

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Книга 2

Киров
2016

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

ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Материалы
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием
28–29 апреля 2016 г.

Книга 2

Киров 2016

Редакционная коллегия:

Т. Я. Ашихмина, профессор, д. т. н.; Л. И. Домрачева, профессор, д. б. н.; И. Г. Широких, в. н. с., д. б. н.; Л. В. Кондакова, профессор, д. б. н.; Е. В. Дабах, доцент, к. б. н.; Е. А. Домнина, доцент, к. б. н.; Г. Я. Кантор, с. н. с., к. т. н.; А. С. Олькова, доцент, к. т. н.; С. В. Пестов, доцент, к. б. н.; С. Г. Скугорева, к. б. н.; Н. В. Сырчина, доцент, к. х. н.; А. С. Тимонов, с. н. с.; Г. И. Березин, к. б. н.; А. И. Фокина, к. б. н., доцент; О. Г. Созинов, директор «Кировгипрозем»; А. В. Албегова, к. х. н.

Э 40 Экология родного края: проблемы и пути решения: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 2. (28–29 апреля 2016 г.). Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. 275 с.

ISBN 978-5-9907984-1-0

В сборнике материалов Всероссийской научно-практической конференции «Экология родного края: проблемы и пути их решения» представлены результаты исследований ученых и аналитические обзоры специалистов в области экологии и охраны окружающей среды. В материалах обсуждаются вопросы формирования и развития как природных экосистем, так и территорий, находящихся под антропогенным воздействием. Освещены современные вопросы экологии микроорганизмов, животных и растений. Представлены материалы исследований по проблемам социальной экологии.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Проведение конференции и издание сборника при финансовой поддержке ОАО Институт территориального планирования «Кировгипрозем».

ISBN 978-5-9907984-1-0

ББК 20.1+74.200.57

- © Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», 2016
- © Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 5 ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

<i>Албегова А. В.</i> Комплексные критерии выбора территорий при создании региональных систем обращения с твердыми коммунальными отходами	9
<i>Албегова А. В.</i> Учет условий размещения объектов инфраструктуры обращения с твердыми коммунальными отходами	15
<i>Боброва А. М., Хохлов А. А.</i> Некоторые особенности проблем хранения, транспортировки и утилизации отходов в с. Макарье Котельничского района Кировской области	20
<i>Селезнева П. А., Хохлов А. А.</i> Система обращения с отходами в г. Вятские Поляны	22
<i>Майоров П. С., Феоктистова Н. А., Шокина К. В.</i> Результаты изучения возможности снижения концентрации ионов цинка в отходах гальванического производства биологическим способом	24
<i>Григорьев В. В., Буторин К. Ю., Сырчина Н. В.</i> Использование кремнистой опоки при обустройстве полигонов твердых бытовых отходов .	26
<i>Кропачева М. В., Сырчина Н. В., Терентьев Ю. Н.</i> Использование нейтрализованных шахтных шламов в качестве стабилизатора аммиачной селитры	29
<i>Сырчина Н. В., Терентьев Ю. Н., Мельникова А. Н.</i> Использование золы подсолнечника для производства комплексного органоминерального удобрения и монофосфата калия.....	32
<i>Кропачева М. В.</i> Применение молотой серы в качестве источника сульфатов в почве	34
<i>Чеботаева Е. В., Кантор Г. Я.</i> Выявление свалок древесных отходов в Оричевском районе Кировской области с использованием методов дистанционного зондирования земли и ГИС-технологий.....	37
<i>Варанкина А. В., Харина О. С., Мелентьева И. А., Сырчина Н. В.</i> Получение пористых материалов на основе кремнистой горной породы опока.....	39
<i>Хлыбова М. А., Соловьёва Е. С.</i> Оценка изменения показателей состояния почв пгт. Шайгино Нижегородской области.....	42
<i>Пасынкова В. Г., Соловьёва Е. С.</i> Химическое загрязнение почвы на участке железной дороги Нововятского района г. Кирова	45
<i>Ксенофонтова О. Ю., Тихонова Д. А., Филимонова Е. А., Савина К. В.</i> Микробиологический анализ почв с мест захоронения пестицидов в Саратовской области и выделение микроорганизмов деструкторов.....	48
<i>Кузнецова С. С., Соловьёва Е. С.</i> Сравнительная характеристика показателей почвы г. Кирово-Чепецка	52

Кулик М. А., Соловьёва Е. С., Григорьев В. В. Исследование химического загрязнения почв пгт. Восточный Кировской области.....	55
Назаренко Н. Н., Свистов А. К., Каверина Н. В. Углеродородное загрязнение городских почв в условиях антропогенного воздействия	57
Тычинкина И. Г., Домнина Е. А., Огородникова С. Ю. Изучение ферментативной активности почв в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов	61
Фокина А. И., Домрачева Л. И., Скугорова С. Г., Олькова А. С., Березин Г. И. Различные подходы в исследовании токсичности почв, загрязненных соединениями тяжелых металлов	64
Шишкина Д. Ю. Тяжелые металлы в почвах парков Ростова-на-Дону .67	
Савиных М. А., Шихова Л. Н., Гонина Е. С. Оценка содержания свинца (Pb) в торфяных почвах разной степени антропогенной трансформации.....	71
Козьминых В. В., Фокина А. И., Лялина Е. И. Влияние ионов меди (II) на аналитический сигнал глутатиона	73
Бактыбаева З. Б., Ямалов С. М. Изучение фиторемедиационного потенциала <i>Potamogeton lucens</i> L. и <i>P. pectinatus</i> L. в условиях модельных растворов	75
Бобрецова В. Р., Олькова А. С., Зимонина Н. М., Лялина Е. И. Исследование локального загрязнения урбаноземов в районах автозаправочных станций г. Кирова.....	78
Бердникова Е. А., Колобова В. Д., Тюкалова Ю. А., Петухова Е. С., Болюбаш Р. А., Скугорова С. Г., Ашихмина Т. Я. Изучение содержания тяжёлых металлов и соединений азота в почвенных образцах техногенных и фоновых территорий	82
Маркина Е. О., Григорьев В. В., Сырчина Н. В. Влияние различных добавок на подвижность тяжелых металлов в почвах.....	87
Воробьева Д. Ю., Спрыгина М. М., Щербакова Л. Ф. Оценка загрязнения тяжёлыми металлами почв г. Саратова.....	90
Будина Д. В., Олькова А. С., Жилин К. А. Воздействие ПВХ пластикаторов на токсикологические свойства почвы в модельном эксперименте	93
Ашихмина Т. Я., Тимонов А. С., Новойдарский Ю. В. Методы, технологии и приемы реабилитации химически загрязненных территорий...96	
Ашихмина Т. Я., Домрачева Л. И., Широких И. Г., Кондакова Л. В., Новойдарский Ю. В., Шаров С. А. Биологические и микробиологические способы очистки почв загрязнённых территорий	99
Гальченко С. В., Бугарева В. Р. Фиторемедиация как один из способов восстановления земель	103
Хрусталева М. А. Функционирование и влияние водных экосистем на окружающую среду в условиях антропогенного воздействия	106
Френкель М. О. Загрязнение поверхностных вод на территории Кировской области за 2015 г.	109
Агаркова-Лях И. В. Анализ вещественно-энергетических взаимодействий при оценке состояния экосистем береговой зоны моря.....	112

Винцевич Е. А. Оценка воздействия Геленджикского морского порта на окружающую среду	115
Макаренко Т. В., Горская Е. Н., Косматков А. С. Оценка загрязнения водоёмов г. Гомеля по содержанию тяжелых металлов в растениях и мягких тканях моллюсков.....	118
Янгирова И. Р., Ягафарова Г. А. Содержание ионов меди в подземных водах природного парка «Мурадымовское ущелье» Республики Башкортостан.....	121
Ильясова А. Р. Анализ и оценка качества поверхностных вод пруда Адмиралтейский	123
Новоселова А. Д., Малюта О. В. Оценка качества сточных вод ливневой канализации в черте г. Йошкар-Ола	126
Григорьева Е. А., Сырчина Н. В., Фадеева А. С., Полушина И. С., Береснева Т. П. Дезодорация осадков сточных вод	129
Григорьев В. В., Сырчина Н. В., Терентьев Ю. Н. Новые подходы к получению гранулированного органоминерального удобрения на основе осадков сточных вод.....	133
Горностаева Е. А., Фукс С. Л., Сунцева А. А. Оценка качества воды в р. Вятке в районе заводского коллектора ОАО «УРАЛХИМ».....	136
Шаров С. А., Ашихмина Т. Я. Особенности естественного геохимического барьера грунтовых вод.....	138
Ашихмина Т. Я., Тимонов А. С., Кантор Г. Я. Оценка прогнозируемого воздействия работ по ликвидации последствий деятельности объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» на поверхностные и подземные воды.....	141
Шалагина А. Г. Гидрологический режим р. Челновая Тамбовской области	143
Марченко К. В. Экологическое состояние р. Воронеж на территории г. Липецка	146
Хорошавина М. В., Адамович Т. А. Оценка экологического состояния малых рек г. Кирова на примере рек Люльченка и Хлыновка.....	148
Пономарев Д. П., Сырчина Н. В., Ашихмина Т. Я. Экологические аспекты утилизации осадков сточных вод.....	151
Князева Е. В., Адамович Т. А. Применение данных дистанционного зондирования земли в мониторинге поверхностных вод заповедника «Нургуш».....	154
Пестова Д. В., Данилов Д. Н., Коваль Е. В. Влияние локомотивного депо «Киров-Вятка» на атмосферный воздух.....	156

СЕКЦИЯ 6
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

<i>Сатина В. Э., Нечаева И. А.</i> Контроль остаточного содержания углеводородов нефти после процесса биодegradации.....	160
<i>Романова А. М.</i> Определение алкилфенолов в объектах окружающей среды методом ГХ-ДЭЗ.....	163
<i>Титова В. А.</i> Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел.....	166
<i>Потапов С. В., Фокина А. И.</i> Испытание и оптимизация работы газочувствительных датчиков.....	168
<i>Владыкина В. Э., Поруна Н. В., Соколова М. Л., Ёлкина Ю. С., Катаргина В. С., Сивкова С. А., Лялина Е. И., Фокина А. И.</i> Химические основы механизма образования активных форм кислорода в глутатионсодержащих растворах сульфата меди (II).....	170
<i>Ревякин С. А., Ханжина Е. Г.</i> Исследование состава и свойств щелочного концентрата производства ϵ -капролактама.....	173
<i>Хохлова А. Д., Ханжина Е. Г.</i> Исследование физических, физико-химических и токсикологических свойств олигомеров на основе ϵ -капролактама.....	175
<i>Баскин З. Л.</i> Непрерывные хроматографические методы анализа воздуха.....	177
<i>Жаворонков В. И., Рясик И. О.</i> Физические основы сверхслабого свечения биологических объектов и методы их регистрации.....	179
<i>Бузмакова А. В., Данилов Д. Н., Будина Д. В.</i> Определение токсичности коллоидных растворов на основе соединений германия.....	184
<i>Морщинкина В. С., Даровских Л. В.</i> Исследование качества кефира разных производителей.....	187
<i>Абрамова К. С., Даровских Л. В.</i> Оценка качества кондитерских изделий на примере бисвитных пирожных разных производителей.....	189
<i>Рычкова Е. Л., Резник Е. Н.</i> Определение содержания антиоксидантов в чае разных сортов.....	191
<i>Кириллова С. А., Даровских Л. В.</i> Исследование физико-химических свойств и показателей безопасности кондитерских изделий.....	193
<i>Шамова В. В., Резник Е. Н.</i> Контроль качества вареных колбас органолептическими и физико-химическими методами.....	197
<i>Рахимова Ю. Н., Даровских Л. В.</i> Исследование физико-химических свойств и показателей безопасности кисломолочных продуктов.....	200
<i>Деньгина Ю. В., Тюлькина А. А., Даровских Л. В.</i> Изучение влияния технологии производства травяных чаев на их химический состав.....	203
<i>Шубин А. С., Береснева Е. В.</i> Исследование изменения физико-химических свойств сливочного масла при его хранении.....	206

Глазырина Н. А., Береснева Е. В. Исследование органолептических и некоторых физико-химических свойств плавленых сыров	209
Утробина Д. Д., Береснева Е. В. Оценка уровня содержания йода в йодированной соли на протяжении всего срока годности	212
Вавилова М. В., Резник Е. Н. Влияние различных способов обработки на содержание β-каротина в продуктах питания.....	214
Зайцева М. С., Береснева Е. В. Анализ качества и безопасности питьевой воды из скважины	216
Иванкова К. А., Соловьёва Е. С. Оценка качества питьевой воды.....	219
Трапезникова М. А., Ярмоленко А. С., Коваль Е. В. Биотестирование водных вытяжек из трикотажного полотна	222
Шумайлова Н. В., Будина Д. В., Коваль Е. В. Изучение влияния полимерной упаковки различной химической природы на активность перекисного окисления липидов в семенах ячменя.....	224
Клековкина Е. А. Использование банков геоданных для проведения экологических исследований.....	227
Скугорева С. Г. Использование модифицированных цеолитов для детоксикации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами	230

