясь в среднем на уровне рН=7,8; гидрокарбонатная с малой и средней минерализацией от 180 мг/л до 347 мг/л, средняя – 265 мг/л. Средняя минерализация Рабангского участка р. Сухона – 190 мг/л; устьевой области р. Кубена – 210 мг/л; Кубенское оз. – 200 мг/л; на участке Топорнинский-Кузьминский каналы – 329 мг/л. Исключение составляет вода рек Вологды с повышенной минерализацией (средняя минерализация – 519 мг/л). Грунт в каналах системы – торф, глина, сугли-

нок; в озерах системы, в основном, – глина с камнем. Все это является характерным для водоемов с озерно-болотным питанием.

Со стороны санитарного состояния воды указанных водоемов могут быть охарактеризованы как слабо загрязненные; исключения составляют Белозерский канал и р. Вологда, характеризующиеся уже, соответственно, повышенным и сильным загрязнением. Это связано с большой антропогенной нагрузкой на водные объекты, на берегах которых расположены крупные промышленные узлы (реки Вологда, Сухона – особенно, ниже слияния с р. Вологдой). Но, к сожалению, о загрязнении мы можем судить только по органолептическим свойствам и величине минерализации. Известно из опубликованных источников, что в 2003 г. со сточными водами в водные объекты Вологодской области сброшено 66 тыс. т загрязняющих веществ, более половины которых сульфаты (34 тыс. т), еще 20% – хлориды (13 тыс. т), которые являются основной частью минерального состава природных вод и определяются практически в каждой пробе сточных вод. Высокоминерализованные сбросные воды предприятий, расположенных на берегах реки Вологды содержат высокие концентрации сульфатов и хлоридов, и в меженные периоды, в условиях низкой разбавляющей способности реки, они значительно увеличивают сток гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов в реке. Максимальные значения среднесезонного стока сульфатов и хлоридов характерны для тёплых периодов года (что, собственно, и отмечено в июне 2007 г.).

Характерным для каналов является заиление их и возникающая отсюда необходимость в землечерпательных работах, что обуславливает появление значительного количества взвешенных веществ, резко уменьшающих прозрачность и потому ухудшающих физические свойства воды. На водные объекты всех бассейнов значительное влияние оказывают сточные воды коммунальных предприятий.

Наличие пленки нефти и масел на поверхности воды (Белозерский канал, некоторые каналы системы, река Вологда), ухудшает ее физико-химические свойства.

Ухудшение состояния реки Сухоны и ее притока Вологды связано с разноплановым и интенсивным хозяйственным освоением. В настоящее время загрязнение реки Сухоны оценивается как хроническое. Большое количество ядовитых веществ поступают в верховья реки со сточными водами предприятий Вологды и Сокола. Но, к сожалению, достоверной информации по этому поводу у нас нет. К сожалению, ниже по течению Сухоны после сильно загрязненного ее притока Вологды нами измерения не проводились (кроме, – в 10-м от места слияния Вологды с Сухоной минерализация уже была 486 мг/л, а выше до Вологды – 194 мг/л).

Все выше сказанное во многом – лишь косвенная оценка качества воды исследуемых нами водных объектов. Но хотелось бы подчеркнуть, что в таком объеме и оригинальном научно-историческом направлении подобные работы на Северо-Двинской системе проведены впервые.

Северо-Двинская водная система может быть своеобразной моделью, позволяющей проследить изменения окружающей среды до и после создания



гидротехнических систем, что может быть использовано, например, для оценки влияния на природу проектируемых водохранилищ.

Работа выполнена по проекту 06–05–64593 Российского фонда фундаментальных исследований.

### Литература

Болотова Н. Л., Зуянова О. В. Исследование водоемов Вологодской области и аспекты их мониторинга // Северо-Запад России: проблемы экологии и устойчивого развития. Псков: ПГПИ, 1997.

Информация о санитарно-эпидемиологической обстановке в Вологодской области за август 2006 года // Официальный сайт Правительства Вологодской области.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКА В ПРОЦЕССАХ ВОДООЧИСТКИ

*Е. В. Пронина<sup>1</sup>, Р. К. Закиров<sup>2</sup>, Ф. Ю. Ахмадуллина<sup>2</sup>,  
А. С. Сироткин<sup>2</sup>, Р. Х. Хузаянов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Акционерное общество «Органический синтез», alpron79@mail.ru*

<sup>2</sup>*Казанский государственный технологический университет, zakrus@mail.ru*

Перспективность применения ультразвуковых колебаний для интенсификации процессов водоочистки на сегодняшний день не вызывает сомнений, что подтверждается работами ряда авторов (Пронина, 2006; Ткачук, 1994; Эльпинер, 1963). Наиболее актуально их использование на биостанциях, где реализуется процесс продленной аэрации сточных вод сложного состава, содержащих токсиканты.

Это диктуется рядом причин. Во-первых, зрелые илы способны нивелировать инактивирующее действие токсичных и трудноокисляемых ингредиентов промышленных стоков. Во-вторых, низкий прирост биомассы решает проблему необходимости отчуждения дополнительных земель для складирования избыточного активного ила, что очень важно для развитых промышленных регионов.

Однако низкая ферментативная активность (Рис. 1) обуславливает плохое качество очищенных стоков, особенно при нестабильном режиме эксплуатации биостанции, что характерно практически для всех химических предприятий.

Как показали ранее проведенные работы (Закиров, 2001), непосредственное воздействие низкочастотных ультразвуковых колебаний на иловую суспензию приводит к увеличению ферментативной активности ила, что обеспечивает достижение требуемой степени очистки многокомпонентных стоков, даже в условиях залповых сбросов загрязнителей.

Это подтверждается серией экспериментальных исследований, проведенных на лабораторном и полупромышленном уровнях.

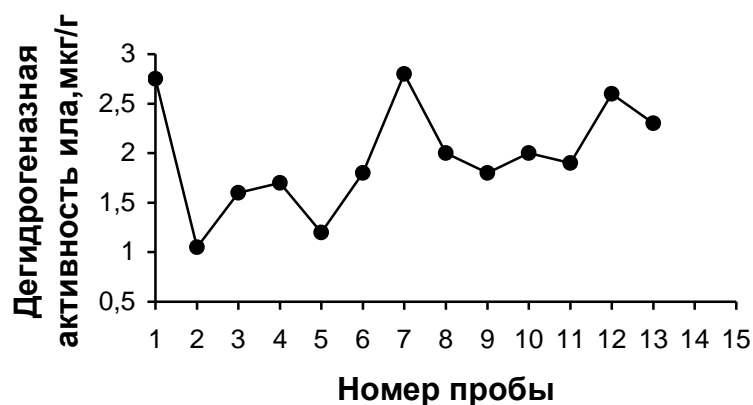


Рис. 1. Динамика колебаний дегидрогеназной активности промышленных илов

Однако при этом необходимо учитывать следующее. Важным аспектом реализации данного приема для интенсификации процесса биологической очистки является поддержание сбалансированного состава сточных вод по углероду и биогенным элементам, учитывая деструктирующее действие низкочастотного ультразвука. Нами было установлено, что при ультразвуковой обработке иловой суспензии при интенсивности 6 Вт/см<sup>2</sup> и времени озвучивания 2 минуты происходит сорокакратное увеличение аммонийного азота, восьмикратное увеличение нитратного азота и семикратное увеличение фосфатов в среднем. В связи с этим целесообразно частичное озвучивание промышленных илов.

Графический материал, представленный на рис. 2, наглядно демонстрирует положительное влияние ультразвука низкой частоты на эффективность биоокисления поллютантов различной природы.

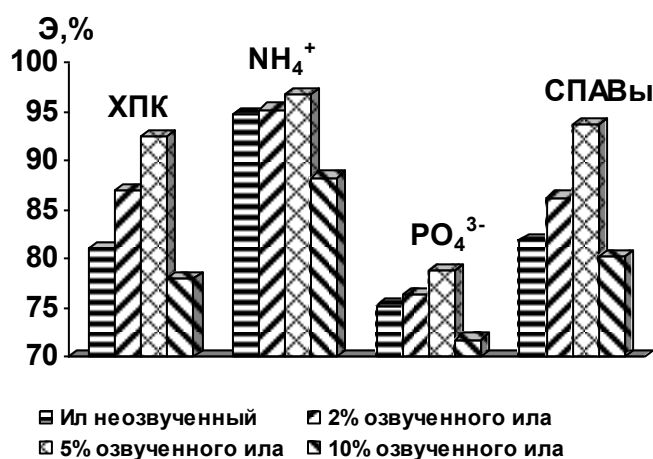


Рис. 2. Эффективность очистки промстоков (ХПК – химическое потребление кислорода, СПАВ – синтетические поверхностно-активные вещества)

Полученные результаты согласуются с данными изменения дегидрогеназной активности в зависимости от доли озвученного промышленного ила. Наибольшая эффективность очистки по контрольным показателям наблюдалась

для промышленных илов, 5% объема которых подвергалось ультразвуковому воздействию. В случае озвучивания 10% (об) иловой суспензии качество очищенных стоков заметно ухудшалось по сравнению с неозвученным активным илом, за исключением неионогенных СПАВов. Что касается фенолов, то во всех экспериментах наблюдалось 100% изъятие экотоксиканта. Это, вероятно, связано с низкой начальной концентрацией последнего в химзагрязненных сточных водах во всех экспериментах: 0.8–1.5 мг/л.

Выше приведенные результаты были получены при ультразвуковой обработке промышленной суспензии в стационарном режиме. В условиях же неустойчивого функционирования очистных сооружений более целесообразно применять ультразвуковое воздействие в динамическом режиме.

Исследование влияния низкочастотного ультразвука в динамических условиях изучалась на модельной установке проточного типа (Рис. 3).

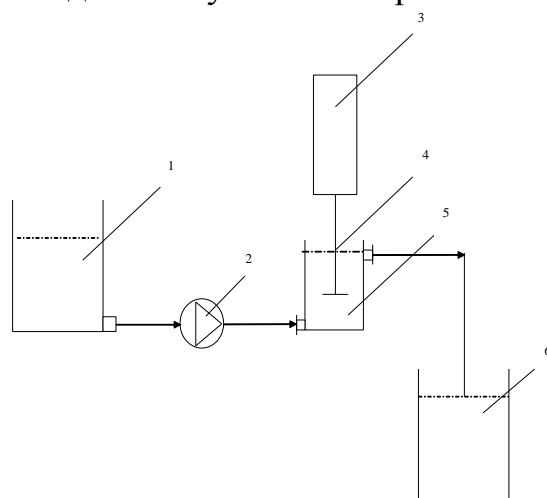


Рис. 3. Установка ультразвуковой обработки ила в проточных условиях.

1 – накопительная ёмкость; 2 – насос дозатор; 3 – ультразвуковой генератор; 4 – излучатель; 5 – контактная ячейка; 6 – приёмная ёмкость

Результаты экспериментальных исследований по изменению дегидрогеназной активности при интенсивности озвучивания 6 Вт/см<sup>2</sup> приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Влияние ультразвуковой обработки на дегидрогеназную активность ила (мкг/г) в условиях протока**

№ повторности	Скорости протока						
	Исходный ил	4,8 мл/сек		21,2 мл/сек		28 мл/сек	
		Озвученный ил	Э,%	Озвученный ил	Э,%	Озвученный ил	Э,%
1	0.63	1.09	73.0	0.77	22.3	0.70	11.8
2	3.64	5.90	62.1	4.27	17.3	3.99	9.7
3	3.21	5.23	62.9	3.78	17.8	3.49	8.7
4	1.45	2.42	66.9	1.72	18.9	1.61	11.0
5	1.43	2.38	66.1	1.75	19.4	1.58	10.4
6	1.49	3.16	64.8	1.79	20.1	1.66	11.4
7	1.57	2.44	63.7	1.87	19.1	1.74	10.8
среднее			65.5		19.2		10.5

Сопоставляя данные для двух режимов (стационарный, динамический), полученные при оптимальных условиях озвучивания (интенсивность 6 Вт/см<sup>2</sup>, продолжительность 30 с), можно отметить снижение действия низкочастотного ультразвука в условиях протока.

Эффективности ультразвукового воздействия являющиеся величиной изменения контрольного показателя относительно исходной (Э,%), приведены в табл. 2.

Таблица 2

### Эффективность ультразвукового воздействия

Условия	Эффективность, %		
	ДАИ	Азот аммонийный	Фосфор фосфатов
Непроточные	140	237	66
Проточные	65,5	110,4	30,4

Табличные данные свидетельствуют, что эффективность уменьшается для всех контрольных параметров (дегидрогеназная активность, биогенные элементы) в среднем в 2 раза по сравнению с данными для опытов, проведенных в стационарном режиме.

Тем не менее, полученная информация служит достаточно убедительным аргументом перспективности использования низкочастотного ультразвука для интенсификации процесса биологической очистки сложных по составу сточных вод химических производств и показывает необходимость варьирования режимом при ультразвуковой обработки промышленных илов в зависимости от его возрастных характеристик.

### Литература

Закиров Р. Х. Интенсификация процесса биологической очистки сточных вод с применением методов реагентной и ультразвуковой обработки // Дис. ... канд. технических наук. Казань, 2001. 159 с.

Пронина Е. В. Влияние ультразвука низкой частоты на дегидрогеназную активность ила // Химическая промышленность, М., 2006. № 1. С. 37–43.

Ткачук Н. Г. Применение ультразвука для интенсификации биологической очистки сточных вод // Водоснабжение и сан. Техника, 1994. № 7. С. 31–35.

Эльпинер И. Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. М.: Гос. изд. физ-мат. лит. 1963. 325 с.

## К ВОПРОСУ УТИЛИЗАЦИИ КРЕМНЕГЕЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФАНЕРЫ

*А. В. Свиридов, А. И. Онучин, О. П. Акаев, Ю. В. Зверева*  
*Костромской государственной университет им. Н. А. Некрасова*

Актуальной проблемой в нашей стране является утилизация многотоннажных промышленных отходов. К ним относится кремнегель являющийся промышленным отходом в технологии производства фтористых солей. Проблема его эффективной утилизации полностью не решена. Основным компонентом кремнегеля является аморфный диоксид кремния. Кроме того, в

кремнегеле присутствуют в виде примесей фторид алюминия и кремнефтористоводородная кислота, придающая ему кислую реакцию.

Одним из направлений утилизации кремнегеля является его использование в качестве активного микронаполнителя для клеев на основе формальдегидных смол. Возможности улучшения свойств клеев с помощью кремнегеля во-многом обусловлены его составом и свойствами. Кислая реакция кремнегеля должна придавать ему свойства отвердителя карбаминоформальдегидных смол. Кроме того, кремнегель способен связывать некоторое количество воды в смоле и повышать ее вязкость. Наряду с этим, в литературе имеются данные о положительном влиянии кремний- и алюминийсодержащих наполнителей соединений алюминия на свойства карбаминоформальдегидных и фенолоформальдегидных смол, применяемых в производстве древесностружечных и древесноволокнистых плит. В настоящее время производятся алюминийсодержащие модифицирующие добавки «Бергокс-756 М» и «Скар-Лет 104». Эти добавки к смолам приводят к увеличению производительности оборудования, прочностных характеристик, водостойкости готовой продукции, повышению качества древесностружечных плит при ламинировании.

В результате проведенных ранее нами исследований и промышленных испытаний установлено, что кремнегель может использоваться в качестве активного наполнителя для карбаминоформальдегидных и фенолоформальдегидных смол не только в производстве древесностружечных плит, но и фанеры. Применение кремнегеля в производстве фанеры позволяет снизить расход смолы, а следовательно, стоимость продукции.