СЕКЦИЯ 7 ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Макаров А. В., Сунцова Н. А. Методика повышения безопасности человека в современном мегаполисе	234
Трегуб А. П., Хотько Н. И. Социально-экологические проблемы здоровья населения Саратовской агломерации	236
Точилкина Н. В. Медико-экологическая оценка изменений качества окружающей среды и здоровья населения.....	239
Макаров А. В., Шубина М. В. Методика повышения уровня здоровья студентов на основе китайской гимнастики ушу	242
Юрчук-Зуляр О. А. Влияние спорта на репродуктивное здоровье	245
Макаров А. В. Гимнастика тайцзицюань – метод укрепления здоровья студентов	247
Егоровых А. Ю., Хохлов А. А. Перспективы развития особо охраняемых природных территорий в Кировской области	249
Жуйкова И. А., Шкляев Д. М., Шкляев К. М. Памятники природы северо-западных районов Удмуртской Республики	250
Меринова Ю. Ю., Меринов Ю. Н. Транспортные зоны как элемент концентрации антропогенного воздействия наземного транспорта на городскую экосистему в Ростовской области.....	253
Бурков Н. А. О роли Общественной палаты Кировской области в решении экологических проблем региона	257
Павлова О. С., Мухачев С. Г. Общественная программа «Касатик»	262

Черанёва Т. Н., Ярмоленко А. С. Внеклассное мероприятие «Химические чудеса» с использованием бытовых реактивов.....	264
Зайцев М. А., Расторгуева А. С. Современные информационные технологии в преподавании кристаллохимии	266
Русских А. А., Сырчина Н. В. Использование экологической проблематики как средство повышения интереса учащихся к изучению химии.....	268
Татарина Е. Е., Сырчина Н. В., Терентьев Ю. Н. Производство комплексных органоминеральных удобрений на основе фосфоритов Вятско-Камского месторождения	271

СЕКЦИЯ 5 ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

КОМПЛЕКСНЫЕ КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕРРИТОРИЙ ПРИ СОЗДАНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

А. В. Албегова

Вятский государственный университет, albegovaalla@gmail.com

Изменение природоохранного законодательства в 2014–2015 гг., касающегося обращения с отходами производства и потребления, требует от органов государственной власти в регионах создания эффективных систем управления отходами, и в первую очередь, с такими отходами как твердые коммунальные отходы (далее – ТКО). Особенно актуальными данные вопросы становятся сегодня при формировании территориальных схем обращения с отходами (постановление № 196, 2016). К сожалению, в Субъектах Российской Федерации отсутствует серьезный опыт по созданию региональных систем управления ТКО.

Зарубежный опыт создания комплексных систем обращения с ТКО дает возможность воспользоваться различными стратегиями. Эти стратегии характеризуются сочетанием сырьевого и энергетического рециклинга, либо базируются только на сырьевом рециклинге.

В любом случае, для реализации обоих вариантов стратегий потребуются создание коммунально-промышленных территорий с размещением на них предприятий полного цикла обращения с отходами, включающего набор ряда технологических участков, таких как: участок сортировки отходов; участок термического сжигания с последующим получением тепловой и электрической энергии на собственные нужды предприятия; участок производства готовой продукции из вторичного сырья; участок производства технического компоста; участок захоронения не утилизируемых фракций отходов.

В тоже время для организации централизованного сбора ТКО в пределах отдельных кластерных территорий, потребуется размещение таких типичных объектов как:

- объекты мусороперегрузки отходов;
- объекты предварительной сортировки, совмещенные с мусороперегрузкой.

В зависимости от выбранной стратегии управления с коммунальными отходами, любой регион будет создавать типичные для этого объекты инфра-

структуры: мусоросортировочные и мусороперерабатывающие предприятия; мусороперегрузочные станции, полигоны для захоронения ТКО.

Одной из первостепенных задач при реализации таких систем обращения с отходами является выбор участков под размещение объектов инфраструктуры с учетом не только удобной логистики, но и соблюдения требований законодательства.

Ранее в работе (Гонопольский и др., 2015) была предложена система критериев с учетом факторов регионального, детального уровней, а также дополнительных факторов, позволяющих осуществлять выбор земельных участков под различные объекты инфраструктуры обращения с отходами. Предложенная система критериев позволяет учитывать установленные законодательные и нормативные требования (Градкодекс, 2015; Водный кодекс, 2015; Земельный Кодекс, 2015; ФЗ-7, 2015; ФЗ-52, 2015; Гражданский Кодекс, 2015; ФЗ-89, 2015; Концепция, 2000; ГОСТ Р ИСО, 2007; постановление № 152, 2007; СанПиН, 2014; СП, 2008; инструкция, 1996), избегая серьезных ошибок и упущений при выборе территорий под размещение объектов сортировки (обработки), перегруза, размещения отходов и выборе территорий под коммунально-промышленные зоны.

Однако, для упрощения и оптимизации процедур использования таких критериев, сформированы и предложены критерии выбора участков под централизованные схемы сбора и вывоза ТКО (табл. 1), а также критерии к выбору земельных участков под различные коммунально-промышленные зоны: проектируемые мусоросортировочные станции, совмещенные с мусороперегрузочными станциями (табл. 2) и мусоросортировочные станции, совмещенные с межмуниципальными полигонами (табл. 3).

Таблица 1

Комплексные критерии выбора земельных участков, обеспечивающие наиболее благоприятные условия под размещение объектов мусоросортировки и мусороперегруза ТКО

Мусоросортировочная станция	Мусороперегрузочная станция
1	2
<p><i>Критерий-1.</i> Земельный участок расположен на землях, отнесенных к категории земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения или земли с/х назначения, с возможностью последующего перевода в земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения.</p>	<p><i>Критерий-1.</i> Земельный участок расположен на землях, отнесенных к категории земли населенных пунктов или земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения.</p>

Продолжение таблицы 1

1	2
<p><i>Критерий-2.</i> Участок, смежный с земельным участком, на котором расположен полигон ТБО (или предполагается размещение объекта для захоронения отходов), либо альтернативный участок, который находится на рентабельном плече вывоза при одновременном соблюдении следующих условий: (1)- находиться на расстоянии не более 3-х км от полигона, (2) –при наличии (возможности организации) транспортного сообщения.</p>	<p><i>Критерий-2.</i> Земельный участок должен находиться на промышленно-складских территориях или окраинах административного центра района.</p>
<p><i>Критерий-3.</i> Расположение в границах транспортной доступности (максимальное приближение к крупным трассам, либо к трассам федерального значения) и наличие подъездных путей к земельному участку.</p>	<p><i>Критерий-3.</i> Расположение в границах транспортной доступности и наличие подъездных путей к земельному участку.</p>
<p><i>Критерий-4.</i> Возможность подключения к энергосетям.</p>	<p><i>Критерий-4.</i> Возможность подключения к энергосетям.</p>
<p><i>Критерий-5.</i> Расположение вне границ особо охраняемых природных территорий (ООПТ).</p>	<p><i>Критерий-5.</i> Расположение вне границ особо охраняемых природных территорий (ООПТ).</p>
<p><i>Критерий-6.</i> Площадь земельного участка не менее 1 га.</p>	<p><i>Критерий-6</i> Площадь земельного участка не менее 1 га.</p>
<p><i>Критерий-7.</i> Возможность организации санитарно- защитной зоны: расстояние от границ участка до границ селитебной зоны (ближайшего населенного пункта), а также до жилых и общественных зданий: – не менее 1000 м (для мощности более 40 тыс. т\год); – не менее 500 м (для мощности менее 40 тыс. т\год).</p>	<p><i>Критерий-7.</i> Возможность организации санитарно-защитной зоны: расстояние от границ участка до границ селитебной зоны (ближайшего населенного пункта), а также до жилых и общественных зданий: – не менее 100 м.</p>
<p><i>Критерий-8.</i> Расположение вне границ водоохранных зон поверхностных водных объектов (или расстояние до ближайшего поверхностного водного объекта не менее 500 м).</p>	<p><i>Критерий-8.</i> Расположение вне границ водоохранных зон поверхностных водных объектов.</p>

При формировании территориальных схем обращения с отходами весьма важным фактором по снижению затрат на перемещение отходов между муниципальными образованиями, регионами является экономически целесообразное плечо вывоза. В целях минимизации затрат на транспортирование отходов зачастую целесообразно выбирать земельные участки с совмещенными объектами обращения с отходами (например, мусоросортировочные комплексы).

сы, совмещенные со станциями мусороперегруза ТКО; мусоросортировочные комплексы совмещенные с полигонами ТКО).

Таблица 2

Комплексная система критериев выбора земельных участков, обеспечивающая наиболее благоприятные условия для размещения объектов: мусоросортировочных комплексов, совмещенных со станциями мусороперегруза ТКО

<p><i>Критерий-1.</i> Земельный участок расположен на землях, отнесенных к категории земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения или земли с/х назначения, с возможностью последующего перевода в земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения.</p>
<p><i>Критерий-2.</i> Участок, смежный с земельным участком, на котором расположен полигон ТБО (или предполагается размещение объекта для захоронения отходов), либо альтернативный участок, который находится на рентабельном плече вывоза при одновременном соблюдении следующих условий: (1)- находиться на расстоянии не более 3-х км от полигона, (2) -при наличии (возможности организации) транспортного сообщения.</p>
<p><i>Критерий-3.</i> Расположение в границах транспортной доступности (максимальное приближение к крупным трассам, либо к трассам федерального значения) и наличие подъездных путей к земельному участку.</p>
<p><i>Критерий-4.</i> Возможность подключения к энергосетям.</p>
<p><i>Критерий-5.</i> Расположение вне границ особо охраняемых природных территорий (ООПТ).</p>
<p><i>Критерий-6.</i> Площадь земельного участка не менее 1 га</p>
<p><i>Критерий-7.</i> Возможность организации санитарно- защитной зоны: расстояние от границ участка до границ селитебной зоны (ближайшего населенного пункта), а также до жилых и общественных зданий: – не менее 1000 м (для мощности более 40 тыс. т\год); – не менее 500 м (для мощности менее 40 тыс. т\год).</p>
<p><i>Критерий-8.</i> Расположение вне границ водоохранных зон поверхностных водных объектов (или расстояние до ближайшего поверхностного водного объекта не менее 500 м).</p>
<p><i>Критерий-9.</i> Расположение вне границ рекреационных зон, в том числе местного значения.</p>
<p><i>Критерий-10.</i> Расположение вне границ земель лесного фонда (минимальное расстояние до границ лесных участков не менее 50 м).</p>

**Комплексная система критериев выбора земельных участков,
обеспечивающая наиболее благоприятные условия для размещения
объектов: мусоросортировочных комплексов, совмещенных
с полигонами ТКО**

<p><i>Критерий-1.</i> Участок расположен на землях, отнесенных к категории земель промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения или на землях с/х назначения, с возможностью последующего перевода в земли промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения, вне границ населенных пунктов.</p>
<p><i>Критерий-2.</i> Участок, смежный с земельным участком, на котором расположен полигон ТБО (или предполагается размещение объекта для захоронения отходов), либо альтернативный участок, который находится на рентабельном плече вывоза при одновременном соблюдении следующих условий: (1) – находиться на расстоянии не более 3-х км от полигона, (2) – при наличии (возможности организации) транспортного сообщения.</p>
<p><i>Критерий-3.</i> Соответствие документам территориального планирования и расположение в зонах специального назначения.</p>
<p><i>Критерий-4.</i> Участок расположен в границах транспортной доступности (максимально приближен к крупным трассам, либо к трассам федерального значения). Имеются подъездные пути к земельному участку.</p>
<p><i>Критерий-5.</i> Площадь земельного участка не менее 25 га</p>
<p><i>Критерий-6.</i> Участок расположен вне границ особо охраняемых природных территорий (ООПТ).</p>
<p><i>Критерий П+МС -7.</i> Расположение вне границ рекреационных зон, в том числе местного значения.</p>
<p><i>Критерий-8.</i> Расположение вне границ земель лесного фонда (минимальное расстояние до границ лесных участков не менее 50 м).</p>
<p><i>Критерий-9.</i> Расположение вне границ водоохранных зон поверхностных водных объектов (или расстояние до ближайшего поверхностного водного объекта не менее 500 м). Исключение заболоченных территорий.</p>
<p><i>Критерий-10.</i> Возможность организации санитарно- защитной зоны: расстояние от границ участка до границ селитебной зоны (ближайшего населенного пункта), а также до жилых и общественных зданий: – не менее 1000 м (для МСС мощностью более 40 тыс. т/год); – не менее 500 м (для полигонов ТБО и МСС мощностью менее 40 тыс. т/год).</p>
<p><i>Критерий-11.</i> Возможность подключения к энергосетям.</p>
<p><i>Критерий-12.</i> Участок расположен вне полос воздушных подходов, а также на расстоянии более, чем 15 км от контрольной точки аэродрома (при наличии такового).</p>
<p><i>Критерий-13.</i> Участок расположен вне зон земель отчуждения под транспортные магистрали, ЛЭП, трубопроводы (минимальное расстояние до зон отчуждения 50 м).</p>

Предложенная система критериев выбора земельных участков под объекты обращения с отходами позволяет учитывать установленные законодательные и нормативные требования, избегая серьезных ошибок и упущений при выборе территорий под размещение объектов сортировки (обработки), перегруза, размещения отходов.

Литература

Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года N 74-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Гонопольский А. М., Албегова А. В. и др. Управление потоками отходов / Под общей ред. А. М. Гонопольского. Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ». 2015. С. 123–126.

ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению».

Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ) от 29 декабря 2004 года N 190-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 № - 51-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 года N 136-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. (утв. Минстроем России 02.11.1996).

Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации. МДС 13-8.2000. (утверждена постановлением Коллегии Госстроя РФ от 22.12.1999 № 17).

Постановление Госкомитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу «Об утверждении методических рекомендаций о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации» от 21 августа 2003 № 152.

Постановление Правительства РФ от 16.03.2016 N 197 «Об утверждении требований к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами».

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 30.04.03 г. № 80.

СП 2.1.7.1038-01. «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 30.01.2005 г. № 16 (в ред. 2008 г.).

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 99 № 52-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Федеральный закон Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (с изменениями на 29 июня 2015 года).

УЧЕТ УСЛОВИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

А. В. Албегова

Вятский государственный университет, albegovaalla@gmail.com

Новые требования законодательства, принятого на федеральном уровне диктуют значительную перестройку в подходах формирования региональных систем обращения с отходами. Это напрямую касается создания объектов обработки, утилизации, переработки и размещения отходов.

Размещение предприятий для реализации комплексных объектов в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) регламентируется порядка 15 законодательными и нормативно-правовыми актами в сфере градостроительства, природопользования и охраны окружающей среды, санитарно-гигиенического благополучия (Градкодекс, 2015; Водный кодекс, 2015; Земельный Кодекс, 2015; ФЗ-7, 2015; ФЗ-52, 2015; Гражданский Кодекс, 2015; ФЗ-89, 2015; Концепция, 2000; ГОСТ Р ИСО, 2007; постановление № 152, 2007; САНПиН, 2014; СП, 2008; инструкция, 1996). Анализ нормативно-методической и законодательной базы, проведенный для установления необходимых требований к участкам размещения инфраструктуры в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами и возможных ограничений при их выборе, позволил выделить три основные группы факторов (экологические, инженерно-геологические, технологические ограничения). Учет ограничений всех трех групп необходим для принятия обоснованного решения о выборе наиболее благоприятных участков для проектирования таких объектов.

Предлагается при формировании геоинформационной модели для поиска наиболее благоприятных зон размещения объектов в сфере обращения с отходами и КПТ включать шестнадцать анализируемых факторов (десять основных и шесть дополнительных): 5 факторов регионального уровня; 5 факторов детального уровня; 10 дополнительных факторов.

Для анализа вышепринятых критериев использовались методы факторного анализа (Гусев, 1987; Благуш, 1989) и бальной оценки (Мушик, 1990).

Критерий «Защищенность водоносных горизонтов» оценивался на основе анализа геологического строения и гидрогеологических характеристик. Анализ особенностей геологического строения территории позволяет использовать критерий «Защищенность водоносных горизонтов» (табл. 1).

Таблица 1

Критерий «Защищенность водоносных горизонтов»

Категория	Характеристика	Геологическое строение
1	Защищенные	Наличие в разрезе двух водоупорных толщ: четвертичные моренные суглинки, юрские глины
2	Условно защищенные	Наличие в разрезе только одной водоупорной толщи: слоя моренных суглинков или юрских водоупорных глин
3	Незащищенные	Наличие в разрезе хорошо проницаемых комплексов четвертичных и дочетвертичных пород, а также локальных участков распространения слабопроницаемых пород, не выдержанных по мощности и глубине залегания.

Критерий «Отсутствие особо охраняемых природных территорий». Значения второго критерия «Отсутствие особо охраняемых природных территорий» сформулированы в таблице 2.

Таблица 2

Критерий «Отсутствие особо охраняемых природных территорий»

Категория	Характеристика	Значение
1	Разрешено	более 5 км до границы ООПТ
2	Условно разрешено	менее 5 км до границы ООПТ
3	Запрещено	территория ООПТ

Критерий «Удаленность от водоохраных зон». Для данного критерия предлагается принимать значения, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Критерий «Удаленность от водоохраных зон»

Категория	Характеристика	Значение
1	Без ограничений	более 2 км до водного объекта
2	Условно благоприятно	от 1 до 2 км до водного объекта
3	Запрещено	менее 1 км до водного объекта

Критерий «Удаленность от селитебных зон». В качестве параметров оценки критерия: «Удаленность от селитебных зон», принята система рангов, представленная в табл. 4.

Таблица 4

Критерий «Удаленность от селитебных зон»

Категория	Характеристика	Значение
1	Без ограничений	более 10 км до границы населенного пункта
2	Неблагоприятно	от 5 до 10 км до границы населенного пункта
3	Запрещено	менее 5 км до границы населенного пункта

Критерий «Наличие развитой транспортной сети». Критерием транспортной доступности участка является максимальное расстояние до ближайшей автодороги (табл. 5).

Таблица 5

Критерий «Наличие развитой транспортной сети»

Категория	Значение	Значение
1	Благоприятно	менее 1 км до дороги
2	Условно благоприятно	от 1 км до 5 км до дороги
3	Неблагоприятно	более 5 км до дороги

При подготовке *критериев детального уровня*, обеспечивающих выбор потенциально перспективных участков в пределах благоприятных регионов, использованы бинарные шкалы оценок, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6

Критерии детального уровня

Категория	Характеристика	Значение
Критерий «Отсутствие зон с особым режимом природопользования»		
1	Разрешено	более 5 км до границы ООПТ
0	Запрещено	менее 5 км до границы ООПТ
Критерий «Отсутствие зоны отчуждения земель под транспортные магистрали, ЛЭП и трубопроводы»		
1	Разрешено	более 50 м до границы зоны
0	Запрещено	менее 50 м до границы зоны
Критерий «Отсутствие водоохранных зон мелких рек и водоемов»		
1	Разрешено	более 1 км до водного объекта
0	Запрещено	менее 1 км до водного объекта
Критерий «Возможность организации санитарно-защитной зоны: отсутствие жилой зоны и дачной застройки»		
1	Разрешено	более 1 км до границы зоны застройки
0	Запрещено	менее 1 км до границы зоны застройки
Критерий «Отсутствие лесных массивов и заболоченных территорий»		
1	Разрешено	более 50 м до границы леса или болота
0	Запрещено	менее 50 м до границы леса или болота

Дополнительные критерии выбора земельных участков под размещение объектов обращения с отходами. Целесообразно минимизировать затраты на создание инфраструктуры вблизи объектов системы обращения с отходами, ориентируясь на минимальную транспортную доступность, наличие подъездных путей, возможность подключения к существующим энергосетям, возможность перевода земель в соответствующую категорию и др. Критерии, представлены в таблице 7, можно рассматривать как рекомендуемые дополнительно.

Таблица 7

Дополнительные критерии выбора земельных участков под размещение объектов обращения с отходами

Категория	Характеристика	Значение
Критерий «Наличие подъездных путей»		
1	Желательно	Наличие подъездных путей или возможность их организации.
0	Нежелательно	Отсутствие подъездных путей и возможности их организации.

Категория	Характеристика	Значение
Критерий «Возможность подключения к существующим энергосетям»		
1	Желательно	Имеется возможность подключения к существующим энергосетям.
0	Нежелательно	Не имеется возможности подключения к существующим энергосетям, необходимо организовывать источники энергоснабжения дополнительно.
Критерий «Площадь участка достаточна для размещения объекта со сроком эксплуатации не менее 25–30 лет»		
1	Желательно	Площадь участка достаточна: – для размещения мусоросортировочного комплекса (до 40000 т/год) не менее 1 га, – для размещения мусоросортировочного комплекса (более 40000 т/год) не менее 5 га, – для размещения мусороперегрузочной станции не менее 1 га, – для размещения полигона ТБО мощностью до 100 тыс. т/год не менее 10–15 га, – для размещения полигона ТБО мощностью более 300 тыс. т/год не менее 20–25 га, – для размещения КПП не менее 40 га.
0	Нежелательно	Площадь участка недостаточна.
Критерий «Категория земель под проектируемый объект обращения с отходами или КПП»		
2	Разрешено	участок расположен на землях, отнесенных к категории земель промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения
1	Желательно	земли с/х назначения с возможностью последующего перевода в земли промышленности
0	Нежелательно	земли с/х назначения, отсутствует (слабая) возможность перевода в земли промышленности
Критерий «Соответствие документам территориального планирования»		
2	Разрешено	участок располагается в зоне специального назначения
1	Желательно	участок располагается вне зон специального назначения, имеется возможность оперативного внесения изменений в документы территориального планирования
0	Нежелательно	участок располагается вне зон специального назначения, не имеется возможности оперативного внесения изменений в документы территориального планирования
Критерий «Наличие полос воздушных подходов в зонах аэродромов»		
2	Разрешено	Участок расположен вне полос воздушных подходов, а также расположен от контрольной точки аэродрома на расстоянии более 15 км.
1	Желательно	Участок расположен в полосе воздушных подходов на удалении более 30 км.
0	Не разрешено	Участок расположен в полосах воздушных подходов на удалении менее 30 км. Участок расположен вне полос воздушных подходов, но расстояние до контрольной точки аэродрома – менее 15 км.

Предложенная система критериев выбора земельных участков под объекты обращения с отходами, включая выбор участков под комплексные КПП, позволяет учитывать установленные законодательные и нормативные требования, избегая серьезных ошибок и упущений при выборе территорий под размещение объектов сортировки (обработки), перегруза, размещения отходов и размещения КПП. Особенно актуальными данные вопросы становятся сегодня при формировании территориальных схем обращения с отходами, создании эффективных систем управления отходами и, в первую очередь, с такими отходами как ТКО.

Литература

Благуш П. Факторный анализ с обобщениями. М.: Финансы и статистика, 1989. 248 с.
Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года N 74-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.

Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ) от 29 декабря 2004 года N 190-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 № - 51-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Гусев А. Н., Измайлов Ч. А., Михалевская М. Б. Измерение в психологии: Общ. псих. Практикум. М.: Смысл, 1987. С. 141–246.

Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 года N 136-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов (утв. Минстроем России 02.11.1996).

Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации. МДС 13-8.2000. (утверждена постановлением Коллегии Госстроя РФ от 22.12.1999 № 17).

Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990. С. 103–115.

Постановление Госкомитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу «Об утверждении методических рекомендаций о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации» от 21 августа 2003 № 152.

Постановление Правительства РФ от 16.03.2016 N 197 "Об утверждении требований к составу и содержанию территориальных схем обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами.

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 30.04.03 г. № 80.

СП 2.1.7.1038-01. «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 30.01.2005 г. № 16 (в ред. 2008 г.).

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 99 № 52-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).

Федеральный закон Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (с изменениями на 29 июня 2015 года).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОБЛЕМ ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В с. МАКАРЬЕ КОТЕЛЬНИЧСКОГО РАЙОНА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. М. Боброва, А. А. Хохлов
Вятский государственный университет*

Проблема отходов стала сегодня одной из самых важных экологических проблем, с которой столкнулось человечество. Для Кировской области, как и для других регионов России, проблема хранения, транспортировки и утилизации отходов является очень актуальной. Жизнедеятельность человека тесно связана с возникновением продуктов распада, пищевых и производственных отходов. Некоторые из них должны подвергаться правильному способу обработки, иначе они могут нанести серьезный вред окружающей среде, а это, в свою очередь, может сказаться на уровне заболеваемости населения.

Изучение краеведческой литературы показало, что большинство исследователей изучают проблемы отходов в крупных городах и районных центрах Кировской области. Особенности увеличения количества отходов и их дальнейшую судьбу на уровне небольших сел и деревень фактически никто не исследует. К небольшим поселениям относится с. Макарье Котельничского района. Ситуация с постоянным увеличением мусора и проблема его транспортировки и утилизации в данном селе достаточно типична для сельских поселений области. Следует отметить, что серьезное загрязнение окружающей человека среды начинается с маленьких поселений.

Основным источником отходов в с. Макарье является несанкционированная свалка временного хранения твердых бытовых отходов (ТБО), постоянно пополняемая в результате активной жизнедеятельности местного населения. Данная свалка эксплуатируется с 1990 г., ее возможности на сегодняшний день исчерпаны. В результате захламляются прилегающие территории к поселению, образуются новые свалки в близлежащих лесных массивах и иных территориях, не приспособленных для хозяйственной деятельности.

В ходе последней инвентаризации свалок в Котельничском районе в 2012 г. был составлен паспорт свалки. Несмотря на то, что превышений по проектной мощности не наблюдается (из заявленных 21,7 тыс.м³ на 2012 г. было использовано 12 тыс.м³ с общей массой мусора 8, 04 тыс.тонн), свалка занимает огромную площадь, плавно переходя на земельные участки близ проходящих улиц и домов (близость составляет 0,3 км). В связи с этим, остро стоит проблема наличия санитарно-защитной зоны (СЗЗ), площадь которой освещается в паспорте (20,0 га), но на деле СЗЗ отсутствует (реальная площадь свалки составляла 1,9 га). Обваловка и оканавливание отсутствуют. Также не предусмотрено освещение, ограждение и охрана данной территории.

Таким образом, эксплуатация существующей свалки не ведется должным образом, что, в свою очередь, обостряет экологическую, гигиеническую, криминалистическую ситуации в поселении (Паспорт 2012).

В связи с отсутствием должного обустройства и работ по переработке и утилизации отходов возникла проблема прихода к домам хищных зверей (лисы, волки, рыси), которые могут быть переносчиками бешенства. Серьезной проблемой может стать увеличение численности грызунов (крыс и мышей) и синантропных видов птиц (вороны, сороки, галки), которые также являются потенциальными разносчиками серьезных заболеваний среди населения. Последние активно распространяют мусор по территории не только свалки, но и близ лежащих улиц, что с эстетической точки зрения несет определенный дискомфорт местному населению. Так как свалка располагается в низине, летом разложение мусора может привести к застою воздушных масс, что чревато неприятным запахом в данной местности, а также увеличением количества различных насекомых, в том числе и мух, которые также переносят опасные заболевания человека.

Было замечено, что ряд лиц являются частыми «посетителями» свалки в летний и осенний периоды, когда местные жители выбрасывают ненужные им вещи. Данный факт свидетельствует о повышении психической неустойчивости среди населения, невозможностью себя обеспечить или же наоборот, проявляется так называемый «синдром Плюшкина», пригодится «про запас». К сожалению, данный факт говорит лишь о снижающемся уровне благосостояния ряда жителей, как следствие, проблемы алкоголизма, увеличение преступности.

Администрацией села был организован вывоз мусора из мусорных контейнеров, которые были закуплены и установлены после сбора средств с жителей села. Но с октября 2015 г. контейнеры исчезли, возникла острая проблема с вывозом мусора, так как не все селяне имеют личный транспорт, чтобы вывезти накопленный мусор. С 1.01.2016 г. был вновь организован вывоз мусора частным лицом под руководством местной администрации, два раза в неделю с ряда улиц. Однако, куда вывозится мусор, каким образом он перерабатывается, информацию администрация сельского поселения не предоставляет.

Так, в непростое время и в связи с обострившимися проблемами увеличения количества мусора, немаловажное значение имеет деятельность местных активистов (Совет молодежи с. Макарья – общественная организация, действующая с 2009 г. по 4 направлениям, одно из которых – экологическое), которые периодически собираются и совершают обходы, собирая видимый мусор и утилизируя его. Ими же проводится ряд акций, таких как «Хрусталь» – сбор стеклотары и «Сохрани дерево» – сбор макулатуры. (Отчет..., 2015) Тем самым повышается экологическая культура населения, начиная с младших школьников, и возможно, в будущем это поможет уменьшению количества мусора на территории поселения. Однако, хотелось бы, чтобы активно

поучаствовали и местные власти, оборудовав новое место для свалки или увеличив вместимость уже функционирующего полигона.

Литература

Отчёт Совета молодёжи Макарьевского с/п за 2014–2015 гг. архив Управления культуры, молодёжи и спорта Котельничского района. 2015.

Паспорт размещения твердых бытовых отходов в с. Макарье. 2012.

СИСТЕМА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В г. ВЯТСКИЕ ПОЛЯНЫ

П. А. Селезнева, А. А. Хохлов

Вятский государственный университет

Проблема безопасного обращения с отходами производства и потребления, образующимися в процессе хозяйственной деятельности предприятий, организаций, учреждений и населения по-прежнему является одной из основных экологических проблем Кировской области. Не менее важна она и для г. Вятские Поляны. В связи с этим, целью нашего исследования было выявить современное состояние полигона ТБО и организаций отвечающих за сбор и вывоз отходов в городе Вятские Поляны.

До 2 сентября 2006 г. в г Вятские Поляны действовал полигон ТБО, площадь которого была 4,6 гектара. Срок эксплуатации старой городской свалки с 1959 по 2006 гг. Способ утилизации ТБО – уплотнение методом надвига и сдвига с последующей изоляцией грунтом.

В 2006 г. был построен новый полигон ТБО, отвечающий всем технологическим и экологическим требованиям. Однако реализация полигона началась с 2007 года и ведется по сей день. Полигон находится в ведении ООО «Экотех». Площадь полигона составляет 9,8 га. Место для строительства полигона выбиралось с учетом таких факторов, как близость к городу – расстояние до города 3 км; наличие большого земельного участка – около 10 гектаров. Данный земельный участок представлял собой бывший карьер по добыче камня, т.е. естественный почвенный профиль уже был нарушен, следовательно, потери плодородного почвенного слоя при строительстве полигона не было. На данном участке в своё время проводились геологические изыскания, поэтому при выборе места размещения полигона учитывался коэффициент проницаемости горных пород под его ложем.

На полигоне ТБО складировались отходы класса А и класса Б после обеззараживания. Сортировки не проводится, весь мусор складировается совместно. Перечень отходов, код по ФККО (ФККО-2014): отходы из жилищ несортированные 9110010001004; мусор от бытовых помещений организаций несортированный 9120040001004; мусор строительный от разборки зданий 9120060101004

Полигон ТБО не оказывает значительного влияния на окружающую среду: нет загрязнения воздуха из-за отсутствия процессов горения, в дальнейшем возможна эмиссия метана в очень небольших количествах. Загрязнения

почвы и подземных вод нет, т.к. полигон представляет собой котлован, дно которого образует глина, затем идёт песчаная подушка и в ней уложена специальная защитная плёнка, исключая просачивание фильтрата в землю. Так же вокруг полигона ТБО есть его санитарно-защитная зона, радиусом 500 м.

Специалисты КОГБУ «Областной природоохранный центр» проводят периодические исследования полигонов и свалок ТБО в соответствии с заданиями департамента экологии и природопользования. Осуществляется химико-аналитический контроль почвы с карты полигона, с санитарно-защитной зоны и фоновой пробы, отобранной вне территории полигона, на которую не попадают внесённые извне загрязняющие вещества. Проводится биотестирование почвенных образцов, Загрязняющие вещества со свалок могут проникать в грунтовые воды и водотоком загрязнять водоёмы. Поэтому осуществляется контроль воды из наблюдательных скважин полигонов и воды близлежащих водных объектов (рек, ручьёв, обводных канав, или пожарных водоёмов).

Основной проблемой является переполненность полигона. Необходимо выделение новой территории под полигон ТБО. В настоящее время строится 3 карта на полигоне, а в дальнейшем планируется расширение, после согласования с органами местного самоуправления.

Несанкционированных свалок обнаружено не было.

Прежде чем захоронить отходы необходимо их собрать у населения, а затем транспортировать на полигон ТБО. В г. Вятские Поляны этим занимается организация МУП «Благоустройство города», в рамках своих функций, которая собирает мусор из контейнеров со всего города, включая частный сектор. Затем собранные отходы транспортируются на полигон ТБО, находящийся под ответственностью ООО «Экотех».

На территории города имеется действующее медицинское учреждение КОГБУЗ «Вятскополянская ЦРБ». В результате его функционирования образуются медицинские отходы, которые также необходимо утилизировать. В связи с этим КОГБУЗ «Вятскополянская ЦРБ» заключил договора на вывоз и утилизацию медицинских отходов: «Полимер-ресурс», «Экотех», ООО «БиоВейстКиров» и «Ритуальные услуги».

Изучение системы обращения с отходами в г Вятские Поляны позволяет сделать следующие выводы: 1. На территории города реализуется политика эффективного обращения с отходами. 2. Основной проблемой полигона является переполненность и необходимость расширения уже имеющегося полигона, или строительство нового, что в обоих случаях является затруднительным. 3. В результате деятельности МУП «Благоустройство города» решается проблема несанкционированных свалок, особенно в частном секторе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ЦИНКА В ОТХОДАХ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

П. С. Майоров, Н. А. Феоктистова, К. В. Шокина
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
им. П. А. Столыпина, *pavelmayorovv@yandex.ru*

Биологический метод очистки, предполагающий использование симбионтов-микроорганизмов различных семейств, позволяет эффективно извлекать ионы тяжелых металлов и является наиболее перспективным в настоящее время. Он направлен на решение таких задач, как предотвращение вредного воздействия растворов шламов, полученных в результате гальванического производства по оцинковыванию металлоизделий на окружающую среду, извлечение тяжелых металлов и превращение их во вторичное сырье и, в конечном итоге, снижение класса опасности отходов до 4-го и 5-го уровней. Отходы данных классов опасности являются относительно безвредными и безопасными для окружающей среды.

Целью наших исследований является изучение возможности снижения концентрации ионов цинка в отходах гальванического производства при помощи бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas alcaligenes* и сульфатредуцирующих бактерий *Desulfovibrio desulfuricans*.

Проведенные исследования показали, что основное воздействие на адсорбцию цинка в пробах оказал «микробный коктейль». Так, значение массовой концентрации ионов цинка снизилось во второй пробе по сравнению с первой на 34 пункта и составило 0,11 мг/дм³. Однако, наблюдается снижение концентрации цинка и в двух последних пробах. Это свидетельствует о том, что подобранные нами штаммы микроорганизмов (бактерии рода *Bacillus*, вида *Pseudomonas alcaligenes*, сульфатредуцирующие бактерии *Desulfovibrio desulfuricans*) также способны адсорбировать ионы цинка. В соответствии с полученными данными в последний пробе, по сравнению со второй, концентрация ионов цинка снизилась более чем в 5 раз.

Таблица

Концентрация ионов цинка в исходных пробах

Номер пробы	Концентрация ионов цинка подготовленных проб, мг/дм ³	Вторичное разбавление	Первичное разбавление	Концентрация ионов цинка в первоначальных пробах, мг/дм ³
1	0,45	3:25	1:500	1825
2	0,11	3:25	1:500	458,3
3	0,08	3:25	1:500	333,3
4	0,02	3:25	1:500	83,33

Поскольку перед проведением измерений пробы предварительно разбавляли дистиллированной водой, данные значения соответствуют лишь пробам, подготовленным специально для измерения оптической плотности. Концентрация ионов цинка в исходных образцах оказалась значительно выше (табл.).

Таким образом, в пробах с «микробным коктейлем» наблюдается снижение концентрации ионов цинка по сравнению с пробами без микроорганизмов. Данный факт позволяет сделать вывод, что бактерии рода *Bacillus*, вида *Pseudomonas alcaligenes* и сульфатредуцирующие бактерии *Desulfovibrio desulfuricans* способны адсорбировать ионы цинка. Особое внимание стоит обратить на четвертую пробу, в которой снижение концентрации ионов цинка, по сравнению с третьей, происходит при введении в «коктейль» сульфатредуцирующих бактерий. В целом снижение концентрации ионов цинка в четвертой пробе по сравнению с первой произошло в 22 раза. Но, несмотря на многократное снижение значений концентрации ионов цинка, они все же значительно выше предельно допустимой концентрации.

Литература

Брындина Л. В., Петров С. Н., Корнеева О. С. Совместное использование микроорганизмов в биологической очистке сточных вод // Экологические системы и приборы. М.: Научтехлитиздат, 2006. № 11. С. 13–15.

Ксенофонтов Б. С., Гончаренко Е. Е., Сеник Е. В. Использование микроорганизмов активного ила в качестве флокулянта для очистки сточных вод // Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2015. № 3(81). С. 221–226.

Феоктистова Н. А. Распространение *Bacillus cereus* и *Bacillus mycoides* в объектах санитарного надзора // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1 (25). С. 68–75.

Шокина К. В., Майоров П. С., Феоктистова Н. А. Определение параметров культивирования бактерий рода *Bacillus* в сточных водах гальванического производства // Новая наука: проблемы и перспективы: Материалы по итогам междунар. науч.-практ. конф. 4 ноября 2015 г. Стерлитамак: РИЦ Ами, 2015. С. 22–29.

Майоров П. С., Шокина К. В., Феоктистова Н. А. Определение параметров культивирования бактерий рода *Alcaligenes* в отходах гальванического производства // Новая наука: проблемы и перспективы: Материалы по итогам междунар. науч.-практ. конф. 4 ноября 2015 г. Стерлитамак: РИЦ Ами, 2015. С. 8–11.

ПНД Ф 14.1:2.195-2003 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов цинка в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфарсазеном – Normasc – система нормативов – URL: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/V72U.html> – дата обращения 12.11.2015.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРЕМНИСТОЙ ОПОКИ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

*В. В. Григорьев, К. Ю. Буторин, Н. В. Сырчина
Вятский государственный университет, rastafury@mail.ru*

К обустройству полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) предъявляются жесткие требования, направленные на защиту окружающей среды от загрязнения. Система мер и инженерные решения, применяемые при сооружении полигонов ТБО, должны снижать отрицательное воздействие полигонов на воздух, грунт и водный бассейн до нормативно определенного уровня. Важнейшее значение в этом отношении имеют мероприятия направленные на предотвращение распространения токсичных веществ из отходов, складированных на полигоне, в окружающую среду (Кысыдак, 2007). Особую опасность представляет миграция токсикантов в поверхностные и подземные воды. Атмосферные осадки, проходя через тело полигона, накапливают большое количество токсичных веществ и переносят их в основание сооружения. Если устройство полигона не предусматривает надежной защиты от инфильтрации токсичных соединений в нижние горизонты грунта, загрязнения попадают в грунтовые и подземные воды, приводя к негативным экологическим последствиям. В связи с этим поиск и реализация эффективных и экономичных методов и технологий предотвращения инфильтрации имеют большое природоохранное значение (Вайсман, 2012). В качестве основных элементов противофильтрационных устройств на полигонах ТБО в настоящее время наиболее часто используются специальные водонепроницаемые полимерные геомембраны, предотвращающие проникновение токсичных растворов в подстилающий грунт. Основными недостатками геомембран являются высокая стоимость и потеря гидроизолирующих свойств при механическом повреждении полимерного полотна. Механическое повреждение геомембраны в процессе заполнения полигона отходами вполне вероятно, поскольку технология размещения отходов предполагает их уплотнение тяжелыми бульдозерами (Безуглова, 2010).