В продолжение этих исследований нами из кремнегеля было получено жидкое стекло. Оно было использовано для получения кремнийсодержащих модифицирующих добавок к карбаминоформальдегидным смолам: кремнезоля, силикагеля и белой сажи. В работе определены удельная поверхность и размер частиц этих добавок. Установлено, что на основе кремнегеля можно получать добавки с большой удельной поверхностью. Это дает возможность, особенно в случае кремнезоля, сорбировать молекулы формальдегида, остающиеся в смоле, а также образующиеся при прессовании древесных материалов в результате разрыва эфирных связей в макромолекулах смолы. Кроме того, большая удельная поверхность кремнезоля способствует взаимопроникновению сетчатых структур полимера и кремнезоля, что ведет к повышению прочности получаемых материалов.

На заключительном этапе проводилось изготовление образцов фанеры с применением клеев, содержащих полученные нами добавки. Содержание добавок составляло от 5 до 20% от массы смолы. Эти образцы изготавливались на промышленном оборудовании и затем подвергались испытаниям в заводской лаборатории по стандартным методикам.

На основании результатов испытаний можно заключить, что все образцы фанеры на основе с различными модификаторами соответствуют требованиям ГОСТ по пределу прочности, составляющему. Лучший результат отмечается при использовании белой сажи в количестве 10% от массы смолы. Положительное влияние введения белой сажи на прочность фанеры обусловлено, веро-

ятно, ее высокой степенью дисперсности, пористой структурой, что обуславливают ее высокую активность в отношении смолы, способность к ориентации макромолекул смолы и хорошую совместимость со смолой. Кроме того, белая сажа за счет значительной удельной поверхности способна сорбировать формальдегид.

Кремнезоль использовался вместе с добавкой кремнегеля в количестве 12%, поскольку он существенно снижает вязкость смолы. В случае кремнезоля на графике имеется минимум предела прочности при 10% и максимум при 15%. Вероятно, это обусловлено равновесными процессами перераспределения воды между кремнезолем, смолой и кремнегелем. Кроме того, при введении 15% кремнезоля возможно создаются благоприятные условия для взаимопроникновения сетчатых структур, образованных макромолекулами КФ-смолы, с одной стороны, и структурами кремнезоля с другой. Это ведет к синхронизации процессов отверждения смолы и гелеобразования кремнезоля и повышению прочности образцов фанеры.

Таким образом, полученные нами кремнийсодержащие добавки могут быть использоваться в качестве компонентов карбамидоформальдегидных клеев для улучшения физико-механических свойств древесных материалов на основе этих клеев.

Благодаря наличию большой удельной поверхности кремнийсодержащие модификаторы способны активно сорбировать свободный формальдегид, уменьшая тем самым его эмиссию из древесных материалов и снижая токсичность последних.

Применение модификаторов, полученных из кремнегеля в качестве активных наполнителей для смол будет способствовать решению проблемы утилизации кремнегеля, так как слеживание кремнегеля приводит к эмиссии алюминийсодержащих соединений, находящихся в кремнегеле, в почву. Это приводит к ее загрязнению.

### Литература

1. Войтова Т. Н. Промышленная апробация производства ДСП с использованием алюминийсодержащего модификатора марки «Бергокс-756М» / Под. ред А. А. Леоновича: Науч.-практ. конф. Древесные плиты: теория и практика. СПб. 2005. С. 24–26.
2. Леонович А. А., Коврижных Л. П. Использование золя кремнезема в качестве адгезива в производстве низкотоксичных древесностружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность. 1997. № 4. С. 13–14.
3. Леонович А. А. Физико-химические основы образования древесных плит. СПб.: Химиздат, 2003. 190 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КАРБОНАТНОГО НИТРОФОСА

*О. П. Акаев, В. В. Гунин<sup>1</sup>, Т. К. Акаева, В. Г. Артеменко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Военная академия РХБ защиты*

*им. Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко,*

*<sup>2</sup> ГОУВПО Костромской государственной университет*

*им. Н. А. Некрасова, Кострома*

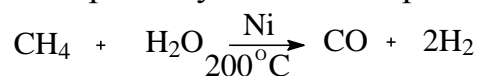
Несмотря на большие достижения науки в области производства комплексных удобрений для сельского хозяйства, они остаются практически недоступными для отечественного производителя из-за высокой стоимости. Поэтому около 90% производимых в стране туков идут за рубеж. Они, как правило, представлены высококонцентрированными (требование перевозчиков), водорастворимыми соединениями – аммофос, нитрофос, нитроаммофос, азофоска.

Получение удобрения с регулируемой растворимостью, по короткой технологической схеме, с более низкими инвестиционными и энергетическими затратами представляется весьма перспективным.

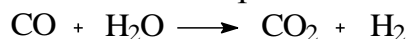
Предлагается разработка нового комплексного высокотехнологичного удобрения для сельскохозяйственного производства в Центральной России на основе азотнокислотной переработки природных фосфатов.

Таким удобрением является карбонатный нитрофос, в котором соотношение  $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$  регулируется введением в реакционную массу углекислоты (Набиев, 1976; Позин, 1974). Изменяя степень карбонизации (количество связанного в карбонат кальция) можно получать удобрение с различным соотношением водо- и цитраторастворимого фосфора.

Одним из предприятий, генерирующих  $\text{CO}_2$  являются цеха по производству синтетического аммиака, где углекислота – побочный продукт. На этих предприятиях с целью получения водорода, используемого для синтеза аммиака, осуществляется реакция паровоздушной конверсии метана



с последующим превращением монооксида углерода на среднетемпературном и низкотемпературном катализаторах до диоксида углерода по реакции:



Другой глобальной задачей является снижение темпов накопления в атмосфере так называемых «малых газов», препятствующих длинноволновому излучению с земной поверхности, приводящих к созданию «парникового эффекта».

Основным парниковым газом и с точки зрения его влияния на изменение климата (более 60%) и с точки зрения естественных и антропогенных потоков и концентрации в атмосфере, является диоксид углерода

Выделение из отходящих газов и введение диоксида углерода в технологический процесс, снизит его накопление в атмосфере и поможет не только со-

здать альтернативное удобрение на основе азотнокислотной переработки природных фосфатов, но и частично решить важные экологические проблемы.

В результате проведенных исследований изучена кинетика разложения апатитового концентрата азотной кислотой в широком температурно-концентрационном интервале. Полученная азотнокислотная вытяжка как после выделения избыточного кальция, так и непосредственная подвергалась аммонизации с последующей карбонизацией. Полученная суспензия сушилась и анализировалась химическими и физико-химическими (ИК-спектроскопия, дериватография, рентгенофазовый) методами анализа. Полученное удобрение, в зависимости от соотношения  $\text{CaO} : \text{P}_2\text{O}_5$  в жидкой фазе, содержало заданное количество водо- и цитраторастворимой форм.

Методами физико-химического анализа установлено, что полученное удобрение представлено в основном моно- и диаммонийфосфатом, нитратом аммония, карбонатами кальция и аммония.

#### Литература

- Набиев. М. Н. Азотнокислотная переработка фосфатов. В 2-х томах. Изд-во «Фан» УзССР, 1976. 802 с.
- Позин М. Е. Технология минеральных солей. Ч II, Л., Химия, 1974. 768 с.

### **ВЛИЯНИЕ СТОКОВ АРХАНГЕЛЬСКОГО ЦБК НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ УГЛЕРОДА И СЕРЫ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УСТЬЯ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ**

*О. Н. Воронцова, Н. М. Кокрятская*

*Институт экологических проблем Севера УроРАН, nkokr@yandex.ru*

Органическое вещество водоемов является регулятором биогеохимических процессов в водной толще и донных отложениях. Основная часть его имеет аллохтонное происхождение и попадает в водоемы из почв. Другим источником органического вещества служат продукты хозяйственной деятельности человека. Кроме того, относительно небольшую часть образуют продукция жизнедеятельности планктона и остатки биомассы растений и животных.

Объектом данного исследования является устье реки Северная Двина, характерная особенность которой состоит в том, что она пересекает избыточно увлажненную зону с подзолистыми и болотными почвами. Совокупность климатических и экологических условий обуславливает повышенное содержание в реке органического вещества гумусового происхождения. Гуминовые вещества (ГВ) – это сложный комплекс устойчивых к биодеструкции высокомолекулярных органических соединений, образующихся в результате разложения растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов окружающей среды. Различают несколько групп ГВ по способности растворяться в воде и растворителях: 1) гуминовые кислоты (ГК), растворимые только в щелочных растворах; 2) фульвокислоты (ФК), растворимые в воде,



щелочных и кислых растворах; 3) гумин – практически нерастворимое и неизвлекаемое из природных тел и компостов органическое вещество.

Антропогенное воздействие, в наибольшей степени влияющее на состав и распределение органического вещества воды и донных отложений в устье Северной Двины, представлено деятельностью Архангельского ЦБК (АЦБК), а конкретно – сбросом в реку сточных вод предприятия после прохождения ими биологической очистки на внеплощадочных очистных сооружениях.

Исследования проводили в прибрежной зоне левого берега устья Северной Двины на участке протяженностью 51 км, ограниченном расстоянием 15 км выше и 36 км ниже выпуска сточных вод Архангельского ЦБК. Для выполнения работы отобраны осадки поверхностного слоя донных отложений толщиной 0–10 см при помощи дночерпателя в конце летней межени 2005 г. На основании мониторинга, который проводится с 1994 года (Кокрятская и др., 2003; Кокрятская и др., 2000), выявлена зона влияния стоков АЦБК на донные отложения, которая устойчива в пространстве и времени и расположена в непосредственной близости от места выпуска стоков предприятия. Границы зоны находятся на удалении 2 км ниже по течению и 3 км выше от места выпуска, что связано с влиянием приливных явлений вверх по течению реки.

Все отобранные осадки левого берега устья Северной Двины представляют собой илистые пески. Общее содержание углерода ( $C_{\text{общ}}$ ) изменялось от 1.11 до 20.74%, составляя в среднем 4.3% (здесь и далее в расчете на сухой осадок). Доля органической компоненты в составе  $C_{\text{общ}}$  в подавляющем большинстве случаев оставалась на уровне 60–80% и составляла в среднем 70%. Наиболее высокие значения содержания органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) отмечены для илистых осадков, отобранных вблизи выпуска очищенных сточных вод Архангельского ЦБК – 13.65% (рис. 1), что представляется вполне закономерным, так как со стоками комбината в Северную Двину ежедневно может поступать до 70 т органических веществ (по ХПК<sub>5</sub>), из которых около 16 т относятся к легкоокисляемым (Кузнецов и др., 1991).

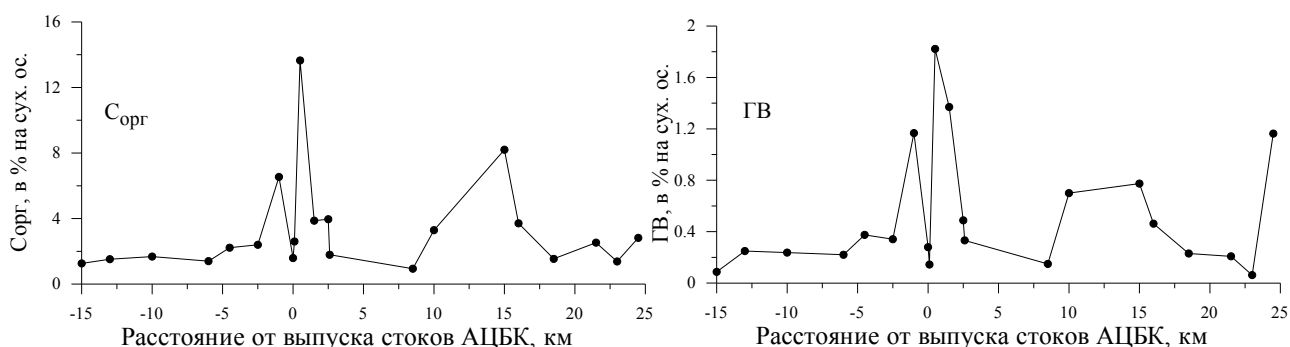


Рис. 1. Распределение органического углерода и его составляющих в донных осадках левого берега Северной Двины

В общем содержании  $C_{\text{орг}}$  доля ГВ оставалась на уровне 20%. Содержание гуминовых веществ в осадках устья реки преимущественно изменялось в интервале от 0.22 до 0.78% (медиана 0.32%). Основной вклад в формирование

уровня концентраций гуминовых веществ вносят фульвовые кислоты – в среднем 70.0% от ГВ.

Как видно из рис. 1, вблизи выпуска стоков АЦБК наблюдается рост содержания ГВ, однако близкий уровень содержания как ГВ в целом, так и гуминовых и фульвовых кислот выше, вблизи и ниже по течению реки от сброса стоков АЦБК позволяет говорить об их преимущественно природном происхождении. Некоторое превышение содержания гуминовых веществ на этом участке связано с повышением ФК в составе ГВ, которое можно объяснить легкостью биodeградации щелочного лигнина, содержащегося в стоках комбината, до уровня фульвовых кислот. Возможная конденсация низкомолекулярных органических веществ также может привести к образованию аналогов фульвовых кислот.

Повышение уровня содержания органического углерода приводит к локальной интенсификации химических и биохимических процессов в донных отложениях и, в частности, сульфатредукции. Продуктом данного процесса является сероводород, генерируемый сульфатредуцирующими бактериями. Химические и микробиологические процессы трансформации этого бактериально-сероводорода приводят к появлению и накоплению в донных осадках различных по стабильности соединений восстановленной серы.

Сера, обнаруженная в осадках, представлена серой сульфатов и восстановленной серой. Общая восстановленная сера осадков ( $\sum S_{H_2S}$ ) представляет собой сумму серы сульфидов, растворимых в разбавленной соляной кислоте ( $S^{2-}$ ); элементной серы ( $S^0$ ), серы пирита ( $S_{пир}$ ) и серы, связанной с органическими веществами ( $S_{орг}$ ).

В целом, содержание в исследованных донных отложениях устья Северной Двины восстановленной серы – в среднем 0.086 %,- позволяет говорить о том, что процесс сульфатредукции протекает с низкой интенсивностью. Однако если рассмотреть зону влияния АЦБК, то можно заметить на данном участке как увеличение  $\sum S_{H_2S}$ , так и составляющих ее форм – рис. 2.