Надежность защиты окружающей среды от распространения загрязнений повышается в том случае, если подстилающие породы обладают водоупорными свойствами и способностью к сорбции токсичных соединений. Если подстилающие породы лишены таких свойств, то токсичный фильтрат проникает в подземные воды и распространяется вместе с ними на большие расстояния.

Цель работы: изучить возможность использования кремнистой опоки в качестве материала, способствующего созданию противофильтрационного барьера в основании полигона ТБО.

Для выполнения исследований была использована опока Каменоярского месторождения Черноярского района Астраханской области, относящаяся к осадочным кремнистым опал-кристобалитовым горным породам слоистой

структуры. Кремнистые опоки обладают выраженными сорбционными свойствами. Добавление дробленной опоки в грунт приводит к снижению его водопропускной способности (Фетисова и др., 2015). Кремнистые опоки характеризуются химической устойчивостью в кислой и нейтральной среде, не растворяются и не набухают в воде, не содержат в своем составе токсичных компонентов (Бодня, 2011).

Для изучения водопропускной способности грунтов использовались стеклянные колонки высотой 500 и диаметром 14 мм. Нижняя часть колонок закрывалась тонкой капроновой сеткой. Колонки заполнялись грунтом на высоту 232,5 мм. Грунт уплотнялся до $1,39 \text{ г/см}^3$. Сверху в колонки подавалась вода. Фиксировалась скорость фильтрации воды через слой грунта, мл/час. В качестве контрольного образца использовался легкий песчаный грунт, обладающий высокой водопропускной способностью. Содержание органического вещества в грунте составляло 4,24%. В качестве экспериментальных образцов использовался этот же грунт с добавкой 5; 10; 15; 20; 25% дробленной опоки. Размер гранул опоки составлял 0,25–1,0 мм. Для изучения сорбционных свойств грунта заполненные грунтом колонки промывались раствором солей тяжелых металлов (CdSO_4 , MnSO_4 , CuSO_4 , ZnSO_4). Оценка сорбционной активности грунтов разного состава определялась по убыли концентрации тяжелых металлов (ТМ) в фильтрате по сравнению с исходным раствором.

Содержание ТМ в образцах определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии с помощью спектрофотометра ААС «СПЕКТР-5-4» в соответствии с ФР.1.31.2012.13573. Содержание органического вещества в грунте определялось методом прокаливания навески при температуре $600 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 минут.

В результате выполненных исследований установлено, что добавка дробленной опоки приводит к существенному снижению водопропускной способности грунтов (рис.). Содержание 25% опоки даже в легком песчаном грунте приводит к снижению скорости фильтрации почти в 50 раз. Добавка дробленной опоки в более тяжелый грунт (легкий суглинок) в количестве 15–20% приводит к полному прекращению фильтрации воды. В условиях эксперимента грунт промокает на глубину не более 4–5 см и далее фильтрация воды прекращается.

При пропускании раствора солей ТМ через грунт с добавкой дробленной опоки происходит существенное уменьшение содержания катионов ТМ в фильтрате по сравнению с концентрацией исходного раствора.

В таблице представлены данные, характеризующие влияние опоки на фильтрационные свойства грунтов.

Исходя из того, что сорбционная емкость кремнистой опоки по отношению к различным тяжелым металлам может достигать 2–6 моль/г (Кондрашова, 2014), можно оценить количество поглощенных ТМ в слое грунта толщиной 30 см, содержащего 25% дробленной опоки. Согласно расчетам на 1 м^2 такого грунта может концентрироваться до 10 и более кг различных тяжелых

металлов. Что вполне достаточно для защиты окружающей среды от загрязнения.

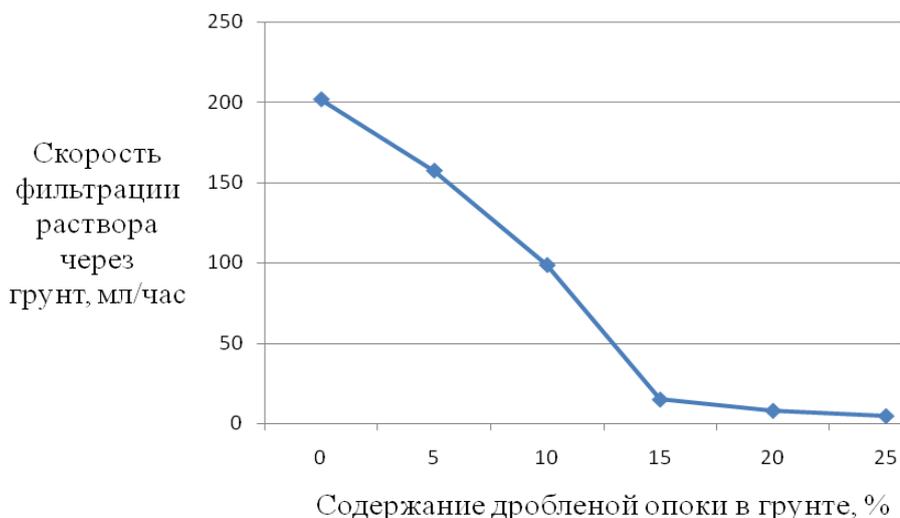


Рис. Водопрopusкная способность песчаных грунтов с добавкой дробленой опоки

Таблица

Влияние опоки на содержание ТМ в фильтрате

Объект	Содержание ТМ в растворе, мг/л			
	Cd ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺
Концентрация исходного раствора, мг/л	0,961	0,344	0,663	0,261
Концентрация раствора, профильтрованного через грунт, содержащий 20% опоки, мг/л	0,124	0,083	0,060	0,152
Концентрация раствора, профильтрованного через грунт, содержащий 25% опоки, мг/л	0,000	0,008	0,016	0,041

Таким образом, результаты выполненных лабораторных исследований свидетельствуют о высокой эффективности дробленных кремнистых опок в качестве дешевого противofiltrационного материала для обустройства полигонов ТБО.

Литература

Безуглова О. С., Невидомская Д. Г., Морозов И. В. Почвы территорий полигонов твердых бытовых отходов и их экология. Ростов н/Д: ЮФУ, 2010. 263 с.

Бодня М. С. Влияние опок астраханкой области на ионный состав почвы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 5(2). С. 140–142.

Вайсман Я. И., Чудинов С. Ю., Кравченко Д. С. Управление водным балансом полигона ТБО на примере полигона в г. Краснокамске // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. 2012. № 1. С. 43–57.

Кысыдак А. С. Совершенствование технологии строительства природоохранных объектов: на примере г. Кызылатама: Дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2007. 149 с.

Кондрашова А. В. Химическое модифицирование природного сорбента // Концепт. – 2014. – Современные научные исследования: актуальные теории и концепции. – ART 64358. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/64358.htm>. – ISSN 2304-120X.

Фетисова Е. А., Богатырева Н. Н., Сырчина Н. В. Агрохимические свойства опоки // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностики живых систем. Материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2. (1–2 декабря 2015 г.). Киров: ООО «Веси», 2015. С. 213.

ФР.1.31.2012.13573 Методика измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙТРАЛИЗОВАННЫХ ШАХТНЫХ ШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

М. В. Кропачева¹, Н. В. Сырчина¹, Ю. Н. Терентьев²

¹ *Вятский государственный университет, Kropacheva.maria@gmail.com*

² *ОРИП КЧ «РусГазИнжиниринг», Teryun@yandex.ru*

В ходе исследования была разработана технология гранулирования аммиачной селитры в смеси с нейтрализованными шахтными шламами Левихинского месторождения Свердловской области; изучены свойства полученных гранул (прочность, слеживаемость, растворимость).

Задачи: определить условия гранулирования смеси аммиачной селитры и нейтрализованных шахтных шламов; изучить свойства гранул; оценить экономические и агрохимические перспективы использования полученного продукта.

Для выполнения экспериментальных исследований использовалась аммиачная селитра производства ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат» и нейтрализованный шахтный шлак Левихинского месторождения.

Левихинское месторождение медно-колчеданных руд является одним из крупнейших в Свердловской области. В 90-е годы Левихинский рудник был естественным образом затоплен. В результате реакции с серосодержащими медными рудами вода в шахтах насыщается серной кислотой и поднимается на поверхность, создавая угрозу экологической катастрофы. Для предотвращения разрушительного влияния серной кислоты на окружающую среду, шахтные воды подвергаются щелочной нейтрализации. Только в 2015 г. на эти цели было направлено около 65 миллионов рублей (rusplt.ru). Образующаяся при нейтрализации пульпа сбрасывается в шламохранилища, в результате образуется значительное количество щелочного осадка (шлама). Основным компонентом нейтрализованных шламов является сульфат кальция, содержащий примеси цветных металлов, в том числе медь, цинк, золото и др.

Влажность нейтрализованного шахтного шлама определялась согласно ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.27-02 «Методика выполнения измерений массовой доли влаги (влажности) в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом».

Измельчение и смешивание компонентов выполнялось вручную. Состав смеси рассчитывался таким образом, чтобы содержание азота в готовых высушенных гранулах составляло 27–28%. Гранулирование смеси проводилось

методом продавливания смеси через металлическую сетку с последующим окатыванием гранул на сите. Сушка гранул осуществлялась в термостатируемых условиях с помощью термостата SNOL/58/350.

Массовая доля аммиачной селитры и азота в готовых гранулах определялась согласно ГОСТ 14839.3-69 «Взрывчатые вещества промышленные. Метод определения массовой доли аммиачной селитры».

Прочность гранул измерялась в кг на гранулу. Гранула помещалась между двумя керамическими плитками. На верхнюю плитку помещался груз различной массы. Фиксировалась масса груза, при которой происходило разрушение гранул удобрений.

В результате эксперимента установлено, что влажность нейтрализованных шахтных шламов составляет 74–78%. Перед приготовлением смеси для гранулирования влажность шлама необходимо понизить до 45–50%, поскольку смесь излишне влажного шлама и аммиачной селитры быстро расслаивается на жидкую и твердую фазы.

Влажный шлам легко смешивается с аммиачной селитрой с образованием однородной пасты. Для приготовления стабильной пасты, пригодной для формования гранул, необходимо строго контролировать влажность смеси.

Стабилизацию (сушку) гранул следует проводить при относительно низких температурах. Повышение температуры до 100 °С приводит к нарушению однородности гранул, поскольку поверхность гранул покрывается белыми кристаллами нитрата аммония. Для увеличения скорости высушивания можно применять прием активного вентилирования сушильной камеры.

Полученные в ходе эксперимента гранулы выдерживают нагрузку не менее 1 кг на гранулу.

При попадании в воду гранулы в течении 1–2 минут рассыпаются, при этом нитрат аммония полностью растворяется, а вспомогательный компонент (шлам) остается в осадке.

Полученные гранулы не проявляют признаков слеживания или разрушения при хранении в открытом виде в условиях помещения в течении 6 месяцев. Гранулы чистой аммиачной селитры в аналогичных условиях начинают разрушаться.

Согласно результатам выполненного эксперимента можно предложить промышленную схему гранулирования композиции аммиачной селитры и нейтрализованных шахтных шламов представленную на рис.

Нейтрализованные шахтные шламы являются весьма перспективным сырьем для производства минеральных удобрений.

Главные достоинства шламов:

- низкая стоимость (в настоящее время стоимость этого сырья определяется только расходами на их транспортировку и подсушивание);
- богатый химический состав, позволяющий рассматривать эту добавку в качестве источника ценных микроэлементов, необходимых для питания растений;

- главное действующее вещество шламов – гипс, повышает ценность аммиачной селитры при использовании ее на засоленных почвах;
- сульфаты, входящие в состав шламов, способствуют восполнению дефицита серы в почвах. Серосодержащие удобрения в настоящее время пользуются повышенным спросом.



Рис. Промышленная схема гранулирования композиции аммиачной селитры и нейтрализованных шахтных шламов

Промышленная переработка шахтных шламов позволит существенно улучшить экологическую обстановку в местах их размещения и хранения.

В ходе работы были определены оптимальные условия гранулирования смеси аммиачной селитры и нейтрализованных шахтных шламов, позволяющие получить прочные однородные гранулы с заданным содержанием действующего вещества (28%). Испытания показали достаточную для хранения и транспортировки прочность и стабильность гранул. Применение нейтрализованных шахтных шламов может стать перспективным направлением в производстве минеральных удобрений.

Внедрение полученных результатов в практику позволит решить комплекс проблем:

- устранить взрывоопасность аммиачной селитры, за счет добавки дешевого компонента – нейтрализованных шахтных шламов;
- повысить прочность гранул и снизить слеживаемость гранулированной аммиачной селитры;
- обогатить аммиачную селитру ценными микроэлементами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности растений (Cu, Fe, Zn, Mn и др.);

– рационально использовать нейтрализованные шахтные шламы, которые в настоящее время не находят практического применения и приводят к ухудшению экологической обстановки в местах их хранения.

Литература

Патент РФ № 2482198, 20.05.2013. Кириллов Е. В., Машкин А. Е., Пастухов А. М., Черный М. Л. Способ переработки шламов нейтрализации кислых шахтных вод // Патент России № 2482198. 2013. Бюл. № 14.

URL: http://newchemistry.ru/item.php?n_id=146.

URL: <http://rusplt.ru/region-news/ekaterinburg/sverdlovskoe-minprirodyi-zayavilo-o-bezopasnosti-levihinskogo-rudnika-396318/>).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСНОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ И МОНОФОСФАТА КАЛИЯ

Н. В. Сырчина¹, Ю. Н. Терентьев², А. Н. Мельникова¹

¹ *Вятский государственный университет, anastasiyameln2919@mail.ru*

² *ОПП КЧ «РусГазИнжиниринг», Teryun@yandex.ru*

В ходе выполнения работы была разработана безотходная модель переработки золы подсолнечника, позволяющая получить 2 продукта: органоминеральное удобрение с гуматами и монофосфат калия.

Для проведения экспериментальных исследований были использованы:

– Зола подсолнечника (Украина) следующего состава: CaO – 16,32%; MgO – 11,7%; K₂O вод. – 29,6%; P₂O₅ общ. – 7%; H₂O – 1,95%; CO₂ – 13,4%; SO₄ – 7,9%; N – 2,25%; pH – 10,66;

– Фосфоритная мука Верхнекамского месторождения (23% P₂O₅);

– Карбамид ОАО «ОХК «УРАЛХИМ» (46,2% N);

– Торфогель ООО «Техносорб» (гуминовые вещества: 30–35 г/л; pH: 4–5; содержание нерастворимого остатка: 15%). Торфогель проявляет фунгицидные свойства и оказывает стимулирующее воздействие на развитие корневой системы растений. Включение торфогеля в состав удобрения позволяет повысить степень усвоения растениями минеральных элементов и обеспечивает связующий эффект.

Состав проектируемого удобрения

В процессе переработки золы планировалось получить удобрение марки «НРК с гуматами» с содержанием азота не менее 3%.

Состав смеси для гранулирования (т):

– Фосфоритная мука – 0,6;

– Карбамид – 0,1;

– Выщелоченная зола – 0,7;

– Торфогель – 0,025 (в пересчете на сухое вещество).

Расчетное содержание питательных веществ в готовом удобрении составляет (%): N – 3,2; P₂O₅ – 8,8; K₂O – 8,8.

При используемой дозировке торфогеля, количество вносимых в почву гуминовых веществ составит не менее 0,5 кг на 1 т готового удобрения.

Кроме основных действующих веществ проектируемое органоминеральное удобрение (за счет золы и фосфоритной муки) будет содержать не менее (%): CaO – 11; MgO – 8; S – 1,5.

Влажность исходных гранул – 11%. Влажность высушенных гранул – 1%.

Для проверки возможности практической реализации разработанной модели переработки золы подсолнечника, были выполнены соответствующие эксперименты в лабораторных условиях.

Схема эксперимента

1. Выделение из золы подсолнечника калия методом выщелачивания (в раствор переводится 50% содержащегося в золе калия. Степень выщелачивания определяется по плотности образующегося щелока). Выделение калия выполнялось в 3 стадии:

- смешивание золы с водой в отношении 1:4;
- выдерживание водной суспензии золы в течение двух часов при температуре 100°C при постоянном перемешивании;
- фильтрование суспензии с помощью вакуумного фильтра.

2. Получение (синтез) монофосфата калия. Для получения монофосфата калия выполнялись следующие операции:

- нейтрализация зольной вытяжки фосфорной кислотой до расчетного значения pH;
- упаривание раствора;
- охлаждение упаренного раствора до выделения кристаллов;
- отделение кристаллов от раствора и подсушивание их.

3. Получение гранул органоминерального удобрения в лабораторных условиях. Для получения гранул отфильтрованный на вакуумном фильтре зольный остаток подсушивался и смешивался с фосфоритной мукой, карбамидом и торфогелем. Смешивание компонентов выполнялось вручную. Смесь для гранулирования представляла собой однородную пасту. Гранулирование осуществлялось методом продавливания смеси через фильеры. Сушка гранул производилась в термостатируемых условиях в термостате SNOL/58/350. Гранулы высушивались при температуре 100–105 °С до остаточной влажности 1%. Прочность гранул измерялась в кг на гранулу. Гранула устанавливалась между двумя керамическими плитками. На верхнюю плитку помещался груз различной массы. Фиксировалась масса груза, при которой происходило разрушение гранул удобрений.

Полученные в ходе эксперимента гранулы выдерживают нагрузку не менее 2 кг на гранулу. Гранулы не проявляют признаков слеживания или разрушения при хранении в открытом виде в течение 1 года.

Схема синтеза монофосфата калия в лабораторных условиях

Полученный раствор золы (щелок) нейтрализовался фосфорной кислотой до слабо-фиолетовой окраски бумаги конго. Раствор нагревался в течение 1

часа и фильтровался. Фильтрат упаривался до плотности 1,32 г/см³ и охлаждался. Выпавшие кристаллы отфильтровывались. Фильтрат использовался для выщелачивания следующих порций золы.

Расчет стоимости удобрения

Согласно выполненным расчетам, стоимость готового удобрения (цеховая) с учетом текущих цен на сырье, расходов на электроэнергию, аренду помещения, заработную плату и тару составляет 8200 руб./т. С учетом накладных расходов (90% от цеховой стоимости) и плановой прибыли (20%) отпускная стоимость удобрения составит 18700 руб./т, что значительно ниже цен на аналогичные типы органоминеральных удобрений.

Рентабельность производства повысится за счет реализации монофосфата калия, оптовая цена на который в настоящее время составляет 140–180 тысяч рублей за тонну. Из одной тонны золы подсолнечника (при выделении половины, содержащегося в ней калия) можно получить 520 кг монофосфата калия.

В результате выполненных исследований установлено, что зола подсолнечника может быть включена в схему безотходного производства с получением бюджетного органоминерального удобрения и удобрения премиум класса – монофосфата калия. Разработанная рецептура удобрения дает возможность производить сбалансированный по химическому составу продукт. Оценка себестоимости удобрения показала экономическую целесообразность реализации проекта непосредственно на площадках маслоэкстракционных заводов рядом с котельными.

Литература

Калашникова Л. И., Овчинникова А. А., Калашникова А. А. Исследование технологических свойств растительных отходов как альтернативного экологического топлива // Вектор науки ТГУ. 2011. № 4(18). С. 32–34.

Мухачев С. Г., Мельников В. Н., Садыков А. Р., Иванов Б. Н., Корнилова Л. И. Перспективы комплексной переработки возобновимых ресурсов // Вестник Казанского технологического университета. 2003. № 2. С. 423–429.

Салабуда Л. П. Современное состояние переработки подсолнечника и сои в АПК Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2005. № 06(014). С. 165–180.

<http://sdelanounas.ru/>.

ПРИМЕНЕНИЕ МОЛОТОЙ СЕРЫ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА СУЛЬФАТОВ В ПОЧВЕ

М. В. Кропачева

Вятский государственный университет, nvms1956@mail.ru

В последнее время появились исследования, обосновывающие возможность и эффективность использования молотой серы в качестве источника растворимых сульфатов. Под влиянием микроорганизмов, вносимая в почву

сера, окисляется до сульфатов, которые легко усваиваются высшими растениями (Миккельсен, 2014). Процесс окисления серы почвенными микроорганизмами протекает относительно медленно (несколько месяцев), поэтому вносимая в почву сера может рассматриваться как удобрение пролонгированного действия. Чем тоньше помол серы, тем быстрее происходит ее окисление. В отличие от молотой серы, сера, вносимая в почву в форме растворимых сульфатов, относительно слабо закрепляется и быстро вымывается в нижние горизонты почвенного профиля, кроме того, хорошо растворимые сульфаты в условиях высоких концентраций могут проявлять негативное воздействие на корневую систему растений (Нортон, 2014). В этом отношении молотая сера в качестве удобрения имеет определенные преимущества.

Интерес к возможности использования молотой серы для восполнения дефицита этого элемента в почвах обусловлен и тем, что этот продукт является самой концентрированной из всех возможных форм, пригодных для использования. Применение серы в качестве удобрения будет способствовать решению весьма актуальной экологической проблемы – рациональной утилизации отходов серы, образующихся при переработке углеводородного сырья, а также в процессе коксохимического, металлургического и энергетического производства.

Цель работы: Изучить влияние молотой серы на pH почвенных растворов и содержание в них подвижных форм этого элемента. Оценить влияние других компонентов минеральных и органических удобрений на интенсивность окисления серы в почвах.

Для выполнения эксперимента использовался грунт (агрозем) легкого механического состава (супесь). Данные об исходном химическом составе грунта и методах исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав грунта

Показатели	Метод определения	Значение
pH _{сол}	ГОСТ 26483-85	6,1±0,1
Сера подвижная, мг/100 г	ГОСТ 26490-85	0,21±0,04
Сера валовая, мг/100 г	по Айдиняну (Айдинян, 1975)	28±2,3
P ₂ O ₅ , мг/кг (подвижный)	По методу Кирсанова (Федорец и др., 2009)	247±32
Нитраты, мг/кг	ГОСТ 26488-85	15,1±0,8
Органическое вещество, %	ГОСТ 26213-91	3,2±0,3

Молотая сера вносилась в грунт в количестве 100 мг на 1 кг грунта. В качестве добавок использовались карбамид, силикат натрия, фосфоритная мука, нитрофоска. Все добавки использовались в дозировке 100 мг на 1 кг грунта. Перед внесением в почву добавки тщательно перемешивались с молотой серой, увлажнялись до пастообразного состояния, гранулировались методом продавливания через металлическую сетку и высушивались при 90 градусах в термостате. Размер гранул – 2 мм. Следует отметить, что только в случае смешивания серы с силикатом натрия удавалось получить прочные гранулы.

В остальных случаях гранулы легко рассыпались при небольшой механической нагрузке.

Гранулы тщательно перемешивались с грунтом, затем грунт увлажнялся и выдерживался при температуре 24 °С в течение всего времени наблюдений (1 месяц). Пробы грунта для выполнения лабораторных анализов отбирались через каждые 7 дней. Измерения проводились в трех повторностях. Результаты подвергались статистической обработке.

Выбор добавок обуславливался следующими причинами:

– карбамид является эффективным источником азота, необходимого для развития многих видов почвенной микрофлоры, в том числе микроорганизмов, способных окислять серу;

– фосфоритная мука является трудно растворимым фосфорным удобрением. Изменение рН почвенного раствора под влиянием серы может существенно повлиять на способность фосфоритов переходить в доступные для растений формы;

– нитрофоска относится к широко используемым комплексным минеральным удобрениям, в связи с этим большое практическое значение имеет выявление последствий совместного применения нитрофоски и молотой серы;

– силикат натрия может быть использован для гранулирования молотой серы в качестве связующего, поэтому важно изучить влияние этого компонента на поведение серы в почве.

В таблице 2 представлены данные о влиянии молотой серы на рН почвенной вытяжки и содержание в ней подвижных форм этого элемента.

Таблица 2

Влияние молотой серы на рН почвенной вытяжки и содержание в ней подвижных форм химического элемента

Показатели	Грунт	Грунт+S	Грунт+S+карбамид	Грунт+S+нитрофоска	Грунт+S+фосфоритная мука	Грунт+S+Na ₂ SiO ₃
рН _{сол}	6,1±0,1	4,7±0,2	4,5±0,2	4,5±0,2	5,4±0,2	5,7±0,3
Сера подвижная, мг/100 г	0,21±0,04	0,40±0,06	0,44±0,06	0,46±0,06	0,31±0,04	0,33±0,04

Согласно полученным данным, наиболее сильное закисление почвы наблюдается при использовании молотой серы в сочетании с азотными и полными минеральными удобрениями. Одновременно отмечается существенное увеличение подвижных форм серы в экспериментальном грунте. Полученный результат может быть обусловлен активацией микробиологических процессов в присутствии минеральных удобрений. Фосфоритная мука и силикат натрия замедляют смещение рН в сторону уменьшения. В присутствии фосфоритной муки и силиката натрия нарастание подвижных форм серы в грунте происходит медленнее. Под влиянием фосфоритов происходит нейтрализация серной кислоты, а под влиянием силиката натрия доступность

гранулированной серы для окисляющего действия микроорганизмов снижается.

Внесение молотой серы в почву приводит к снижению рН почвенного раствора и увеличению содержания подвижных форм этого элемента. Наиболее интенсивно процесс окисления серы происходит в присутствии азотных и комплексных удобрений. Под влиянием фосфоритной муки и силиката натрия скорость накопления в почве сульфатов уменьшается, закисление почвенного раствора происходит менее интенсивно.

Литература

Айдинян Р. Х., Иванова М. С., Соловьева Т. Г. Методы извлечения и определения различных форм серы в почвах и растениях (инструкция). М., 1975. 20 с.

Матыченков В. В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва – растение: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Пущино, 2008. 34 с.

Миккельсен Р., Нортон Р. Сера в почвах и серосодержащие удобрения // Питание растений. 2014. № 3. С. 6–9.

Соболев Н. В. Переработка низкосортного фосфатного сырья с получением удобрений, обогащенных серой, кальцием и магнием: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. 157 с.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ СВАЛОК ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В ОРИЧЕВСКОМ РАЙОНЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Е. В. Чеботаева¹, Г. Я. Кантор^{1,2}

¹ *Вятский государственный университет, katech_007@mail.ru*

² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Проблема роста количества отходов производства и потребления является одним из глобальных экологических вызовов нашего времени. По данным Росстата, объем отходов в России в 2014 г. составил 5,17 млрд. т, что вдвое превышает показатель десятилетней давности.