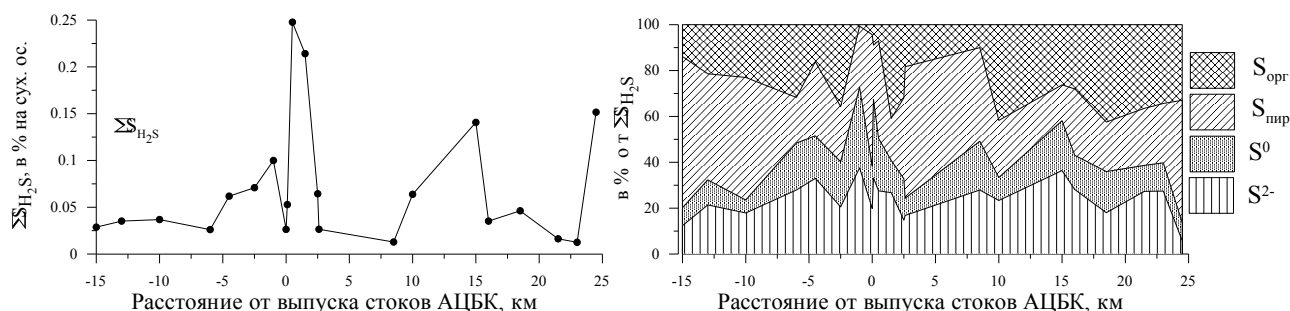


Рис. 2 Распределение форм восстановленной серы в осадках левого берега Северной Двины

В наибольшей степени это увеличение касается серы кислоторастворимых сульфидов ( $S^{2-}$ ) и элементной серы ( $S^0$ ). Возрастает как их роль в общем накоплении восстановленной серы в донных осадках, так и их доля в составе общей восстановленной серы – в среднем до 20 и 25% соответственно для  $S^0$  и  $S^{2-}$ . Обе эти формы восстановленной серы кроме диагенетического могут иметь

и техногенный генезис, так как возможна интенсификация самого процесса бактериальной сульфатредукции вследствие поступления в составе стоков лабильных органических соединений, более доступных для сульфатредуцирующих бактерий, чем природная органика. Так, содержание элементной серы в потоке рассеивающего выпуска АЦБК на момент проведения исследований изменялось от 0.12 до 0.20 мг/дм<sup>3</sup>, а сульфидной – от 0.01 до 3.0 мг/дм<sup>3</sup>, причем до 20 % от общего содержания сульфидов могут быть в виде свободного сероводорода (Кокрятская, Троянская, 1999). Также более интенсивному течению процесса может способствовать и повышение содержания сульфатов в речных водах в результате их поступления со сточными водами ЦБК.

Органическая сера поступает в водоем с волокнами активного ила, в состав аминокислот которого она входит. Кроме того, возможно поступление органической серы в составе сульфатного лигнина и других высокомолекулярных соединений, образовавшихся в процессе производства сульфатной целлюлозы и очистки стоков, например, тиофенов и соединений метилсернистого ряда.

В отличие от трех вышеперечисленных форм восстановленной серы пирит не является компонентом, специфичным для сточных вод предприятий ЦБП. Скорее всего, возрастание количества пиритной серы вблизи выпуска сточных вод является отражением интенсификации самого процесса сульфатредукции как под влиянием локального увеличения концентрации сульфатов, что было отмечено ранее, так и вследствие поступления со стоками лабильных органических веществ.

Таким образом, представленные данные достаточно убедительно свидетельствуют о значительном, хотя и локальном, влиянии стоков ЦБК на характер пространственного распределения органического углерода и восстановленной серы в донных осадках устья Северной Двины.

#### Литература

Кокрятская Н. М., Волков И. И., Демидова Т. П., Мурзина Т. С. Соединения серы в донных осадках пресных водоемов (устье Северной Двины и Рыбинское водохранилище) // Литология и полезные ископаемые, 2003. № 6. С. 647–659.

Кокрятская Н. М., Троянская А. Ф. Соединения восстановленной серы в водной среде приустьевой части р. Северной Двины // Лесной журнал, 1999. № 5–6. С. 87–96.

Кокрятская Н. М., Троянская А. Ф., Волков И. И. Соединения серы в поверхностном слое донных отложений устьевого участка Северной Двины // Водные ресурсы, 2000. Т. 27. № 6. С. 710–717.

Кузнецов В. С., Мискевич И. В., Зайцева Г. Б. Гидрохимическая характеристика крупных рек бассейна Северной Двины. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 195 с.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОЧИСТКИ СУЛЬФИТНО-ЩЕЛОКОВЫХ СРЕД МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ

*К. Б. Воронцов*

*Архангельский государственный технический университет,  
kvork@mail.ru*

Состояние и развитие производства сульфитной целлюлозы во многом зависят от количества вредных выбросов. Одним из факторов негативного воздействия сульфитно-целлюлозных предприятий на природу является сброс лигносульфонатов (ЛС) – главных загрязнителей водоемов в составе сульфитно-щелочных сред (сточной воды, щелока и сульфитно-дрожжевой бражки). Отсутствие на предприятиях системы локальной очистки стоков от ЛС приводит к серьезным проблемам в области охраны окружающей среды.

Лигносульфонаты – ценный продукт, способный найти широкое применение в различных отраслях промышленности. Однако, в настоящее время они, как товарный продукт, производятся в ограниченных количествах. Для выделения ЛС из щелочных сред традиционно используют процесс выпаривания, который является довольно энергозатратным и дорогостоящим. В Архангельском государственном техническом университете разработан способ очистки сточных вод, содержащих ЛС (Гельфанд, Воронцов, 2005). Сущность его заключается в обработке сульфитно-щелочных сред с использованием реагентной системы «соль металла – гидроксид кальция». При этом наиболее эффективно действуют соли алюминия при значении pH среды 12, достигаемом путем введения соответствующего количества гидроксида кальция (Воронцов, Гельфанд, 2004). Применение данного метода позволяет достичь эффективности очистки сульфитно-щелочных сред в пределах от 50 до 70% (по ЛС) и получить наиболее высокомолекулярные фракции лигносульфонатов в твердом виде с меньшей степенью полидисперсности по сравнению с ЛС исходных сред (Воронцов, Чухчин, 2004).

С целью изучения перспектив дальнейшего использования осадков ЛС исследовали их состав и некоторые свойства. Указанным выше способом выделяли ЛС из следующих сульфитно-щелочных сред: бисульфитного щелока (БСЩ), сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ) и щелочесодержащей сточной воды (ЩСВ). Больше всего ЛС по отношению к массе сухих веществ (СВ) содержится в осадке от обработки ЩСВ. Все осадки характеризуются высокими значениями щелочности и внушительным количеством кальция – это связано с тем, что значительная часть вводимого при обработке сред кальция переходит вместе с ЛС в нерастворимое состояние (табл. 1).

Осадки ЛС нерастворимы в воде и легко растворяются в кислоте. Весь кальций может быть регенерирован из осадка путем обработки его углекислотой, раствором карбоната или гидрокарбоната натрия: кальций в виде карбоната выпадает в осадок, а ЛС переходят в раствор. При этом происходит увеличение концентрации лигносульфонатов в полученном растворе по сравнению с

исходной сульфитно-щелоковой средой в 1.5...2 раза для БСЦ и СДБ и в 10...15 раз для ЩСВ.

Таблица 1

Показатель	БСЦ	СДБ	ЩСВ
Концентрация ЛС, г/г СВ осадка	0.31	0.25	0.46
Концентрация кальция, мг-экв/г СВ осадка	10.5	11.1	8.5
Щелочность, мг-экв/г СВ осадка	9.1	6.6	3.4
Количество кальция в осадке, % от введенного в среду	80	86	43

Учитывая вышеизложенное, целесообразно выделить следующие возможные направления промышленного использования осадков ЛС в исходном виде или в растворенном после регенерации кальция. Обработка сульфатной целлюлозы растворами ЛС положительно влияет на реакционную способность ее в процессе вискозообразования и позволяет получить хорошо фильтрующуюся вискозу, а для достижения высокого эффекта фильтруемости ЛС должны содержать поливалентные катионы, например, алюминия (Елкин и др., 1978). Широкое использование ЛС в качестве связующих при производстве древесностружечных плит ограничивается различиями образцов лигносульфонатов по химическому и полидисперсному составу и недостаточной активностью лигносульфонового комплекса: увеличение содержания высокомолекулярной фракции ЛС способствует улучшению качества плит, а реакционную способность ЛС можно повысить введением ионов многовалентных металлов, например, алюминия (Эльберт, 1987). Добавка ЛС положительно влияет на процесс пластификации цемента, эффект зависит от их молекулярных масс и может быть усилен за счет введения в растворы минеральных добавок – солей неорганических веществ (Соколов и др., 1987). Совместное действие СДБ и извести при использовании их для укрепления и обеспыливания дорог обеспечивает сохранение достаточной влажности в материале покрытия, придает гидрофобность и более высокую плотность покрытию, повышает транспортно-эксплуатационные показатели (Челышева, 2001).

### Литература

Воронцов К. Б., Гельфанд Е. Д. Очистка щелоксодержащих стоков от лигносульфонатов // «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» Сб. науч. тр. Выпуск IX. Изд-во АГТУ 2004 г. С. 33–36.

Воронцов К. Б., Чухчин Д. Г. Изменение молекулярно-массовых распределений лигносульфонатов в процессе очистки сульфитно-щелоковых сред методом осаждения // «Современная наука и образование в решении проблем экономики Европейского Севера». Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию АЛТИ-АГТУ. Том I. Изд-во АГТУ, 2004. С. 198–200.

Гельфанд Е. Д., Воронцов К. Б. Способ очистки сточных вод целлюлозно-бумажного производства // Патент РФ № 2263078, Бюллетень «Изобретения, полезные модели», 2005 г., № 30.

Елкин В. А., Иванов А. С., Королькова И. И., Сапотницкий С. А. Применение лигносульфонатов для повышения реакционной способности целлюлозы в процессе ее вискозообразования // Химия древесины. 1978. № 3. С. 84–86.

Эльберт А. А. Использование лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит // Седьмая Всесоюзная конференция по химии и использованию лигнина. Институт химии древесины. Рига. 1987. С. 179–180.

Соколов О. М., Гинтер О. В., Богомолов Б. Д., Сергеев А. В. Изменение физико-химических свойств лигносульфонатов с целью направленного улучшения их свойств как пластифицирующей добавки в бетонные // Седьмая Всесоюзная конференция по химии и использованию лигнина. Институт химии древесины. Рига. 1987. С. 176–177.

Чельшева Т. В. Снижение уровня пылимости и укрепление лигносульфонатами переходных низших типов дорожных одежд лесовозных дорог // Автореферат на соискание ученой степ. канд. техн. наук. Архангельск, 2001, 20 с.

## СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ПРИРОДНЫХ ОБРАЗЦАХ МАЛМЫЖСКОГО РАЙОНА

*А. И. Макаров, А. М. Слободчиков*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Нами определено содержание свинца в образцах почв и снега, взятых из наиболее антропогенно нагруженных зон Малмыжского района. Согласно ГО-СТу концентрацию свинца определяли фотометрическим методом с сульфарсазеном. ПДК ионов свинца в воздухе, воде и почве составляют соответственно 0.01–0.03 мкг/м<sup>3</sup>, 0.030 мг/л, 32 мг/л. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Содержание свинца в образцах почв и снегового покрова

Место отбора проб	Концентрация свинца в почвах, мг/кг	Сравнение с ПДК	Концентрация свинца в талой воде, мг/л	Сравнение с ПДК
Вятское ЛПУ МГ	4.55	0.14	0.045	1.50
Спиртозавод	1.82	0.05	0.018	0.60
Агрофирма «Калинино»	5.95	0.19	0.035	1.16
Маслозавод	1.20	0.04	0.023	0.76
Пивзавод	4.26	0.13	0.015	0.50
Пост ГАИ	9.55	0.30	0.68	2.26

Содержание ионов свинца в образцах почв наиболее нагруженных автотранспортом улиц, не превышает ПДК.

Концентрация свинца в талой воде, полученной из снега территорий поста ГАИ, Вятского ЛПУ МГ, агрофирмы «Калинино», значительно выше ПДК. Основным источником загрязнения воздуха, снега и почвы является автомобильный транспорт. Следует отметить, что зима 2007 г. была малоснежной. Это способствовало повышению концентрации свинца в снеге. Высокое содержание свинца в талой воде способствует накоплению его в почвах вблизи автодорог. С ростом количества автотранспорта, развитием местной промышленности возникает необходимость постоянного мониторинга природных сред района на содержание свинца.

# ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА «ПОВОЛЖСКИЙ 8» В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛЭП-110 КВ

*Е. А. Новичкова<sup>1</sup>, В. Г. Подковкин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,  
*novitchkova@rambler.ru*

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,  
*podkovkin@rambler.ru*

**Введение.** В настоящее время растет интерес к изучению антропогенного влияния на биосферу (Мичурина, Иванов, Подковкин, 2006). Развитие производства и широкое внедрение современных технологий приводит к расширению контактов человека и окружающей природной среды с различными электромагнитными излучениями (Григорьев, Бичелдей, Меркулов и др., 1998; Холодов, 1991; Шандала, Думанский, Иванов, 1990). Признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является экологическим фактором с высокой биологической активностью (Сподобаев, 2000). В рамках этого представляет интерес изучение влияния линий электропередачи (ЛЭП) на жизнедеятельность живых организмов, и, в частности, на рост и развитие растений (Мичурина, Иванов, Подковкин, 2006).

В процессе эволюции произошло приспособление живых организмов к определенному уровню ЭМП, однако, резкое значительное повышение (в историческом аспекте) уровня ЭМП вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма, что может привести к необратимым последствиям на всех уровнях организации (Григорьев, Бичелдей, Меркулов и др., 1998). И, следовательно, можно ожидать выраженной адаптационной реакции живого организма даже на небольшие изменения индукции внешнего магнитного поля, как, например, во время пребывания объекта в зоне действия высоковольтной ЛЭП (Подковкин, Слободянюк, Углова, 2000).

Данные о биологических эффектах электромагнитных полей антропогенного происхождения в естественных условиях немногочисленны, неполны и противоречивы. Отсутствует нормативная документация, регламентирующая воздействие данного фактора среды на природные экосистемы (Подковкин, Слободянюк, Углова, 2000). При этом, многочисленные линии электропередачи, проходящие через поля, засеянные сельскохозяйственными культурами, обладают выраженной биологической активностью и могут вызывать снижение устойчивости живых организмов к другим абиотическим факторам среды обитания (Пресман, 1968; Сподобаев, 2000).

В данной работе рассматривается возможность использования растений в качестве индикаторов электромагнитного загрязнения. Целью нашего исследования является изучение влияния электромагнитного поля линии электропередачи на рост, а, следовательно, на изменение морфометрических параметров подсолнечника «Поволжский 8».

**Материалы и методы.** Исследования проводились на подсолнечнике «Поволжский 8» в июне 2007 г. Для изучения электромагнитного воздействия были взяты образцы растений в районе линии электропередачи с напряжением 110 кВ вблизи с. Богатое Самарской области. Исследуемые площади были удалены от источника излучения соответственно на 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195 и 210 метров. Контрольные экземпляры брали на удалении 1 км от ЛЭП–110 кВ.

Для оценки морфометрических параметров снимали показатели длины и ширины листьев подсолнечника, а также высоту всего растения и длину междоузлия 3–4 пары листьев. Для определения параметров брали 4-ую (верхнюю) пару листьев. Выборка включала по 10 замеров.

Для оценки состава почвы в районе проведения эксперимента производили химический анализ почвы со всех исследуемых площадей (Кавеленова, Прохорова, 2001). Определяли гумусность, влажность, pH, механический состав и структуру почвенных образцов, концентрацию ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

Полученные в эксперименте цифровые данные подвергали статистической обработке с использованием специализированных компьютерных приложений Excel. Измерения исследуемых показателей считались статистически значимыми при  $p < 0.05$ .

**Результаты и обсуждение.** Сравнимые между собой растения находились практически в одинаковых условиях. Рельеф местности был ровным, освещенность, температура, влажность были одинаковыми. Состав почвы на всех исследуемых площадях по таким показателям, как гумусность, влажность, концентрация ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , pH, существенно не отличался. Почвенные образцы со всех исследуемых точек имели кубовидную комковато-зернистую структуру, по механическому составу – тяжелосуглинистые, из новообразований содержали лишь растительные остатки. Все исследуемые почвенные образцы имели нейтральную (6,5–7,0) или слабощелочную среду (7,0–7,5), не содержали ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ , но в них присутствовали ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и ионы  $\text{Cl}^-$  в количестве 1–0,1 мг/100 мл водной вытяжки (Кавеленова, Прохорова, 2001). Следовательно, различия в фотосинтетической активности подсолнечника на разном удалении от ЛЭП не обусловлены различием состава почвы.

На следующем этапе нашего эксперимента был проведен анализ морфометрических показателей подсолнечника на разном удалении от ЛЭП–110 кВ. Получены следующие результаты. Непосредственно под ЛЭП–110 кВ и вблизи ее на отрезке 0–60 м наблюдалось значительное понижение высоты исследуемых растений по сравнению с контрольными замерами (отличие от контроля достоверно) (табл.). Тенденция к понижению высоты сохранялась и на отрезке 75–120 м, после чего на расстоянии 135 м от источника излучения имело место повторное значительное снижение данного показателя по сравнению с контролем. Такая же зависимость наблюдалась на отрезке 180–195 м от ЛЭП, после чего величина исследуемого параметра приближалась к контрольным значениям (табл.).

В ходе работы выяснилось, что такие изучаемые морфометрические параметры, как ширина и длина листьев подсолнечника, а также длина междоуз-



лия 3–4 пары листьев, в зоне действия ЛЭП–110 кВ изменялись сходным образом. Вблизи источника излучения значения всех трех показателей существенно от контрольных не отличались (табл.). Но в точках 30 и 60 м ширина и длина листьев, а также длина междоузлия были значительно ниже по сравнению с контрольными замерами (отличия от контроля достоверны). После чего значения исследуемых показателей на отрезке 75–210 м приближались к контролю (табл.).

Таблица

**Изменение концентрации фотосинтетических пигментов в листьях подсолнечника «Поволжский 8» в зоне действия ЛЭП–110 кВ**

$\Delta L$ , м	Высота, см	Ширина, мм	Длина, мм	Междоузлие, см
0	14.48±0.57*	58.20±3.21	83.40±2.15	2.75±0.97
15	13.96±0.52*	72.70±3.42	88.40±4.04	1.20±0.12
30	13.45±0.55*	57.30±3.13*	75.10±3.38*	0.81±0.12*
45	14.85±0.59*	61.40±4.19	84.30±4.64	1.23±0.20
60	14.88±0.64*	56.80±3.66*	75.10±4.13*	0.95±0.07*
75	15.76±0.72	65.20±4.54	81.30±5.63	1.17±0.20
90	17.29±0.50	78.90±3.25	92.60±2.90	1.48±0.22
105	15.56±0.62	74.80±4.38	94.10±5.02	1.48±0.19
120	15.26±0.73	63.30±3.40	85.20±2.44	1.92±0.50
135	13.86±0.55*	67.40±3.18	88.90±2.82	4.05±1.02
150	16.18±0.89	70.10±2.95	86.50±3.76	1.45±0.16
165	15.55±0.80	73.40±3.16	88.20±4.32	1.48±0.23
180	14.45±0.68*	67.00±2.38	84.80±2.47	1.25±0.11
195	13.72±0.58*	78.40±2.31	93.50±3.39	1.43±0.17
210	15.92±0.82	73.50±9.50	79.70±5.57	1.16±0.11
1000	17.29±0.95	70.00±4.96	92.60±5.71	2.54±0.73

Примечание. \* – отличие от контроля достоверно для  $p < 0.05$ ;  $\Delta L$  – расстояние от ЛЭП-110 кВ.

Таким образом, в ходе исследования была установлена общая тенденция изменения морфометрических показателей подсолнечника «Поволжский 8» в зоне действия ЛЭП–110 кВ, которая выражается в резком снижении уровня исследуемых параметров на удалении 30 и 60 м от источника излучения (табл.). Необходимо отметить, что наиболее подвержен действию электромагнитного поля оказался такой изучаемый параметр, как высота растения.

#### Литература

Григорьев О. А., Бичелдей Е. П., Меркулов А. В., Степанов В. С., Шендельф Б. Е. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного магнитного поля на природные экосистемы // Электромагнитные поля. Биологическое действие и нормирование: Тезисы докладов Международного Совещания. М., 1998. С. 57.

Кавеленова Л. М., Прохорова Н. В. Науки о Земле. Практикум по курсу «Почвоведение с основами геологии»: Учебное пособие. Самара, 2001. 64 с.

Мичурина Н. Ю., Иванов Д. Г., Подковкин В. Г. Влияние электромагнитного поля линии электропередачи на рост и биохимические показатели озимой пшеницы // Ежегодник Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений за 2004–2005: Сборник трудов. М.: Изд-во АЛЛАНА, 2006. С. 154–159.

Подковкин В. Г., Слободянюк И. Л., Углова М. В. Влияние электромагнитных полей окружающей среды на системы гомеостаза. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2000. 108 с.

Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука, 1968. 288 с.

Сподобаев Ю. М. Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь, 2000. 239 с.

Холодов, Ю. А. Минуты органы чувств? / Ю. А. Холодов. М.: Знание, 1991. 64 с.

Шандала М. Г., Думанский Ю. Д., Иванов Д. С. Санитарный надзор за источниками электромагнитных излучений в окружающей среде. Киев: Здоровье, 1990. 153 с.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛЭП–110 КВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА «ПОВОЛЖСКИЙ 8»**

*Е. А. Новичкова<sup>1</sup>, В. Г. Подковкин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,  
novitchkova@rambler.ru*

*<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»,  
podkovkin@rambler.ru*

**Введение.** Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный (Григорьев, Бичелдей, Меркулов и др., 1998). В настоящее время признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является экологическим фактором с высокой биологической активностью (Сподобаев, 2000). Термин «глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды» официально введен в 1995 г. Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), включившей эту проблему в перечень приоритетных для человечества.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, однако, резкое значительное повышение (в историческом аспекте) уровня ЭМП вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма, что может привести к необратимым последствиям на всех уровнях организации (Григорьев, Бичелдей, Меркулов и др., 1998). И, следовательно, можно ожидать выраженной адаптационной реакции живого организма даже на небольшие изменения индукции внешнего магнитного поля, как, например, во время пребывания объекта в зоне действия высоковольтной ЛЭП (Подковкин, Слободянюк, Углова, 2000).

Данные о биологических эффектах электромагнитных полей антропогенного происхождения в естественных условиях немногочисленны, неполны и противоречивы. Отсутствует нормативная документация, регламентирующая воздействие данного фактора среды на природные экосистемы (Подковкин, Слободянюк, Углова, 2000). При этом многочисленные линии электропередачи, проходящие через поля, засеянные сельскохозяйственными культурами и лесополосы, обладают выраженной биологической активностью и могут вызывать снижение устойчивости живых организмов к другим абиотическим факторам

среды обитания (Пресман, 1968; Сподобаев, 2000; Gould, 1984). К сожалению, механизмы воздействия физических факторов на биологические системы в силу высокой сложности последних далеки от разгадки (Пресман, 1968).

Как известно, общепризнанных индикаторов электромагнитного загрязнения не существует. В данной работе рассматривается возможность использования растений в этом качестве. Целью нашего исследования является изучение влияния электромагнитного поля линии электропередачи на фотосинтетическую активность подсолнечника «Поволжский 8».

**Материалы и методы.** Исследования проводились на подсолнечнике «Поволжский 8» в июне 2007 г. Для изучения электромагнитного воздействия были взяты образцы растений в районе линии электропередачи с напряжением 110 кВ вблизи с. Богатое Самарской области. Исследуемые площади были удалены от источника излучения соответственно на 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 195 и 210 метров. Контрольные экземпляры брали на удалении 1 км от ЛЭП-110 кВ.

Для определения фотосинтетической активности подсолнечника брали по 5 образцов листьев с 5 растений исследуемого участка. Биохимические анализы концентрации хлорофиллов а и b, а также каротиноидов в листьях проводили по Хольму-Веттштейну (Третьяков, Карнаухова, Паничкин, 1990).

Для оценки состава почвы в районе проведения эксперимента производили химический анализ почвы со всех исследуемых площадей (Кавеленова, Прохорова, 2001). Определяли гумусность, влажность, pH, механический состав и структуру почвенных образцов, концентрацию ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

Полученные в эксперименте цифровые данные подвергали статистической обработке с использованием специализированных компьютерных приложений Excel. Измерения исследуемых показателей считались статистически значимыми при  $p < 0.05$ .

**Результаты и обсуждение.** Сравнимые между собой растения находились практически в одинаковых условиях. Рельеф местности был ровным, освещенность, температура, влажность были одинаковыми. Состав почвы на всех исследуемых площадях по таким показателям, как гумусность, влажность, концентрация ионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , pH, существенно не отличался. Почвенные образцы со всех исследуемых точек имели кубовидную комковато-зернистую структуру, по механическому составу – тяжелосуглинистые, из новообразований содержали лишь растительные остатки. Все исследуемые почвенные образцы имели нейтральную (6,5–7,0) или слабощелочную среду (7,0–7,5), не содержали ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ , но в них присутствовали ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и ионы  $\text{Cl}^-$  в количестве 1–0,1 мг/100 мл водной вытяжки (Кавеленова, Прохорова, 2001). Следовательно, различия в фотосинтетической активности подсолнечника на разном удалении от ЛЭП не обусловлены различием состава почвы.

На следующем этапе нашего эксперимента была проанализирована концентрация фотосинтетических пигментов в листьях подсолнечника на разном удалении от ЛЭП–110 кВ (Третьяков, Карнаухова, Паничкин, 1990). Во всех исследованных образцах были обнаружены хлорофилл а, хлорофилл b и каротиноиды, причем уровень каротиноидов превышал количество хлорофилла

обоих типов, из которых преобладал хлорофилл а (табл.). Изменение концентрации всех пигментов фотосинтеза под действием ЛЭП имело сходную волнообразную зависимость.

Таблица

**Изменение концентрации фотосинтетических пигментов в листьях подсолнечника «Поволжский 8» в зоне действия ЛЭП–110 кВ**

$\Delta L$ , м	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Каротиноиды
0	0.911±0.066	0.175±0.032	1.399±0.058
15	0.929±0.067	0.187±0.010	1.602±0.040*
30	1.108±0.123	0.249±0.025	1.528±0.139
45	0.730±0.095*	0.156±0.018	1.162±0.111*
60	0.767±0.009*	0.180±0.017	1.169±0.031*
75	0.780±0.066*	0.111±0.032*	1.254±0.058*
90	0.892±0.104	0.163±0.035	1.257±0.080*
105	1.000±0.122	0.112±0.018*	1.496±0.101
120	1.007±0.122	0.150±0.047	1.488±0.143
135	0.788±0.075*	0.128±0.027*	1.158±0.066*
150	0.826±0.142	0.131±0.037	1.279±0.121
165	1.073±0.047	0.182±0.020	1.518±0.067
180	1.008±0.057	0.128±0.015*	1.461±0.042
195	1.024±0.057	0.205±0.015	1.347±0.070
210	0.989±0.028	0.138±0.007*	1.459±0.037
1000	1.044±0.028	0.196±0.007	1.461±0.037

Примечание. \* – отличие от контроля достоверно для  $p < 0.05$ ;  $\Delta L$  – расстояние от ЛЭП–110 кВ.

Непосредственно под ЛЭП–110 кВ и вблизи ее концентрация хлорофилла а и хлорофилла b в листьях подсолнечника «Поволжский 8» существенно не отличалась от контрольных значений, но имела тенденцию к некоторому понижению (табл.). Далее на отрезке 45–75 м от ЛЭП имело место значительное уменьшение содержания хлорофилла а в исследуемых образцах (отличие от контроля достоверно) (табл.). Уровень хлорофилла b на этом отрезке заметно понизился в точке 75 м от источника излучения. После спада концентрации хлорофилла обоих типов имело место некоторое повышение значения данного параметра. Затем наблюдалась тенденция к повторному понижению концентрации пигментов: для хлорофилла а – на удалении 135 м, для хлорофилла b – участок 105–135 м от ЛЭП–110 кВ (табл.). Необходимо отметить, что подобный спад количества пигмента в точке 135 м от источника излучения был одинаково выражен как для хлорофилла а, так и для хлорофилла b (табл.). Далее концентрация этих пигментов в листьях подсолнечника начала расти, приближаясь к контролю. Отмечено, что концентрация хлорофилла а на отрезке 150–210 м от ЛЭП существенно не отличалась от контрольных значений, причем в точке 195 м значение исследуемого показателя превысило контрольный уровень (табл.). Подобная тенденция имело место и для хлорофилла b, уровень которого несколько превысил контроль также на удалении 195 м от ЛЭП–110 кВ. Однако колебания количества хлорофилла b с тенденцией к понижению были более заметны вследствие значительного его уменьшения в точках 180 и 210 м (табл.).

Таким образом, действие электромагнитного поля ЛЭП–110 кВ привело к волнообразному изменению концентрации хлорофилла а и хлорофилла b в листьях подсолнечника «Поволжский 8». В ходе исследования были установлены точки, в которых имело место значительное уменьшение концентрации пигментов как для хлорофилла а, так и для хлорофилла b: 75 и 135 м от источника излучения ЛЭП–110 кВ (табл.).

Варьирование концентрации каротиноидов в целом имело аналогичную тенденцию (табл.). Стоит отметить, что во всех исследуемых точках количество каротиноидов было значительно больше, чем хлорофилла.

В ходе работы было выяснено, что непосредственно под ЛЭП–110 кВ концентрация каротиноидов практически не отличалась от контроля, но уже на расстоянии 15 м от линии электропередачи имело место значительное повышение уровня данного показателя (максимальное значение) (табл.). Далее наблюдалось волнообразное изменение концентрации этих веществ, выраженное в снижении количества каротиноидов на отрезке 45–90 м (отличия от контроля достоверны), дальнейшем росте их содержания на расстоянии 105–120 м от ЛЭП и повторном понижении концентрации данного параметра (минимальное значение) на расстоянии 135 м от источника излучения (табл.). После чего показатели опытных образцов существенно от контроля не отличались (табл.).

Таким образом, можно отметить общую тенденцию к значительному понижению концентрации пигментов фотосинтеза в листьях подсолнечника «Поволжский 8» под действием электромагнитного поля ЛЭП–110 кВ на расстоянии 75 и 135 м от источника излучения.

### Литература

Григорьев О. А., Бичелдей Е. П., Меркулов А. В., Степанов В. С., Шендельф Б. Е. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного магнитного поля на природные экосистемы // Электромагнитные поля. Биологическое действие и нормирование: Тезисы докладов Международного Совещания. М., 1998. С. 57.

Кавеленова Л. М., Прохорова Н. В. Науки о Земле. Практикум по курсу «Почвоведение с основами геологии»: Учебное пособие. Самара, 2001. 64 с.

Подковкин В. Г., Слободянюк И. Л., Углова М. В. Влияние электромагнитных полей окружающей среды на системы гомеостаза. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2000. 108 с.

Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа. М.: Наука, 1968. 288 с.

Сподобаев Ю. М. Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь, 2000. 239 с.

Третьяков Н. Н., Карнаухова Т. В., Паничкин Л. А. Практикум по физиологии растений. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.

Gould J. L. Magnetic field sensitivity in animals // Annu. Rev. Physiol. 1984. V. 46. P. 585–598.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ УГЛЕРОДА

*Е. А. Шишкин*

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

История науки химии не знает имен первооткрывателей лишь 10 элементов из 110. В числе 10 элементов входит углерод. В даль веков уходит история его открытия, который в форме древесного угля, графита и алмаза был известен человеку с незапамятных времен. Без углерода немислима жизнь на земле, без него не обходится ракетостроение, радиоэлектроника, космонавтика, атомная техника и многие бытовые приборы.