Самым популярным способом утилизации мусора в России на сегодня является захоронение. Помимо того, что захоронение приводит к безвозвратной потере пригодных к дальнейшему использованию материалов, его следствием является увеличение площадей мусорных полигонов, изъятие плодородных земель. По данным Счетной палаты РФ, свалки в России занимают 4 млн. гектаров, что практически равно площади Швейцарии. Объем накопленного в РФ мусора превышает 35 млрд. т, при этом система утилизации отходов в стране находится в зачаточном состоянии.

Объем отходов, выработанных в Кировской области, в 2014 г. вплотную приблизился к 2 млн. т (О состоянии ... 2015). Около 25 процентов из них приходится на древесные отходы, включая опил. Опилки в естественной среде разлагаются в течение 10–15 лет, при этом процесс сопровождается обра-

зованием формальдегидных, фенольных и прочих вредных соединений, которые, проникая в почву, загрязняют грунтовые воды. Кроме того, древесные отходы создают постоянную угрозу возникновения пожаров, в том числе лесных. Между тем опилки являются экологичным, дешевым и многофункциональным материалом, имеющим целый ряд возможных применений. В частности, опил может служить исходным материалом для изготовления топливных пеллет, применяться в строительстве в качестве утеплителя или сырья для производства опилкобетона.

Кировская область – лесной регион; лесами покрыты 63% площади региона. В структуре лесов эксплуатационные леса занимают 6,5 млн. га (80%) и леса, выполняющие защитные функции – 1,6 млн. га (20%). Общий запас древесины оценивается в 1,2 млрд. куб. м, расчетная лесосека – более 16 млн. куб. м.

Обрабатывающие производства наряду с энергетическим комплексом занимают наибольший удельный вес в структуре промышленного производства региона. В свою очередь, обработка древесины и производство изделий из дерева с показателем 7,8% занимают 4-ю позицию среди крупнейших обрабатывающих производств региона (данные правительства Кировской области). Эти данные позволяют прогнозировать дальнейший рост объемов деревообработки, что делает еще более актуальной проблему выявления несанкционированных свалок отходов отрасли.

В 2013 г. специалистами Инновационно-образовательного центра космических услуг Вятского государственного гуманитарного университета был реализован проект «Развитие региональной инфраструктуры переработки древесных отходов на территории Кировской области с использованием геоинформационных систем и космических технологий на примере модельных районов» (Титова, Кантор, 2013). В рамках проекта на основе анализа статистических данных и космических снимков с использованием методов наземной стереофотограмметрии и геоинформационных технологий (спутниковая навигация и цифровая картография) определены объемы древесных отходов и места их размещения, обоснованы и оптимизированы пути их транспортировки, временного хранения и дальнейшей переработки, а также созданы карты-схемы инфраструктуры переработки древесных отходов. В качестве модельного был взят Орловский район.

Задача данной работы состоит в определении мест размещения древесных отходов, а также оценки их объема на территории Оричевского района с использованием методов, апробированных при выполнении Проекта 2013 г.

Поиск мест складирования осуществлялся методом визуального дешифрирования космических снимков, полученных с картографических интернет-сервисов Яндекс.Карты и Google.Maps при помощи программы SAS.Planet. Работа по привязке растров, оцифровке мест складирования отходов, составлению электронной карты и определению площадей, занятых отходами, выполнялась в программе ArcGIS 9.0.

Всего на территории Оричевского района при анализе космических снимков выявлено 53 свалки древесных отходов, большинство из которых расположены в посёлках Оричи, Мирный и Стрижи. Общая площадь выявленных объектов составляет 68,8 тыс. м². Поскольку имеющаяся у нас информация не содержит данных о высоте объектов, для ориентировочной оценки суммарного объёма свалок можно взять полученную ранее среднюю величину по Орловскому району, равную 1,37 м. При этих предположениях объём накопленного опила в Оричевском районе составляет 94,3 тыс. м³.

Литература

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2014 году: Региональный доклад. Киров, 2015. 210 с.

Титова В. А., Кантор Г. Я. О развитии региональной инфраструктуры утилизации и переработки древесных отходов с использованием геоинформационных систем и космических технологий // Бизнес. Наука. Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф.-выставки экологических проектов. Киров, 2013. С. 245–249.

Титова В. А., Кантор Г. Я. Применение методов дистанционного зондирования Земли при выявлении свалок древесных отходов в районах Кировской области // Использование геоинформационных и космических технологий в научной, образовательной и практической деятельности: Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем. Материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2013. С. 36–42.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИСТОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ОПОКА

А. В. Варанкина, О. С. Харина, И. А. Мелентьева, Н. В. Сырчина
Вятский государственный университет, nvms1956@mail.ru

К современным строительным материалам предъявляются строгие гигиенические требования, касающиеся обеспечения безопасности и создания комфортных условий для проживания человека. В число основных требований входят огнестойкость, прочность, отсутствие выделения токсичных веществ, низкая гигроскопичность, легкость. Большой интерес для создания таких материалов представляет кремнистая горная порода осадочного происхождения опока (Монтаева и др., 2012). Опока имеет пористое строение и высокую термостойкость, она устойчива к воздействию кислот, не размокает в воде, поддается дроблению до высокой степени дисперсности, не проявляет токсичных свойств. Основным компонентом опоки является аморфный кремнезем, обеспечивающий способность материала к спеканию при обжиге (Котляр, 2007). Залежи опоки широко распространены в России. Согласно оценкам, в РФ запасы разведанных месторождений этой породы оцениваются примерно в 2,5 миллиарда кубометров. Несмотря на огромные запасы и безопасный химический состав, сфера практического использования опоки весьма ограничена. В связи с этим, поиск новых перспективных направлений

промышленной переработки опоки представляет большой практический интерес.

Цель исследования: на основе кремнистой опоки и других нетоксичных компонентов получить безопасный негорючий пористый материал, пригодный для использования в качестве тепло- и звукоизолятора.

Задачи: подобрать состав компонентов и определить условия получения пористого материала с заданными свойствами; оценить свойства полученного материала.

Для проведения экспериментальных исследований была использована опока Каменнорского месторождения Черноярского района Астраханской области. Астраханские опоки представляют собой относительно плотные осадочные кремнистые опал-кристобалитовые горные породы слоистой структуры. Порода образована мелкими зернами опала, включающими остатки скелетов древних водорослей, примесь органических веществ, глауконита и некоторых других компонентов. Для астраханских опок характерна химическая стойкость, способность к ионному обмену и отсутствие токсичных свойств (Никифоров, 1997).

Пористость использованных для выполнения эксперимента образцов опоки составляла 50–55%; плотность – 1400–1600 кг/м³; цвет материала – серый.

В качестве основных компонентов для приготовления шихты были использованы: опока; отходы оконного стекла (марка М6); рисовая шелуха; раствор силиката натрия (жидкое стекло).

Главное назначение рисовой шелухи – создание необходимой пористости экспериментальных образцов в процессе обжига. В отличие от других органических добавок (опилки, солома, шелуха других зерновых культур и т.п.) рисовая шелуха при сжигании дает золу состоящую главным образом из кремнезема (кристобалит и тридимит). Включение рисовой шелухи в состав шихты позволяет улучшить свойства спекаемого материала и снизить температуру процесса. Это достигается за счет того, что при выгорании и пиролизе органических веществ шелухи, образуются углерод и монооксид углерода, способствующие восстановлению соединений Fe (III) до более легкоплавких соединений Fe (II).

В настоящее время утилизация рисовой шелухи представляет серьезную проблему, поскольку использование этого материала в сельском хозяйстве из-за особенностей химического состава крайне ограничено. Вместе с тем, объемы образующейся при переработке риса-сырца шелухи составляют сотни тысяч тонн.

Жидкое стекло (раствор силиката натрия) использовался в качестве связующего.

Отходы стекла включались в состав шихты для оптимизации процессов силикато- и стеклообразования в пористом материале и для снижения энергозатрат на реализацию процесса спекания.

Эксперимент включал следующие этапы:

1. Приготовление шихты различного состава (измельчение и смешивание компонентов).
2. Формование образцов прямоугольной формы (вручную).
3. Спекание образцов в муфельной печи.
4. Испытание полученных образцов.

Состав шихты подбирался таким образом, чтобы полученный после спекания материал имел равномерную пористость и достаточную прочность.

Обжиг образцов проводился при температуре 900 °С в течение 30, 40, 60 минут.

Для обжига сформованные образцы помещались на металлические листы, присыпанные тальком (для предотвращения прилипания).

Для обеспечения равномерной пористости и предотвращения неконтролируемого вспучивания, сформованные образцы накрывались вторым металлическим листом. В процессе обжига объем образцов увеличивался в 1,5–2 раза (в зависимости от содержания рисовой шелухи).

В ходе исследований установлено, что наилучшие по характеристикам образцы получаются при использовании гранул опоки и стекла размером 0,5–0,25 мм.

На рисунке показан образец полученного пористого материала.



Рис. Образец пористого материала на основе опоки

Полученные образцы по внешнему виду напоминают пемзу. Пористость достаточно равномерная. Поры сплюснуты в поперечном направлении (за счет дополнительной нагрузки на спекаемые образцы сверху). В отсутствии нагрузки получается материал с округлыми порами. Средний размер пор – 1–3 мм. Пористость и прочность полученных образцов зависит от содержания в шихте рисовой шелухи.

Испытания образцов показали, что опока может быть использована для производства легких минеральных негорючих пористых материалов, пригодных для применения в строительстве.

Образцы полученного пористого материала выдерживают нагрузку до 2 кг/см².

Плотность материала составляет 750–800 кг/м³.

Образцы не проявляют признаков разрушения при выдерживании в течение 30 дней в воде, 2% растворах серной и соляной кислот.

Полученный пористый материал легко поддается механической обработке (сверление, распиливание).

В результате выполненных исследований был подобран оптимальный для спекания состав шихты, позволяющий получать достаточно пористый и дешевый материал. Испытания полученного материала свидетельствуют о его легкости, устойчивости к действию кислот, прочности, пригодности для механической обработки. Полученный пористый материал может быть использован в качестве негорючего и безопасного тепло- и шумоизолятора.

Результаты работы показали, что производство пористых материалов на основе опоки позволяет не только получить новые виды строительных материалов, но и решить проблему утилизации таких отходов, как рисовая шелуха и стекло.

Литература

Котляр В. Д., Талпа Б. В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 31–33.

Монтаева А. С., Щучкин С. В., Монтаев С. А. и др. Исследование свойств стеновой керамики с использованием опоки // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 41–42.

Никифоров И. А. Сорбционные свойства опоки: синтез, моделирование, применение: Дис. ... канд. хим. наук. Саратов, 1997. С. 130.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ пгт. ШАЙГИНО НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Хлыбова, Е. С. Соловьёва

Вятский государственный университет, masha.hlybova@yandex.ru

В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые являются миграционными средами, почва представляет собой наиболее объективный и стабильный индикатор техногенного загрязнения экосистемы. Она четко отражает эмиссию загрязняющих веществ и их фактическое распределение в компонентах ландшафта (Мотузова, 2007). В настоящее время особое внимание уделяется изучению состояния окружающей среды крупных городов, в то время как экологическое состояние небольших городов и поселков часто остается без должного внимания.

Целью работы было оценить изменение некоторых показателей состояния почв пгт. Шайгино Нижегородской области за двухлетний период 2014–2015 гг.

Образцы почвы отбирали на глубину около 10 см. на следующих территориях: прилегающих к железной дороге; жилых дворов; вдоль автомобильных дорог поселка. Было отобрано 16 проб: по 5 почвенных образцов на каждой территории и фоновый образец. В качестве фоновой была использована почва, отобранная на территории д. Лопатино.

Органическое вещество почвы определяли фотометрически по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, кислотность – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26483), активность каталазы – газомет-

рическим методом, содержание обменного аммония фотометрически (Минеев, 2001). Была проведена оценка токсичности почвенных образцов 2015 г. с использованием цианобактерий и применением тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий (Домрачева, 2011). Культура *Nostoc paludosum* 18 была предоставлена кафедрой биологии растений, селекции, семеноводства, микробиологии ВГСХА.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, указаны в таблице 1.

Значения рН, полученные в ходе анализа образцов 2015 г. характеризуют слабокислую и нейтральную реакцию почвы, тогда как по результатам 2014 г. наблюдались щелочные значения. В целом, можно отметить уменьшение значений рН по сравнению с результатами 2014 г. Это может быть связано с более дождливым летом 2015 г. Значение рН фонового образца является характерным для подзолистых почв (рН=4,9) данной местности.

Так же можно отметить, что значения ферментативной активности почвы по каталазе возросли в 2015 г. по сравнению с 2014 г. Особенно заметно увеличение каталазной активности почв дворовых территорий. Наименьшее значение ферментативной активности по каталазе наблюдалось в пробе почвы № 10, отобранной вдоль дороги, по сравнению с 2014 г., наблюдалось уменьшение показателя.

Таблица 1

Сводная таблица результатов за 2014 и 2015 гг.