В природе углерод распространен очень широко, по массе земной коры составляет 0.1%. В литосфере, атмосфере и гидросфере углерода содержится 0.18%, а в теле человека – 19.37%.

В основе строения «аморфного» углерода (сажа, древесный уголь) лежит разупорядоченная структура мелкокристаллического графита. Активированный уголь обладает большими адсорбционными свойствами, на этом свойстве основано Н. Зелинским применение противогаса для защиты от ядовитых газов. Кроме других применений активированный уголь используется в одной из важнейших задач современности – взаимоотношение человека и природы. Он применяется для очистки сточных вод промышленных предприятий. В медицине активированный уголь применяют при желудочно-кишечных заболеваниях и отравлениях для поглощения вредных веществ (таблетки карболен). Кокс применяется для фильтрования воды на водоочистительных станциях [1].

Графит – это самое жаропрочное простое вещество, которому не страшна температура в 4000 °С. Поэтому он применяется в изготовлении рулей, работающих в зоне сопла ракетного двигателя, для изготовления графитовых плиток, закрывающих корпуса космических кораблей. Широко использует графит и атомная техника, так как он замедляет и отражает действие нейтронов (замедлитель в атомных реакторах) [2].

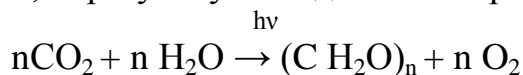
Углерод образует два оксида: оксид углерода (II) и оксид углерода (IV). Оксид углерода (II), или угарный газ очень токсичное вещество. Кислород переносится к тканям организма в соединении с гемоглобином крови – HbO<sub>2</sub> оксигемоглобин. Молекула CO превосходит O<sub>2</sub> по скорости реакции с гемоглобином в 210 раз, поэтому, попадая в органы дыхания, угарный газ вытесняет кислород из HbO<sub>2</sub>, образуя HbCO – карбоксигемоглобин, который нарушает процесс тканевого дыхания.  $CO + HbO_2 \leftrightarrow HbCO + O_2$

Первые симптомы отравления возникают у человека, находящегося в среде с концентрацией CO – 200–220 мг/м<sup>3</sup> всего лишь 2 часа. Благодаря своим физическим свойствам: бесцветный, без запаха, высокие местные концентрации CO представляют собой экологические ловушки. По суммарной массе угарный газ занимает первое место среди газов-загрязнителей. Ежегодная доля выбросов CO от неполного сгорания топлива автотранспорта и ТЭС составляет 20–30%. Угарный газ в количестве 4–5% содержится в составе выхлопных газов автомо-

билей, а табачный дым содержит 1% CO. Содержание угарного газа в промышленных городах превышает ПДК, а в составе CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, оксидов азота и пыли образует «смог» [4].

Второй оксид углерода (IV) – углекислый газ входит в состав атмосферы всего 0.03% по объему, но играет он огромную роль, являясь «пищей» для растений. Одновременно CO<sub>2</sub> еще и «одеяло» Земли, так как он легко пропускает солнечные лучи, нагревающие земную поверхность, но задерживает инфракрасные. Воздух, содержащий 4% CO<sub>2</sub>, становится непригодным для дыхания, а при 10% – наступает почти мгновенная смерть. Много CO<sub>2</sub> растворено в воде морей и океанов в форме карбонатов и гидрокарбонатов, которые используются морскими животными для построения скелетов и раковин. Пресные водоемы (реки, озера, пруды и водопроводная вода) тоже всегда содержат растворенный CO<sub>2</sub>. Этот раствор представляет собой самую распространенную из кислот – угольную H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Химики считают ее очень слабой, но несмотря на свою кажущуюся «слабость», H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> не совсем безобидное вещество. Этот раствор по отношению к некоторым минералам и металлам довольно агрессивен. Дождевые воды, содержащие CO<sub>2</sub>, медленно растворяют мрамор, разрушая мраморные статуи и другие памятники, ускоряют ржавление железа и образование зеленого налета на бронзовых памятниках. В природе H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> является мощной силой, преобразующей облик нашей планеты. Подземные воды, содержащие CO<sub>2</sub>, хорошо растворяют известковые породы и приводит к образованию пещер.

Наконец, многочисленные соединения углерода входят в состав живых организмов и живой природы. Углерод – основа жизни всего живого на Земле, так как является основным элементом многочисленного и разнообразнейшего класса органических соединений. Соединения углерода, входящие в состав живых организмов и растений глубокой древности, образовали в течение многочисленных геологических эпох богатые углеродом месторождения твердых, жидких и газообразных ископаемых (каменный уголь, нефть, природный газ и торф). Всю жизнь растительные и животные организмы обмениваются углеродосодержащими соединениями с окружающей средой, а «посредником» и «переносчиком» этих веществ служит углекислый газ. Основным процессом, идущим в биосфере, является усвоение CO<sub>2</sub> растениями и микроорганизмами. Под действием кванта света (солнечная энергия) CO<sub>2</sub> атмосферы и H<sub>2</sub>O, всасываемая корнями растений, образуют углеводы и кислород.



В процессе фотосинтеза растительные организмы земного шара усваивают ежегодно около 200 млрд тонн углерода, синтезируя около 400 млрд тонн органических веществ и выделяют примерно 400 млрд тонн кислорода. Микроорганизмы морей и океанов потребляют около 40 млрд тонн углерода.

Наряду с процессом фотосинтеза в живых организмах (растения, животные, микроорганизмы) идет процесс дыхания – обратный процесс фотосинтезу. Земля тоже «дышит», как живой организм, выделяя в атмосферу углекислый

газ, это могут быть вулканы и горячие источники, выбрасывающие огромные массы углекислого газа.

Человек своей деятельностью все больше и больше вмешивается в круговорот углерода в природе. Почти весь каменный уголь, а добывают его на протяжении восьми столетий, а также большая часть нефти были сожжены в топках, горелках, двигателях внутреннего сгорания и др., что увеличило концентрацию газа  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Считают, что только за 40 лет первой половины XX века концентрация возросла с 0.029 до 0.032%. Но это много меньше, чем должно быть по подсчетам. Так с 1800 по 1994 гг. около 48% выброшенного в атмосферу углекислого газа поглотил мировой океан.

Растения, животные и микроорганизмы в процессе эволюции существуют бок о бок друг с другом такое долгое время, что установили прочные и сложно переплетенные связи между собой. Круговорот углерода в природе вечный и бесконечный.

#### Литература

1. Вишневский Л. Д. Под знаком углерода. Пособие для учащихся. М.: Просвещение, 1974.
2. Конкин А. А. Углерод и другие жаростойкие волокнистые материалы. М.: Химия, 1974.
3. Краткая химическая энциклопедия. Т. 5. М.: Советская энциклопедия, 1967. С. 303–330.
4. Шустов С. Б., Шустова Л. В. Химические основы экологии: Учеб. пособие для уч-ся шк., гимназий с углубл. изуч. химии, биологии и экологии. М.: Просвещение, 1994.

### ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ КИРОВЕ

*Л. И. Князева, В. И. Титлянов*

*Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека по Кировской области,  
rpn@rpnrirov.ru*

Изменение эколого-гигиенической обстановки в городе Кирове, обусловленное ухудшением качества атмосферного воздуха в северо-западной части города, выдвинуло необходимость изучения проблемы влияния техногенного воздействия на среду обитания и здоровье человека в данном районе.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха (по объемам выбросов) в этом районе являются ООО «Кировский БиоХимЗавод», ОСП ТЭЦ–4 ОАО «ТГК–5», тепличное хозяйство ЗАО «Агрокомбинат «Племзавод «Красногорский», а также канализационно-насосные станции ОАО «Кировские Коммунальные Системы»

Выбросы этих предприятий имеют сложный состав веществ, относящийся к разным химическим группам, ряд веществ в определенной концентрации обладает резким неприятным запахом, который может усиливаться с учетом



характера комбинированного действия смеси веществ. Некоторые вещества обладают крайне высоким порогом чувствительности (на уровне и ниже ПДК).

ООО «Кировский БиоХимЗавод» специализируется на выпуске кормовых дрожжей, технического этилового спирта, фурилового спирта.

Количество источников вредных выбросов – 153, из них 117 – организованные, 36 – не организованные. Оснащены ГОУ – 39 источников. Основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются паросиловой цех (сернистый ангидрид, диоксид азота, оксид углерода, пентаоксид ванадия, лигнин, взвешенные вещества), гидролизно-дрожжевой цех (аммиак, метанол, этанол, фенол, уксусная кислота, фурфурол, серная кислота, формальдегид), цех сушки дрожжей (белок, сернистый ангидрид, диоксид азота, оксид углерода), цех фурфуриловых спиртов и цех ректификации фурфурола (фурфурол, фурфуриловый спирт, формальдегид, метанол, этанол). Локальные очистные сооружения (фурфурол, формальдегид, сероводород, аммиак, метанол).

В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» для производства кормовых дрожжей, фурфурола и спирта из древесины и сельскохозяйственных отходов методом гидролиза предусмотрен размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) 500 метров. Распоряжением администрации г. Кирова № 662 от 18.04.1995 года заводу был установлен размер СЗЗ 1300 м от основных источников выбросов. Разработан проект организации, благоустройства и озеленения СЗЗ в 1993 году (заключение городского центра госсанэпиднадзора № 129 от 09.06.1993 года). В виду спада производства в 1994 г. и его полной остановки в 1995 году проект не реализовывался. Жилых домов в санитарно-защитной зоне нет.

В мае–июне 2006 г. и периодически в последующее время в адрес Управления Роспотребнадзора поступали многочисленные жалобы населения, проживающего в северо-западной части г. Кирова на сильный неприятный запах. В 2006 г. дважды и в 2007 г. Управлением проведены внеплановые мероприятия по контролю за соблюдением санитарного законодательства на ООО «Кировский БиоХимЗавод», а также проверки санитарного законодательства, в том числе в части охраны атмосферного воздуха, работы очистных сооружений, порядка накопления и обезвреживания отходов на предприятиях ОСП ТЭЦ–4 ОАО «ТГК–5», ОАО «Кировские Коммунальные Системы», ОАО «Птицефабрика «Костинская», тепличного комбината ЗАО «Агрокомбинат племзавод «Красногорский».

При проведении исследований атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне и жилой зоне в районе данных предприятий установлено, что в районе ТЭЦ–4, ОАО «Кировские Коммунальные Системы» превышение вредных веществ не обнаружено, промышленная площадка тепличного комбината ЗАО Агрокомбинат племзавод «Красногорский» входит в территорию СЗЗ ООО «Кировский БиоХимЗавод», превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе не обнаружено, однако по группе суммации имеется превышение – аммиак и дигидросульфид. На руководителях ЗАО Агрокомбинат племзавод «Красногорский», ОАО «Птице-

фабрика «Костинская» составлены протоколы об административном нарушении – за нарушение санитарного законодательства (отсутствии производственного контроля за качеством атмосферного воздуха).

При проведении исследований атмосферного воздуха ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области» обнаружено: содержание фенола, сероводорода в жилой зоне 23 июня 2006 года превышало предельно-допустимую величину в 1,25–2,6 раза, (протокол № 213 от 23.06.06). Согласно протокола № 216 от 27.06.06 среднесуточные концентрации фенола превышали ПДК в 1,7 раза, формальдегида – в 2–2,7 раза, аммиака - в 3,8–4 раза. Всего исследовано более 200 проб воздуха на содержание фенола, дигидросульфида, формальдегида, аммиака, фурфурола, окиси углерода, окислов азота, взвешенных веществ. По данным Управления Ростехнадзора имелись неоднократные случаи превышения нормативов ПДВ загрязняющих веществ от источников выбросов ООО «Кировский БиоХимЗавод» (очистные сооружения промышленных стоков) по формальдегиду, дигидросульфиду, аммиаку. Наибольшее превышение нормативов ПДВ регистрировались по дигидросульфиду.

В результате проведения мероприятий по контролю соблюдения требований санитарного законодательства на ООО «Кировский БиоХимЗавод» выявлены нарушения: не эффективная работа локальных очистных сооружений производственных стоков, накопление на территории предприятия отходов производства свыше установленных лимитов, превышение нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) по дигидросульфиду, аммиаку, формальдегиду (протоколы исследования содержания вредных веществ от неорганизованных источников № 1 от 22.06.06., № 3 от 27.06.06. ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу» Управления Ростехнадзора). Валовые выбросы загрязняющих веществ (сероводорода, аммиака и др.) от источников ООО «Кировский БиоХимЗавод» в несколько раз превышают аналогичные от источников на других предприятиях (по данным проектов нормативов ПДВ загрязняющих веществ), а формальдегид является спецификой предприятия. Наличие формальдегида в выбросах автотранспорта незначительно (до 0,2% в составе выхлопных газов). Валовые выбросы загрязняющих веществ (дигидросульфид, аммиак, формальдегид соответственно, т/год) составляют по ООО «Кировский БиоХимЗавод» 3,784, 12,9 и 6,99; ОАО «Кировские коммунальные системы» – 0,64 и 8,49, формальдегид отсутствует; ЗАО «Агрокомбинат племзавод «Красногорский» – 0,26 и 3,2, формальдегид отсутствует; ОАО «Птицефабрика «Костинская» – 0,08 и 1,52, формальдегид отсутствует; ОСП ТЭЦ–4 ОАО «ТГК–5» – данные по выбросам указанных веществ отсутствуют (имеются выбросы золы углей, мазутной золы, пыли неорганической, азота диоксида, ангидрида сернистого, углерода оксида, метана, бензапирена и т. д.).

Объемы выпуска этилового спирта на ООО «Кировский БиоХимЗавод» за 2006 г. составил 797769 дал (при проектной мощности 750000 дал/год).

Управлением составлен протокол о временном запрете деятельности ООО «Кировский БиоХимЗавод» с 27.06.2006 и об административном правонарушении. Все материалы по результатам проверки переданы в суд и прокуратуру.

ру. Руководству завода выдано предписание об устранении выявленных нарушений. Проведена проверка выполнения предписания.

Согласно представленным материалам (проект предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ от источников ООО «Кировский БиоХимЗавод») максимальные расчетные приземные концентрации загрязняющих веществ не превышают ПДК в атмосферном воздухе на границе жилой зоны и на границе 500метровой зоны, т.е. при условии соблюдения технологического режима (регламентов) производства продукции, технологического режима работы локальных очистных сооружений пром. стоков, превышение нормативов ПДВ, а, следовательно, превышение ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от источников выбросов ООО «Кировский БиоХимЗавод» быть не должно. Соответственно превышение нормативов ПДВ (ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе) возможно только при условии нарушений технологического процесса (промышленных регламентов) производства продукции и технологического процесса очистки выбросов (сбросов).

В результате проводимых мероприятий установлено, что основным источником загрязнения атмосферного воздуха являлись локальные очистные сооружения промышленных стоков ООО «Кировский БиоХимЗавод», что подтверждается данными о превышении нормативов ПДВ от источников выбросов загрязняющих веществ – очистных сооружений промышленных стоков, а также данными параметров показателей качества сточных вод после очистки (высокие показатели ХПК, БПК – до 1800 мг.О<sub>2</sub>/куб.м. и до 320 мг.О<sub>2</sub>/куб.м. соответственно). Превышение ПДВ по дигидросульфиду в 2006 г. и соответственно превышение ПДК дигидросульфида в атмосферном воздухе объясняется неэффективной работой очистных сооружений – при высокой температуре и при отсутствии достаточной аэрации начинаются процессы гниения (разложения) активного ила с выделением дигидросульфида (сероводорода).

В 2007 г. зарегистрировано превышение нормативов ПДВ по формальдегиду от дрожжерастительного аппарата (по данным Управления Ростехнадзора по Кировской области).

В 2007 г. при проведении исследований атмосферного воздуха в жилой зоне в районе ООО «Кировский БиоХимЗавод» обнаружено превышение максимально разовых и среднесуточных ПДК содержания вредных веществ – формальдегида в 1,3–2,6 раза и по эффекту суммации (формальдегид+аммиак). Отбор проб атмосферного воздуха проводится в постоянном режиме (еженедельно), в контрольных точках, подфакельно, с учетом направления ветра. Превышение ПДК зарегистрированы в пробах, отобранных по ул. Луганской, 62 (22.02.2007), Весенней, 117 (22.03,01.06), Лепсе, 10А (02.04), ул. Монтажников, 2 (27.04), ул. Луганская, 62 (21.05), ул. Металлистов, 3 (15.06). В текущем году (с января по ноябрь) исследовано более 200 проб атмосферного воздуха. Были отобраны контрольные пробы среднесуточных концентраций – во время остановки предприятия (в течение июля 2007 г.), превышения ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе не обнаружено.

Таким образом, можно сделать вывод, что превышение ПДК в атмосферном воздухе и превышение нормативов ПДВ по дигидросульфиду и формальдегиду говорит о причинно-следственной связи данных факторов.

При анализе показателей заболеваемости установлен достоверно высокий уровень экологически обусловленной заболеваемости населения в данном районе. При оценке риска развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения на основе расчета коэффициента опасности (HQ) формальдегида на уровне среднегодовой концентрации (при анализе среднесуточных), соответствующей 1,4 ПДК (RfCR–0,003 мг/куб.м.) при использовании в качестве критерия риска референтной концентрации при хроническом ингаляционном воздействии установлена значительная вероятность развития вредных эффектов по критериям оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

Для более детального изучения проблемы оценки воздействия загрязняющих веществ, в частности веществ, обладающих неприятным запахом, на здоровье населения важное значение имеет дальнейшее изучение различных показателей здоровья населения, живущего в районе размещения предприятий (в том числе исследование психологического, иммунологического, морфофункционального и биохимического статуса).

При изучении степени техногенного воздействия на качество атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов ООО «Кировский БиоХимЗавод» наряду с химическим фактором необходимо учитывать биологический фактор. При технологическом процессе получения кормовых дрожжей имеются выбросы в атмосферный воздух микроорганизмов – дрожжеподобных грибов рода *Candida*, возможно присутствие специфического белка кормовых дрожжей (пыль готового продукта). Данные вещества могут оказывать сенсibiliзирующее и алергизирующее действие.

В настоящее время предприятием проводится реконструкция очистных сооружений промышленных стоков, ведутся подготовительные работы по заключению договора с ГУ НИИ ЭЧиГОС им. Сырина РАМН по изучению влияния выбросов на состояние здоровья населения с целью обоснования размера санитарно-защитной зоны, изучается возможность применения новых технологических решений по очистке сточных вод.

На основании изложенного видно, что требуется объективное изучение, оценка и принятие решения о проведении комплекса организационных, технических, административных мер по предотвращению возможного загрязнения атмосферного воздуха жилой зоны, в том числе оборудование всех источников выбросов эффективным оборудованием по улавливанию и очистке выбросов загрязняющих веществ, внедрение новых современных технологических решений при производстве технических спиртов и кормовых дрожжей, реконструкция очистных сооружений промышленных стоков с целью достижения максимальной эффективности работы данных сооружений, проведение работ по обоснованию размеров санитарно-защитной зоны – оценка риска для здоровья населения загрязнения атмосферного воздуха, разработка единого проекта нормативов ПДВ загрязняющих веществ для разработки проекта организации об-

щей санитарно-защитной зоны для всего промышленного комплекса (ООО «КБХЗ», ОСП «ТЭЦ-4» ТГК-5, тепличное хозяйство ЗАО «Агрокомбинат племзавод «Красногорский»), организация мониторинга за качеством атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов ООО «Кировский БиоХимЗавод».

Проведение данного комплекса мер позволит обеспечить права граждан – жителей г. Кирова на благоприятную среду обитания.

#### Литература

1. СанПиН 2.2.1/2.1.11200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация, предприятий, сооружений и иных объектов».
2. СанПиН 2.1.1.6.1032–01 «Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха».
3. СП 2.2.2.1327–03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, технологическому оборудованию и рабочему инструменту».
4. МосМР 2.1.9.004–03 «Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду».
5. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. М.: Химия, 1991.
6. Яковлев В. И. Технология микробиологического синтеза. Л.: Химия, 1989. Вредные вещества в промышленности. Л.: Химия, 1977.
7. Бударина О. В. Вопросы охраны атмосферного воздуха от загрязнения веществами, обладающими запахом. Материалы пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и МЗ и СР. М., 2005.
8. Далин М. В., Гукасян И. А., Спивак С. М. Подходы к разработке диагностических аллергенов для обследования рабочих, занятых в производстве микробных биомасс кормового назначения, и населения селитебных зон в регионах расположения микробиологических производств. Медицинская академия им. Сеченова, М., 1991.

### УЛУЧШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ НЕБОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ПОЧВЫ ПУТЁМ ВНЕСЕНИЯ В НЕЁ СПИРТОВОЙ (ЗЕРНОВОЙ) БАРДЫ

*А. В. Крупин, Т. Т. Мамуров, Л. И. Домрачева, Л. Б. Попов  
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,  
liko@liko.kirov.ru*

Зерновая барда представляет собой сложную полидисперсную коллоидную пленку, сухие вещества которой находятся в виде взвесей или в растворённом состоянии. Содержание сухого вещества колеблется в пределах 5-10% в том числе (в %): протеин - 1.7-2.5, жиры – 0.4-0.6, целлюлоза – 0.9 – 1.7, безазотистые экстрактивные вещества – 3.1 – 3.6, зола – 0.4 – 0.8. рН – 4.0-4.9.

Используемая в данной работе барда представляет собой отходы спиртзавода в г. Уржуме Кировской области. Длительное время происходил непосредственный сброс барды в водоёмы, что приводило к загрязнению воды, ухудшению её свойств. Сейчас значительная часть барды высушивается и используется как кормовая добавка в животноводстве. Но процесс высушивания сопровождается значительным расходом энергии.

Цель нашей работы – изучить возможность использования барды как органического удобрения при выращивании растений.

В микровегетационном опыте использовали пластиковые контейнеры, которые заполняли тепличным грунтом. В контроле навеска почвы составляла 400 г, во всех остальных вариантах – 320 г с внесением 80 мл барды в чистом виде или с дополнением микробных культур. Этими культурами был биопрепарат «Байкал-ЭМ1», а также накопительные 2-хнедельные культуры гриба *Fusarium oxysporum* и *Clostridium sp.*, выращенные на стандартных средах с добавлением барды. В каждый контейнер засевали по 20 семян горчицы посевной. Длительность опыта – 121 день. При его снятии подсчитывали число сохранившихся растений горчицы; наличие сорных растений (в таблице они не дифференцированы, обозначаются как сорняк), выросших из грунтового банка семян; общий урожай сухой надземной массы (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние спиртовой барды на урожай растений (модельный опыт)**

Вариант	Количество растений на сосуд, групповой состав	Сухая масса надземной части, г	Убыль/прибыль по отношению к контролю, %
1. Контроль	10 (горчица), 1 сорняк	6.93	
2. Барда	горчицы нет, 15 сорняков	7.94	+14
3. Барда+Clostridium	горчицы нет, 1 сорняк	5.75	-17.0
4. Барда+Fusarium	1 (горчица), 3 сорняка	8.94	+29.0
5. Барда+Байкал	1 (горчица), 1 сорняк	6.40	-7.7

Как видно из таблицы, добавление барды в грунт оказало неблагоприятное действие на всхожесть и выживаемость горчицы. В двух вариантах (2-м и 3-м) она не взошла совсем, а в двух других вариантах (4-м и 5-м) выжило по 1 экземпляру испытуемого растения. Тем не менее, в двух вариантах (2-м и 4-м) произошла существенная прибавка урожая общей сухой массы (на 14 и 29%). Особенно мощно развивалась крапива в варианте с одновременным внесением барды и фузариума, что обеспечило прибыль урожая сырой массы на 80% и сухой – на 29%.

Таким образом, доказана принципиальная возможность использования барды как органического удобрения под определенные культуры в условиях закрытого грунта, и, возможно, при выращивании рассады некоторых растений. Вероятно, эффективность применения барды повысится при её нейтрализации, так как одним из нежелательных последствий внесения барды в почву становится её подкисление из-за низких значений рН (4.0–4.9).

Ещё одним направлением наиболее полной утилизации барды может быть её использование в качестве компонента питательной среды при выращивании микромицетов и других групп микроорганизмов, которые впоследствии реально применять в биотехнологических целях.

## ПОИСК МИКРООРГАНИЗМОВ, АКТИВНЫХ В РАЗЛОЖЕНИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*Т. Т. Мамуров, А. В. Крупин, Л. И. Домрачева*  
*Вятская государственная сельскохозяйственная академия,*  
*liko@liko.kirov.ru*

В России ежегодно образуется около 130 млн. м<sup>3</sup> твёрдых бытовых отходов (ТБО), т. е. около 200 кг в весовом эквиваленте на одного человека. При этом общая тенденция – увеличение доли полимеров и синтетических материалов в составе ТБО, которые плохо разлагаются в почве (Бурков, 2005). В настоящее время доля пластмасс и других пластиков в отходах доходит в Кировской области до 10% (Экологическая безопасность..., 2001). Поэтому одной из насущных проблем улучшения экологической обстановки в нашем городе и области является проблема безопасного уничтожения этой категории отходов. Среди известных путей их утилизации одним из наиболее перспективных и экологически привлекательных выглядит путь микробиологического разложения искусственных полимеров, который обеспечивает природное самоочищение загрязнённых сред.

Цель нашей работы состояла в поиске микроорганизмов, способных к быстрому активному разложению ТБО, имеющих синтетическое происхождение.

Отбор проб, в состав которых входили полиэтиленовые пленки, пластиковые бутылки, губки для мытья посуды, был произведен на городской Костинской свалке. Для проведения опыта отобранные образцы без промывания водой, чтобы на них сохранилась исходная микрофлора, были измельчены на фрагменты длиной 0.1–0.5 см, и на каждый вариант навеска пробы составляла 2 г. При измельчении обеспечивается увеличение удельной поверхности для активизации деятельности микроорганизмов. Опыт закладывали в колбах объёмом 200 мл, куда, помимо измельченных отходов, вносили дистиллированную воду (100 мл) и испытуемые культуры микроорганизмов. Среди них были сертифицированные биопрепараты: «Гамаир», содержащий бактерию-гидролитик *Bacillus subtilis*, «Байкал-ЭМ1» с целым комплексом активных микроорганизмов; микромицет *Fusarium oxysporum*, выделенный нами из урбанозёма г. Кирова, накопительная культура анаэробных бактерий *Clostridium sp.*, цианобактерия *Nostoc muscorum* из коллекции фототрофных микроорганизмов кафедры ботаники, физиологии растений и микробиологии ВГСХА, а также был вариант с добавлением спиртовой барды, которая, как мы считали, обеспечит быстрое размножение микроорганизмов, обитающих на поверхности отходов. Подбор культур микроорганизмов осуществляли, исходя из известной по литературным источникам гидролитической активности используемых микроорганизмов. Выбор цианобактерии определялся тем, что многие из них активно вегетируют при нефтяном загрязнении, способствуют ремедиации загрязнённых территорий, способны к детоксикации различных поллютантов как за счёт собственных анатомо-физиологических возможностей, так и за счёт бактерий-спутников, оби-

тающих в слизистых чехлах цианобактерий. В контрольном варианте, кроме воды и отходов, дополнительно ничего не вносили, полагая, что возможное разложение пластика будет происходить за счёт микроорганизмов, адсорбированных на ТБО. Опыт продолжался в течение 4-х месяцев. При его снятии растворы были отфильтрованы от ТБО, отходы высушены и взвешены. Результаты исследования, приведённые в таблице 1, показывают, что во всех вариантах, кроме 6-го, произошла потеря сухой массы отходов. В данном варианте пленки и губчатые поверхности отходов были покрыты массовыми разрастаниями *N. muscorum*, неотделимыми механическим путём, что и привело к итоговому увеличению массы на 22,5%. Результаты контроля - снижение массы на 21% от исходной – (итог деятельности аборигенных микроорганизмов) показывают, что разложение пластика может происходить и в природных условиях. Однако при интродукции некоторых видов микроорганизмов в разлагаемые отходы наблюдается ускорение этого процесса.

Таблица 1

**Изменение массы ТБО под влиянием различных групп микроорганизмов**

Вариант	Сухая масса, г	Убыль/прибыль, %
1. Контроль	1.58	-21.0
2. Гамаир	1.40	-30.0
3. Байкал-ЭМ1	1.73	-13.5
4. Clostridium sp.	1.40	-30.0
5. Fusarium oxysporum	1.34	-33.0
6. Nostoc muscorum	2.52	+22.5
7. Барда	1.74	-13,0

В нашем опыте очень слабую активность, по сравнению с контролем, проявил только «Байкал-ЭМ1», который можно исключить из дальнейших испытаний. Неудачным оказался вариант с бардой, где первоначально отмечалось очень бурное размножение плесневых грибов. Однако их активность была обусловлена не разложением отходов, а потреблением более доступных питательных веществ из барды, после чего большинство микромицетов от мицелиальных стадий перешли в покоящиеся (споры). Во всех остальных вариантах масса ТБО за время испытаний уменьшилась практически на треть. Высокую активность в разложении полиэтиленовых отходов проявили и грибы (*Fusarium oxysporum*), и бактерии – бациллы из «Гамаира» и клостридии из накопительной культуры, которую получили сбраживанием растительных остатков.

Таким образом, полученные результаты доказывают принципиальную возможность дешевого эффективного разложения ТБО микробиологическим путём, экологически безопасным и практически безотходным.

**Литература**

- Бурков Н. А. Прикладная экология. Киров: Вятка, 2005. 272 с.  
 Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков). / Под ред. Т. Я. Ашихминой, М. А. Зайцева. Киров: Вятка, 2001. 416 с.



## ДИНАМИКА ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА В ПРУДАХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ДОРОНИЧИ»)

*М. А Гревцева., Э. А. Штина*

*Вятская государственная сельскохозяйственная академия, vsaa@insysnet.ru*

Среди многочисленных методов очистки сточных вод животноводческих комплексов использование биологических прудов привлекает своей простотой и относительной дешевизной сооружений. По данной технологии в основе приемов очистки стоков лежат принципы естественного самоочищения воды, в котором участвуют разные группы организмов: бактерии, водоросли, беспозвоночные и рыбы. В настоящее время применяются два варианта очистных биологических прудов. Один вариант называется интенсивным, при котором применяются различные способы ускорения разложения стоков: разбавления стоков, их механическая очистка, обработка озоном, перемешивание воды и др. Второй способ – экстенсивный – упрощенный – вариант биологических прудов, без предварительной очистки стоков, которая заменена их отстаиванием. Такая схема включает отстойники – накопители и биологические пруды – водорослевые, рачковые, рыбководные. Биологические пруды экстенсивного типа, не требующие дополнительных затрат энергии, заслуживают особого внимания.

В Кировской области в агрофирме «Дороничи» впервые на Севере России была применена экстенсивная форма очистки сточных вод. Она должна рассматриваться как экспериментальная база для совершенствования очистки и для решения вопроса о целесообразности распространения существующей технологии. В данном хозяйстве очистная система состоит из 2 прудов накопителей, 14 водорослевых прудов общей площадью 12.6 га, 7 рачковых прудов площадью 9.45 га и двух рыбных, площадь которых составляет 18.5 га.

В прудах - наполнителях происходит частичная минерализация органических веществ стоков за счет деятельности микроорганизмов, обуславливающих снижение загрязнения по БПК 5 до 1000 мг/л.

В водорослевых прудах под влиянием биогенных элементов и солнечной радиации происходит массовое развитие фитопланктона, и БПК 5 снижается до 200 мг/л. В рачковых прудах за счет богатого питательного субстрата развивается богатейшая фауна ракообразных, личинок насекомых, принимающих дальнейшее участие в очистке и доводящих показатели БПК 5 до 4 мг/л. В рыбных прудах происходит окончательная очистка стоков до БПК 5–2.4 мг/л. стоки из рачковых прудов, стекающие в рыбный пруд, имеют богатую биомассу фито – и зоопланктона, обеспечивающую энергетические потребности рыбы. Здесь рекомендуется выращивать сеголетков карпа.

Контроль за гидрохимическими показателями осуществляется комплексной лабораторией, которая в соответствии с результатами анализов решает вопрос о повышении или снижении нагрузки очистных прудов.

Но, необходимо отметить, что биологические пруды – это биотехнические сооружения и, следовательно, ход очистки в них должен контролироваться не только химическими, но и биологическими методами. В частности, необхо-

дим контроль за составом и биомассой агентов очистки – организмов фито – и зоопланктона. Состав водных организмов в биологических прудах, отражая ход очистки воды, является показателем качества воды, т.е. экологическим критерием. Экологический контроль за качеством воды немислим без изучения состава ее населения.

Начиная с 1990 г., с момента заполнения очистных прудов, нами проводились исследования фито- и зоопланктона: изучался видовой состав, становление трофических связей, динамика численности гидробионтов в течение всего вегетационного периода. Изучалась эффективность работы прудов биологической очистки. Для изучения фитопланктона использовался отстойный планктон или нативная вода, фиксированная формалином. Биомасса фитопланктона определялась по объему клеток (Штина, 1945). Пробы зоопланктона брались планктонной сеткой, через которую процеживали 50 л воды. Определение и подсчет гидробионтов проводился в камере Богорова. Индекс сапробности определялся по Пантле и Букку (1995). Исследования проводились с 1990 по 1995 гг., а также спустя 10 лет – в 2005 г.

В результате исследований установлено, что в процессе эксплуатации прудов биологической очистки за 15-летний период сформировалась экосистема, способная переносить значительные загрязнения воды. В составе фитопланктона прудов обнаружено 145 видов водорослей и 35 видов беспозвоночных животных. Выявлены виды водорослей, наиболее выносливых к органическому загрязнению. К ним относятся 11 видов зеленых водорослей из порядка хлорококковых и бесцветная вольвоксая водоросль *Polytoma*, все они относятся к полисапробам или  $\alpha$ -мезосапробам. Численность и биомасса водорослей и организмов зоопланктона сильно колебалась как во времени, так и в пространстве – в прудах разной степени загрязненности. Просматривается четкая корреляция между химическими показателями и составом и численностью водорослей. Если наибольшее разнообразие видов отмечено в рыбном пруду при наименьших показателях NH<sub>4</sub>, БПК<sub>5</sub> и наименьшей биомассой водорослей, то максимальная биомасса и численность водорослей наблюдались в водорослевых прудах 2 каскада и в рачковых прудах при довольно ограниченном составе видов. В этом отразилось правило отрицательной корреляции между биомассой фитопланктона и количеством видов (Сиренко, 1978)

Рачковые пруды являются третьей степенью очистки сточных вод. Обитатели их – коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные, личинки насекомых, составляющие зоопланктон, играют значительную роль в круговороте веществ в прудах. Эффективность работы рачковых прудов зависит от качественного и количественного состава зоопланктона, т. к. в процессе биологической очистки большую роль играют не отдельные виды беспозвоночных, а сообщества гидробионтов в рачковых прудах. Изучение условий их формирования, динамики развития дают возможность наиболее рационального использования биологических методов очистки стоков. Кроме того, изучение видового состава зоопланктона рачковых прудов позволит выявить сапробные индикаторные организмы для определения степени загрязнения прудов.

При анализе структуры сообщества выявлены различия в зоопланктоне рачковых прудов с разной степенью загрязнения. С ухудшением среды обитания, уменьшается не только число биотических групп, но и создаются условия для доминирования одной или немногих биотических групп, наиболее устойчивых к ухудшающимся условиям обитания в загрязненной водной среде. В составе зоопланктона с усилением загрязнения остаются в основном поли- и  $\alpha$ -мезосапробы, такие как *Moina brachiata*, *Daphnia longispina* и др.

Изучение динамики состояния и развития зоопланктона рачковых прудов в течение вегетационного периода позволило сделать следующий вывод. Рачковые пруды вследствие невысокой суммарной численности обитателей зоопланктона и невысокой биомассы не выполняют своей функции, не обеспечивают необходимой очистки сточных вод, а фактически выполняют роль водорослевых прудов 3-го каскада. Для достижения планируемой очистки сточных вод в технологический процесс был включен резервный пруд, который стал промежуточным звеном между рачковым и рыбным прудами, как дополнительное звено очистной системы, т. е. рачковым прудом 2-го каскада. Все это позволило добиться в рыбном пруду в 1995 г. плановых показателей по БПК 5 и аммонийного азота.

Рыбоводно-биологические пруды – это подвижная экологическая система, требующая постоянного слежения – мониторинга. И спустя 10 лет после проведенных исследований, в 2005 г нами была проведена работа по изучению биологического состояния динамики зоопланктона в рачковых и рыбных прудах.

Результаты наших исследований показали, что за прошедший период произошли значительные изменения в технологическом процессе свинокомплекса – вместо выращивания 36 тыс. голов количество свиней увеличилось в хозяйстве до 48. Безусловно, это увеличило нагрузку на все ступени биологической очистки прудов. В рачковых и рыбных прудах сформировалась экосистема, способная переносить значительное загрязнение воды. Доминирующая роль в прудах принадлежит коловраткам, ветвистым рачкам, личинкам двукрылых насекомых. Значительные изменения произошли в сообществах планктонных животных. Уменьшилось разнообразие видов ветвистоусых рачков. Из зафиксированных 12 видов в 1995 г в настоящее время обнаружено всего лишь 5. Все обнаруженные виды относятся к  $\alpha$  и  $\beta$ -мезосапробам, то есть приспособленным обитать в водоемах с высокой степенью загрязнения. Среди коловраток также преобладали виды, относящиеся к *Krathionis angularis*, *Kwatella cachlearis* K. *Quadrata* и др. Из обнаруженных видов веслоногих раков *Cyclops strennus* и *Acanthocyclops viridis* являются наиболее устойчивыми к загрязнению, переносят значительное содержание в воде гуминовых кислот. Из личинок насекомых многие виды – *Chironomus*, *Culex*, каретра – относятся или к полисапробам, или к  $\alpha$ -мезосапробам. Все это является показателем значительного загрязнения рачковых прудов.

Характеристики состояния рыбного пруда свидетельствуют о том, что, несмотря на не достигнутую очистку сточных вод, предусмотренную проектом, зоопланктон рыбного пруда характеризуется наиболее богатым видовым составом.

вом фауны и высокой биомассы. В сборах обнаруживались виды беспозвоночных, относящиеся к олигосапробам, – ракушковые рачки, личинки поденок, веснянок, стрекоз, ручейников. В рыбном пруду обитает серебряный карась – рыба, приспособленная к существованию в водоемах со значительной степенью загрязнения.

Проведенные нами исследования по динамике фито- и зоопланктона прудов свидетельствуют о том, что проектируемая степень очистки сточных вод не была достигнута. Для улучшения биологического состояния прудов и повышения эффективности очистки сточных вод необходимо проведение в хозяйстве следующих мероприятий:

1. Увеличить количество линий прудов биологической очистки с 7 до 12, что позволит добиться плановых показателей очистки сточных вод во всех ступенях.

2. Увеличение количества линий прудов биологической очистки позволит включить в технологический процесс важнейшее мероприятие «летование», которое должно проводиться по строгому графику. При этом должно быть предусмотрено удаление ила, обработка дна пруда, посев трав.

3. С целью активизации процессов очистки необходимо внесение культур водорослей и ракообразных, наиболее устойчивых к сверхвысокому загрязнению органическими веществами и наиболее активных в их разложении. Из водорослей рекомендуется культивирование зеленых хлорококковых водорослей *Chlorella*, *Ch.minutissima*, *Scenedesmus acutus*, *Monorhaphidium arcuatus*. Из коловраток виды родов *Brachionus* и *Euchlanis*; из ракообразных – *Moina brachiata*, *Simocephalus vetula*, *Eucyclops serrulatus*.

Рекомендуемые мероприятия позволяют достичь проектных показателей и интенсифицировать работу системы очистных прудов.

### Литература

Винберг Г. Г., Останина П. В., Сивко Т. Н., Левина Г. И. Биологические пруды в практике очистки сточных вод. Минск, 1996. 231 с.

Воронилов Ю. Н., Мальцман Т. С., Одинцова Т. И., Федосеев Ю. П. Очистка сточных вод животноводческих комплексов в биологических прудах. // Охрана прир.среды при с. х. пр-ве. Сб. научных трудов. М., 1988. С. 99–103.

Гилляров А. М. Применение индексов разнообразия при оценке загрязнения. Методы биологического анализа пресных вод. ЗИН АН СССР, 1976. С. 125–127.

Сиренко Л. А., Гавриленко М. Я. Цветение воды и евтрофирование. Киев, Наукова думка, 1978. 232 с.

Штина Э. А. Флора водорослей среднего течения р. Вятки. // Тр. Ботанического сада МГУ. Вып. 5. 1945. С. 176–235.

## СОСТАВ ВОДОРΟΣЛЕЙ АКТИВНОГО ИЛА

*Г. Ф. Габидуллина*

*Башкирский государственный университет, gabidullinag@mail.ru*

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды, который протекает медленно. Пока промышленно-бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения – сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве, имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, различных конструкций, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60–75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т. д. Широкое применение находит также электролиз.

Среди методов очистки сточных вод большую роль играет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов.

Сооружения для биологической очистки сточных вод могут быть разделены на два типа:

1) сооружения, в которых биологическая очистка осуществляется в условиях, близких к естественным (поля фильтрации и биологические пруды). Сточная вода очищается на них довольно медленно за счет запаса кислорода в почве и в воде биологических прудов, а так же вследствие жизнедеятельности микроорганизмов – минерализаторов, окисляющих попадающие в почву и воду органические загрязнения;

2) сооружения, в которых биологическая очистка осуществляется в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки). В этих сооружениях искусственно создаются условия, при которых процессы очистки сточных вод идут значительно интенсивнее.

Аэротенк – это система, состоящая из емкости и блока барботажной воды. Чистящим агентом здесь является активный ил, который циркулирует по емкости в заданном режиме. Сама емкость устраивается таким образом, чтобы весь объем поступающей в нее воды эффективно перемешивался с активным илом, не образовывал застойных зон и хорошо обогащался кислородом. Попав в такие условия анаэробные бактерии гибнут, а аэробные включаются в состав активного ила. Для создания такого режима необходимо обеспечить постоянную аэрацию очищаемой воды и стабильное поступление органического вещества. После того, как активный ил переработает поступившие к нему питательные вещества, он должен быть отделен от очищенной воды и возвращен к началу своего пути, где он снова вступит в реакцию с органическими веществами. Для отделения ила от очищенной воды устраивается сепаратор или отстойник, где ил оседает на дно и перекачивается в аэротенк (Жмур, 2001).

Активный ил представляет собой сложный биоценоз различных организмов, способных сорбировать своей поверхностью и окислять в присутствии кислорода органические вещества. Активный ил имеет размер 0,1–0,5 мм. – представляет собой темно-коричневые хлопья, состоящие на 70% из живых микроорганизмов и на 30% составляющие твердые частицы неорганической природы.

В связи со своеобразием экологической обстановки на биологических очистных сооружениях, все организмы – участники очистки сточных вод в составе активного ила, можно рассматривать как конкретный биоиндикационный комплекс, отражающий динамику показателей условий среды обитания, и, прежде всего, химического состава сточных вод, уровня токсичности и технологического режима их очистки. Таким образом, биоиндикаторы дают возможность не только определить наличие нарушений в режиме биологической очистки, но и выявлять причины последних. Сигнал о «неблагополучии» на очистных сооружениях индикаторные организмы подают значительно раньше, чем позволяют сделать результаты оценки динамики гидрохимических анализов.

Водоросли на очистных сооружениях следует рассматривать как облигатные виды для вторичных отстойников и факультативные для аэротенков. В первичных отстойниках в связи с высокими содержаниями загрязняющих веществ, обычно развиты только представители вольвоксовых и синезеленых водорослей (цианобактерий).

Наши исследования были направлены на изучение состава водорослей в биоценозе активного ила. Пробы отбирались на северных очистных сооружениях г. Уфы.

Город Уфа расположен на берегу реки Белой, при впадении в нее реки Уфа и Дема. Население города на 2002 г. составляло 1049, 3 тыс. человек. Среднесуточный расход сточных вод, поступающих на БОС – 180 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Продолжительность обработки воды в аэротенках – 5,5 ч. Влажность активного ила – 99,5%. Доза ила в аэротенках – 1,5 г/л. Концентрация растворенного кислорода – 4 мг/л.

Методика сбора и обработки альгологического материала соответствовала общепринятым подходам в изучении водорослей (Водоросли, 1989). Пробы просматривались через 2 часа после отбора активного ила.

В аэротенках г. Уфы развивалось разнообразное сообщество водорослей. Были выявлены представители 5 отделов водорослей: *Cyanophyta* (*Cyanobacteria*) – 10, *Chrysophyta* – 4, *Euglenophyta* – 2, *Bacillariophyta* – 5, *Chlorophyta* – 13. Наиболее часто встречались *Oscillatoria agardhii*, *Microcystis aeruginosa*, *Trachelomonas sp*, *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas sp. sp*.

Представители отдела *Cyanobacteria* отличаются высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных факторов, а также токсикантов. Они могут достигать значительной численности в активном иле аэротенков и вызывать «вспухание», они же, вызывают «цветение» водоемов.

Мы использовали экологическую картотеку видов водорослей (Баринава, Анисимова, Медведева, 2001) для выявления экологических характеристик видов водорослей, развивающихся в аэротенках на биологических очистных сооружениях г. Уфы. По специфическому местообитанию большинство развивающихся в аэротенке видов были планктонными. Сапробная валентность, показывающая приуроченность к определенной зоне сапробности, изменялась у выявленных видов от 1,6 до 4,5. Большинство видов были  $\beta$ -мезосапробы, 2 вида относились к  $\alpha$ -мезосапробам: *Chlorella vulgaris* и *Euglena viridis*.

По степени галобности получено следующее распределение: 6 галофила и 10 индифферентных видов. По географической приуроченности все виды были космополитами, только *Euglena viridis* относилась к бореальным видам.

Дальнейшие исследования позволят расширить список водорослей, выявленных в аэротенках и дать рекомендации по организации мониторинга по альгофлоре.

#### Литература

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2001. 560 с.
2. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.
3. Баринава С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Водоросли индикаторы в оценке качества окружающей среды. Экологическая картотека. 2001 г.ver. 1.1.b.

## РОСТ РАСТЕНИЙ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ РТУТЬЮ

С. Г. Скугорева

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, skugoreva@ib.komisc.ru

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием промышленности во всем мире усиливается загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Так, поступление ртути в среду за прошедшее столетие увеличилось в

20 раз [1]. При мировом производстве ртути в 10 000 т в год только 20% этого количества используется непосредственно в промышленности, остальное попадает в окружающую среду. Ртуть является одним из самых токсичных для биоты элементов [2]. Главной причиной токсического действия ртути является связывание с сульфгидрильными группами белков. Один из путей поступления ртути в организм животных и человека – с пищей растительного происхождения. Сельскохозяйственные культуры без особого вреда для себя могут содержать опасные для животных и человека концентрации ТМ [3]. Однако, некоторые виды растений очень чувствительны к составу среды выращивания и активно реагируют на ее изменение. Наиболее хорошим индикатором состояния растений является их рост, так как он интегрирует воздействие стресс-фактора на все процессы и функции растительного организма.

Целью работы – выявить виды культурных растений, ростовые показатели которых чувствительны загрязнению почвы ртутью.

В экспериментах объектами исследования были культурные растения: ячмень (*Hordeum distichum* L.), пелюшка (*Pisum arvense* L.), кресс-салат (*Lepidium sativum* L.), салат (*Lactuca sativa* L.) и редис (*Raphanus sativus* var. *radicula*) сортов 18 дней, Софит, Французский завтрак. Растения выращивали на типичной подзолистой среднекультуренной почве. Загрязнение почвы создавали внесением нитрата ртути (НР)  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  из расчета 18, 36, 90 и 180 мг соли на кг сухой почвы, что соответствовало содержанию 5, 10, 25, 50 ПДК ртути [4]. Определения показателей роста и биомассы проводили у пелюшки, кресс-салата, редиса, салата сорта Московский парниковый и ячменя через 15 (40), 20 (30), 40, 50, 25 (80) дней после появления всходов растений, соответственно.

В наших опытах поглощенная ртуть приводила к ингибированию роста корня растений. У пелюшки, салата и кресс-салата под действием ртути происходило торможение роста корня (табл. 1). В дозе 25 ПДК сырая биомасса корней 15-дневных растений пелюшки и кресс-салата была в 1.5 и 4.5 раза меньше, чем в контроле. У 40-дневных растений пелюшки в присутствии ртути в среде выращивания усиливалось накопление надземной биомассы на 25–65% по сравнению с контролем.

Выявлено, что наиболее восприимчивым к действию ртути является салат сорта Московский парниковый. Полевая всхожесть семян этой культуры при дозе 25 ПДК снижалась до 10%. При 10 ПДК происходило ингибирование роста корня: его длина снижалась в 1.5 раза, накопление сырой и сухой биомассы – соответственно в 3.5 и 2 раза. У опытных растений отмечено снижение сырой и сухой биомассы побега в 2 и 4 раза по сравнению с контролем.

Из исследованных сортов редиса более чувствительными к действию ртути оказались растения сорта Софит. При внесении в почву 10 ПДК ртути снижение длины и биомассы побега составило 30 и 60%, при дозе 25 ПДК – 40 и 70%. Длиннокорнеплодные сорта редиса – Французский завтрак и сорт 18 дней, оказались более устойчивы к действию ионов ртути, чем круглокорнеплодный сорт Софит. При 25 ПДК накопление биомассы побегов у данных сортов было



на 20–30% выше, чем в контроле, а биомасса корнеплодов достоверно не изменялась.

Наиболее устойчивой культурой к действию ртути оказался ячмень. Внесение нитрата ртути в почву приводило к усилению роста побега (табл. 2). Масса стеблей и листьев растений при 5 и 25 ПДК была в 1.5 раза выше, чем в контроле. Фитотоксический эффект ртути проявился в снижении в 1.5–2.5 раза количества биомассы колосьев. Таким образом, выявлено, что вегетативный рост преобладал над репродуктивным. Репродуктивные органы опытных растений дольше сохраняли зеленую окраску.

Увеличение биомассы надземной массы у 40-дневных растений пелюшки, растений ячменя и длиннокорнеплодных сортов редиса можно рассматривать как неспецифическую реакцию на действие ртути. Эффект положительного действия нитрат-ионов на растения исключать нельзя, однако он не имеет решающего действия. Исходное содержание гидролизуемого азота составляло 0.2 г/кг почвы или 0.9 г  $\text{NO}_3^-$ /кг. Кроме того, предварительно в почву вносили азотные удобрения в дозе 0.1 г  $\text{NO}_3^-$ /кг почвы. При внесении в почву 25 ПДК ртути дополнительно вносилось 0.03 г нитрат-ионов/кг почвы. Таким образом, исходное содержание нитрат-ионов в почве было в 33 раза больше, чем внесено с нитратом ртути.

Таким образом, выявлено, что среди использованных культур наиболее восприимчивыми к действию ртути был рост растений салата сорта Московский парниковый. Это позволяет рекомендовать данную культуру для целей биоиндикации загрязнения почвы ртутью. Наиболее устойчив к действию ртути ячмень. У растений ячменя, 40-дневных растений пелюшки и длиннокорнеплодных сортов редиса выявлена неспецифическая реакция на присутствие ртути в среде выращивания – усиление роста вегетативной массы.

Таблица 1

### Влияние ртути на показатели роста и биомассы растений

Варианты	Длина, см		Сырая масса, г/растение		Сухая масса, г/растение	
	корень	побег	корень	побег	корень	побег
15-дневные растения пелюшки						
Контроль	13.4±1.0	30.6±2.8	0.50±0.04	3.08±0.91	0.049±0.009	0.40±0.14
10 ПДК	11.0±1.1***	33.6±3.0***	0.37±0.05***	2.86±0.47	0.047±0.009	0.34±0.06*
50 ПДК	10.5±0.9***	31.9±4.5	0.33±0.04***	3.37±0.70	0.038±0.004***	0.44±0.13
40-дневные растения пелюшки						
Контроль	14.4±1.2	84.5±5.8	0.54±0.12	13.4±3.0	0.087±0.024	2.24±0.53
10 ПДК	14.8±1.2	80.8±8.7	0.60±0.13	16.8±3.7***	0.121±0.020***	3.69±0.74***
50 ПДК	11±0.9***	86.2±5.8	0.63±0.19*	18.1±4.1***	0.091±0.036	3.25±0.81***
20-дневные растения кресс-салата						
Контроль	9.10±0.8	30.1±1.2	0.24±0.02	2.27±0.50	0.039±0.004	0.34±0.07
15 ПДК	7.8±0.4***	27.0±0.9***	0.18±0.02***	2.31±0.44	0.028±0.003***	0.24±0.03***
30 ПДК	7.4±0.5***	26.1±1.0***	0.16±0.02***	2.33±0.40	0.024±0.002***	0.23±0.04***
30-дневные растения кресс-салата						
Контроль	8.2±0.9	18.5±1.4	0.53±0.08	2.23±0.30	0.066±0.011	0.22±0.03
10 ПДК	7.5±0.9**	18.1±1.1	0.19±0.03***	2.05±0.22*	0.028±0.004***	0.22±0.02
25 ПДК	7.2±1.1***	15.6±0.9***	0.11±0.01***	1.89±0.20***	0.018±0.002***	0.18±0.02***

Варианты	Длина, см		Сырая масса, г/растение		Сухая масса, г/растение	
	корень	побег	корень	побег	корень	побег
50-дневные растения салата с. Московский парниковый						
Контроль	6.6±0.7	16.2±1.3	1.01±0.18	8.09±1.26	0.060±0.011	0.85±0.13
10 ПДК	4.4±0.7***	15.7±2.2	0.29±0.08***	3.70±0.83***	0.032±0.008***	0.21±0.06***
40-дневные растения редиса с. Софит						
Контроль	8.3±1.04	33.3±3.7	0.25±0.05	17.00±3.12	0.022±0.005	1.08±0.20
10 ПДК	6.8±0.6***	24.0±2.2***	0.24±0.05	7.05±1.16***	0.021±0.004	0.40±0.07***
25 ПДК	5.9±0.8***	20.0±2.3***	0.16±0.05***	5.64±1.17***	0.014±0.004***	0.29±0.06***
40-дневные растения редиса с. 18 дней						
Контроль	8.1±0.9	23.5±3.1	0.37±0.08	7.91±1.48	0.045±0.012	0.56±0.14
10 ПДК	5.6±0.9***	23.2±3.9	0.34±0.06	8.16±2.83***	0.034±0.007***	0.74±0.19***
25 ПДК	6.2±0.6***	30.0±3.1***	0.31±0.08**	10.75±2.48***	0.027±0.004***	0.72±0.14***
40-дневные растения редиса с. Французский завтрак						
Контроль	7.4±0.7	18.0±2.1	Измерения не проводили	4.59±0.45	0.013±0.003	0.27±0.04
15 ПДК	6.4±0.5***	19.0±1.3*		5.36±0.75***	0.011±0.002**	0.33±0.04***
30 ПДК	5.6±0.5***	19.6±1.8**		6.09±0.85***	0.011±0.002**	0.32±0.06***

Здесь и далее: различия между опытом и контролем достоверны при: \*  $p \leq 0.05$ ; \*\*  $p \leq 0.01$ ; \*\*\*  $p \leq 0.001$ .

Таблица 2

### Ростовые показатели растений ячменя при действии ртути

Параметр	Орган	Контроль	5 ПДК	10 ПДК	25 ПДК	50 ПДК
25-дневные растения						
Длина, см	Корень	10.8±0.9	10.6±1.1	9.6±0.8***	9.8±1.1***	9.7±1.2***
	Побег	45.8±3.1	49.1±2.5***	48.9±2.3***	52.4±2.1***	59.1±4.2***
Сырая масса, г/растение	Корень	0.45±0.08	0.41±0.06*	0.40±0.08	0.42±0.09	0.41±0.09
	Побег	8.4±0.6	9.6±1.2***	10.1±1.4***	12.6±1.8***	12.3±1.7***
Сухая масса, г/растение	Корень	0.042±0.007	0.043±0.008	0.038±0.008*	0.045±0.011	0.038±0.008*
	Побег	0.8±0.12	0.76±0.15	0.82±0.16	1.11±0.21	0.87±0.16
80-дневные растения						
Длина, см	Корень	13.2±1.4	12.7±1.0	Не определяли	12.4±0.9	11.5±0.9***
	Побег	78.3±2.8	75.9±3.6		76.8±3.4	68.9±4.2***
Сырая масса, г/растение	Корень	0.72±0.06	0.74±0.09		0.72±0.13	0.71±0.11
	Стебель	15.5±1.8	24.8±2.0***		25.6±3.0***	19.1±3.1**
	Листья	3.65±0.41	4.16±0.66*		5.21±1.05***	3.44±0.70
Сухая масса, г/растение	Корень	0.13±0.02	0.14±0.02		0.14±0.03	0.13±0.02
	Стебель	4.55±0.62	7.24±0.91***		6.85±0.88***	3.58±0.81**
	Листья	0.77±0.08	1.32±0.16***		1.28±0.17***	0.65±0.16*

### Литература

1. Ртуть: экологические аспекты применения (гигиенические критерии состояния окружающей среды). Женева: ВОЗ, 1992. 127 с.
2. Черных Н. А., Овчаренко М. М. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозах. М.: Агроконсалт, 2002. 200 с.
3. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987.
4. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно допустимых химических веществ в почве № 6229–91. Утв. МЗ СССР 19.11.1991.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА В РАСТВОРАХ ХЛОРИДА ЦИНКА

*Е. С. Печенкина*

*Вятский государственный гуманитарный университет*

Разделение и концентрирование ионных растворов методом электродиализа весьма перспективно для применения во многих отраслях промышленности (сточные воды и технологические растворы гальванотехники, гидрометаллургии, биотехнологии). Электродиализ позволяет получить очищенную воду, пригодную для повторного использования в технологических процессах. Возможность одновременно сконцентрировать ценные компоненты (соли цветных металлов и другие соединения) позволяет непрерывно возвращать их в технологический процесс или переводить в состояние, пригодное для эффективной утилизации в других технологиях. Это делает возможным комплексное решение экономических и экологических проблем этих производств.

Однако, широкое применение электродиализа сдерживается малоизученностью влияния на свойства ионообменных мембран многовалентных катионов, а также поверхностно-активных органических веществ (ПАОВ) – блескообразователей, эмульгаторов, ингибиторов.

В настоящей работе изучался процесс электродиализа растворов хлоридов натрия и цинка. Целью исследований в растворах хлорида натрия было получение данных о работе мембран и аппарата в стандартных условиях. Растворы хлорида цинка с концентрацией от 0.02 до 0.1 г-экв/л моделируют промывные воды после ванн цинкования. В теоретическом плане исследование электродиализа этих растворов дает информацию о влиянии многозарядных катионов на электротранспортные свойства ионообменных мембран.

Одной из важнейших характеристик процесса электродиализа является вольтамперная характеристика электродиализатора. Из нее определяется предельный ток процесса, с помощью которого можно оценить диапазон рабочих плотностей тока.

Одной из главных энергетических характеристик процесса электродиализа является напряжение на электродиализаторе. Для растворов хлорида натрия было получено, что напряжение на диализаторе относительно стабильно и возрастает с увеличением плотности тока. Это может быть вызвано усилением газовыделения на электродах и, как следствие, повышением сопротивления. В растворах хлоридов цинка наблюдается резкое возрастание напряжения при увеличении плотности тока. Причиной этому может быть образование нерастворимых гидроксидов цинка и, как следствие, увеличение сопротивления границы раздела мембрана – раствор.

Для оценки эффективности разделения определялись концентрации обессоленного и концентрированного растворов на выходе из аппарата. Полученные данные показали, что в растворах хлорида натрия, изменения концентраций в трактах обессоливания и концентрирования соизмеримы. Для растворов хлоридов цинка было получено, что массоперенос по ионам цинка ниже, чем по

ионам хлора. В первую очередь это объясняется различием в числах переноса ионов цинка и хлора, другой причиной является образование нерастворимых гидроксидов цинка в камерах концентрирования.

Количественно эффективность процесса электродиализатора можно оценить по значениям выхода по току. Полученные данные для растворов хлоридов натрия показали, что несмотря на рост массопереноса, выход по току снижается с ростом плотности тока. Это объясняется тем, что при токах равных и выше предельного, на мембранах начинается разложение воды с образованием ионов водорода и гидроксидов, которые начинают участвовать в массопереносе, уменьшая транспорт основных противоионов.

В растворах хлоридов цинка для камер концентрирования были получены значения выхода по току выше, чем для камер обессоливания. По всей видимости, из-за образования гидроксидов цинка, нарушалось постоянство скорости протока в камерах концентрирования и увеличивалась степень концентрирования.

Таким образом, проведенные исследования и расчеты, показали возможность электродиализа растворов хлорида цинка при плотностях тока ниже предельной, т.к. повышение предельной плотности тока приводит к гидратообразованию и нарушению постоянства скорости протока в трактах электродиализатора.

Научное издание

**Проблемы региональной экологии  
в условиях устойчивого развития**

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

ВЫПУСК V  
часть 1

*Редакторы:* Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина  
*Компьютерная верстка:* Е. М. Кардакова

Подписано к печати 13.11.2007 г.

Формат 60 × 84 1/16

Бумага офсетная.

Усл. п. л. 25,2.

Тираж 500 экз.

Заказ № 818.

Издательство Вятского государственного гуманитарного университета  
610002, г. Киров, ул. Красноармейская, 26

Издательский центр Вятского государственного гуманитарного университета,  
610002, г. Киров, ул. Ленина, 111, т. (8332) 673674