Место отбора	№	рН _{KCl} 2014 г.	рН _{KCl} 2015 г.	Каталаза см ³ О ₂ на 1 г почвы за 1 мин 2014 г.	Каталаза см ³ О ₂ на 1 г почвы за 1 мин 2015 г.	Содержание орг. в-ва, % 2014 г.	Содержание орг. в-ва, % 2015 г.
ЖД	1	8,7	7,6	2,8	3,1	4,92±0,33	3,13±0,47
	2	8,4	6,4	1,6	3,3	3,40±0,23	4,45±0,67
	3	7,7	6,1	3,2	5,0	7,92±0,79	6,80±0,68
	4	6,9	5,4	0,9	2,6	5,00±0,50	2,53±0,51
	5	8,6	6,4	1,0	5,3	2,64±0,13	6,99±0,69
Дороги	6	8,5	6,6	1,0	1,9	5,20±0,52	3,59±0,54
	7	8,7	6,8	1,2	3,7	5,00±0,50	4,25±0,64
	8	8,4	6,9	3,6	3,9	5,52 ±0,55	4,35±0,65
	9	9,4	6,7	0,8	2,9	4,08±0,27	4,17±0,63
	10	8,5	6,8	1,6	1,1	4,56±0,30	2,77±0,55
Дворы	11	7,9	6,6	4,3	9,0	5,38±0,53	3,29±0,49
	12	7,9	6,4	4,5	4,2	5,48±0,54	3,39±0,51
	13	7,7	6,4	3,5	8,8	5,16±0,51	4,81±0,72
	14	7,0	6,7	3,8	6,6	5,60±0,56	4,17±0,63
	15	6,9	5,8	2,6	2,0	4,94±0,49	2,19±0,44
Фон	16	–	4,9	–	3,1	–	2,71±0,54

Содержание органического вещества в основной массе исследованных образцов 2015 г. уменьшилось в сравнении с 2014 г. Однако в пробах почвы № 2 и № 5 отобранных вблизи железной дороги в 2015 г. наблюдалось увеличение содержания органического вещества. Это может быть связано с попа-

данием в почву веществ органической природы в результате деятельности железнодорожного транспорта.

Наибольшее значение содержания обменного аммония наблюдалось в 2015 г. в пробе № 5 (45,0 мг NH_4^+ на 100 г. почвы), что превышает значение фона более чем в 2 раза (19,8 мг NH_4^+ на 100 г. почвы). Наименьшее содержание обменного аммония зафиксировано в пробе № 10 (12,6 мг NH_4^+ на 100 г. почвы).

При оценке токсичности образцов почв было установлено, что изучаемые образцы не токсичны, так как отклонение от контроля не превышает 50%. В нашем случае наибольшее значение отклонения от контроля установлено в пробах № 1 и № 4 (38%) (табл. 2).

Таблица 2

Оценка токсичности проб почвы пгт. Шайгино

№ пробы	Место отбора проб	Жизнеспособность, %		Отклонение от контроля, %
		Результат в контрольной пробе, %	Результат в опытной пробе, %	
1	Вблизи ж.д.	91	56,0±2,8	38,0±1,9
2	Вблизи ж.д.		69,0±3,5	24,0±1,2
3	У вокзала		59,0±2,9	35,0±1,7
4	У вокзала		56,0±2,8	38,0±1,9
5	У вокзала		59,0±2,9	35,0±1,7
6	У остановки		84,0±4,2	8,0±0,4
7	У церкви		78,0±3,9	14,0±0,7
8	ул. Вокзальная		73,0±3,7	20,0±1,0
9	ул. Вокзальная		89,0±4,5	2,0±0,1
10	ул. Вокзальная		84,0±4,2	8,0±0,4
11	ул. Победы		84,0±4,2	8,0±0,4
12	ул. Безымянная		72,0±3,6	21,0±1,1
13	ул. Чкалова		92,0±4,6	0
14	ул. 40 лет октября		97,0±4,8	0
15	ул. Вокзальная		99,0±4,9	0
16	Фон		78,0±3,9	14,0±0,7

В ходе изучения показателей состояния почв, по результатам двухлетнего отбора образцов было установлено, что состояние почв изменилось. Значения pH близки к нейтральным, либо являются слабо кислыми, по сравнению с 2014 г. Так же, увеличилась ферментативная активность почв, что говорит об улучшении состояния почв. Содержание органического вещества близко к фоновому значению, за исключением образцов, отобранных у железной дороги № 3 и № 5. Причиной этого может быть попадание в почву веществ органической природы.

Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И. Применение тетразольно-топографического метода определения дегидрогеназной активности цианобактерий в загрязненных средах // Биологический мониторинг природно-

техногенных систем / Под ред. Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина. Сыктывкар, 2011. С. 113–120.

Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв: учебник. М.: Академический Проект; Каудеамус, 2007. 237 с.

Практикум по агрохимии: Учеб. пособие. 2-е издание., перераб. и доп. / Под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НОВОВЯТСКОГО РАЙОНА г. КИРОВА

В. Г. Пасынкова, Е. С. Соловьёва

Вятский государственный университет, pasynkova.vika@gmail.com

Горьковская железная дорога – одна из самых технически оснащенных дорог РФ. Через Киров каждый день проходят пассажирские и грузовые поезда. Деятельность железнодорожного транспорта оказывает воздействие на окружающую природную среду всех климатических зон, в том числе и на почву.

5 февраля 2014 г. в Нововятском районе г. Кирова на 710 км Горьковской железной дороге потерпел крушение железнодорожный состав, который перевозил в вагонах газоконденсат.

Целью работы стало определение кислотности, активности каталазы, содержания органического вещества, подвижных форм соединений тяжелых металлов и алюминия, так же содержания нефтепродуктов в почве вблизи железной дороги.

Для исследования в осенний период 2014 и 2015 гг. были отобраны пробы почв с территории железной дороги в Нововятском районе на 710 км и через 300 м по направлению на восток. В качестве фоновой была взята проба почвы в садоводческом обществе «Мариевское» Нововятского района. Смешанные образцы почв были отобраны с глубины 0–10 см.

Результаты исследований за 2014 г. представлены в таблице 1.

По результатам исследований почва характеризуется слабощелочной реакцией (рис. 1).

Почти все образцы почв имеют низкую активность каталазы. По результатам 2015 г. по сравнению с 2014 г. стоит отметить увеличение активности каталазы в точке № 2 (рис. 2), что может говорить об улучшении биологической активности почвы. В точке № 3 в 2014 г. наблюдалась минимальная активность каталазы, однако в 2015 г. она увеличилась. На месте, где произошла авария, значение активности каталазы не изменилось.

Таблица 1

Показатели химического загрязнения исследуемых почв за 2014 г.

Площадки отбора проб	рН _{KCl}	Активность ката-лазы, см ³ O ₂ на 1 г почвы за 1 мин	Сорг, %	Содержание подвижных форм соединений тяжелых металлов, %						
				железо	кадмий	марганец	медь	никель	свинец	цинк
Место аварии 710 км ж/д	7,9±0,2	2,1 (бедная)	3,08	439,750 ± 109,938	0,125±0,038	33,625±7,734	0,320±0,090	0,715±0,300	1,010±0,212	1,145±0,378
Через 300 м от аварии	7,5±0,2	2,5 (бедная)	3,98	20,005±5,001	0,120±0,036	19,425±4,468	0,415±0,116	0,440±0,185	0,580±0,145	3,530±1,165
Садоводческое обще-ство «Мариевское»	7,7±0,2	1,3 (бедная)	3,90	52,025±13,006	0,085±0,026	12,480±2,870	0,700±0,161	1,010±0,283	0,535±0,134	1,050±0,347
ПДК подвижных форм ТМ в почве, мг/кг				–	1,0	100,0	3,0	4,0	6,0	23,0

Результаты исследований за 2015 год представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели химического загрязнения исследуемых почв за 2015 год

Площадки отбора проб	рН _{KCl}	Активность каталазы, см ³ O ₂ на 1 г почвы за 1 мин	Сорг, %	Обменная кислот-ность (Н + Al), мг·экв на 100 г почвы	Содержание Al, мг на 100 г поч-вы	Содержание нефтепродук-тов, мг/кг
Место аварии 710 км ж/д	7,8±0,2	2,1 (бедная)	2,37%	0,09	0,45	926±230
Через 300 м от аварии	7,4±0,2	2,9 (бедная)	3,75%	0,13	0,36	360±90
Садоводческое общество «Мариевское»	7,6±0,2	3,7 (средне-обогащенная)	3,80%	0,12	0,18	75±19

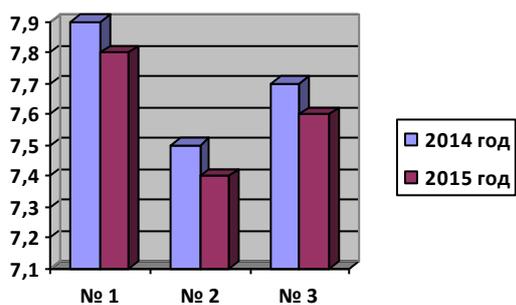


Рис. 1. рН солевой вытяжки
 № 1 – место аварии 710 к ж/д
 № 2 – через 300 м от аварии
 № 3 – садоводческое общество
 «Мариевское»

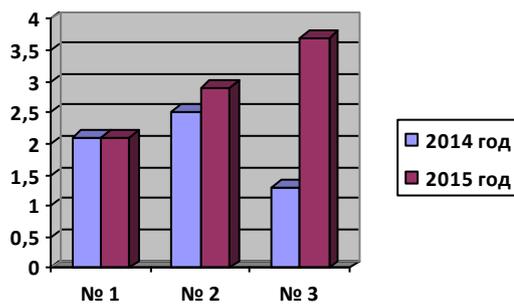


Рис. 2. Активность каталазы, см³
 O₂ на 1 г почвы за 1 мин

По сравнению с данными 2014 г. в 2015 г. произошло незначительное снижение содержания органического вещества в почве (рис. 3). Особенно заметно снижение в точке № 1. В остальных точках изменение содержания органического вещества незначительное.

Содержание исследуемых тяжелых металлов в образцах почвы не превышало предельно допустимые концентрации.

Содержание нефтепродуктов в образцах почвы не превышало ориентировочно допустимые концентрации. Однако на месте аварии содержание нефтепродуктов на порядок выше содержания данного показателя на участке садоводческого общества и в 3 раза выше, чем на участке через 300 м от аварии.

Таким образом, по результатам исследований было установлено. Почва характеризуется слабощелочной реакцией. По активности каталазы все почвы являются бедными, однако наблюдается ее рост по сравнению с прошлым годом. Содержание органического вещества небольшое. В фоновой пробе это может объясняться интенсивной переработкой почвы. По сравнению с данными 2014 г. произошло снижение содержания органического вещества в почве.

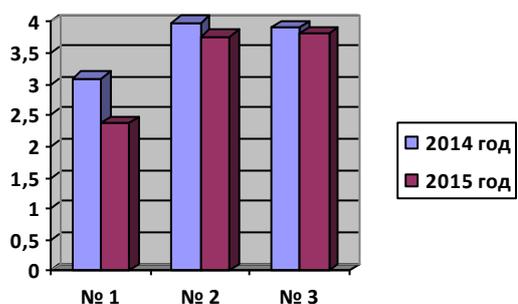


Рис. 3. Содержание органического вещества, %

Литература

Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». 2.1.7.2041-06. М., 2006.

Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31.2007.04106. М.

Минеев В. Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001.

Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ С МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЫДЕЛЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЕСТРУКТОРОВ

О. Ю. Ксенофонтова, Д. А. Тихонова, Е. А. Филимонова, К. В. Савина
Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

В настоящее время ведение сельского хозяйства предполагает использование химических средств борьбы с вредителями возделываемых растений – пестицидов. Интенсивное применение этих препаратов приводит к непрерывной закупке все новых пестицидов. Большую проблему представляют старые, пришедшие в негодность и запрещенные препараты, которые необходимо как-то утилизировать. Потенциальную опасность для окружающей среды и человека несут места их захоронения – специальные подземные бетонированные бункеры, колодцы и склады. В результате нарушения режимов хранения пестициды проникают в почву, распространяются с осадками и грунтовыми водами и накапливаются в почве (Сметник, 2005; Путилина, 2003; Скоблина, 2003; Волгина и др. 2010). В результате длительного контакта почвы с химикатами среди почвенных микроорганизмов происходит адаптация к высоким концентрациям пестицидов и происходит накопление штаммов-деструкторов.

В связи с этим целью работы явилось выделение и изучение доминирующих микробных популяций в почвах, длительно загрязненных пестицидами и изучение их деструктивной способности.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ численности основных физиологических групп микроорганизмов в загрязненной почве и почве фоновой территории.

2. Отобрать штаммы, способные использовать пестицид как источник углерода.

3. Идентифицировать штаммы микроорганизмов, способные к деструкции пестицидов.

4. Изучить выделенные штаммы на наличие патогенных свойств.

Выделение микроорганизмов из почвы проводили согласно стандартным методикам (Егоров, 1995; Нетрусов и др., 2005). Идентификацию культур осуществляли на основании культуральных, морфологических и физиолого-биохимических свойств бактерий (Петерсон, Чиров, 2005; De Vos et al., 2009).

Отбор штаммов, способных использовать пестициды, проводили путем высева чистых культур на плотную синтетическую минеральную среду М9, содержащую пестицид в качестве единственного источника углерода в концентрации 200 мкг/мл и 5% раствор 2,3,5 – трифенилтетразолий хлорид (ТТХ), в качестве индикатора дегидрогеназной активности. Выявление микроорганизмов-деструкторов проводили визуально по красному окрашиванию колоний, свидетельствующему о восстановлении ТТХ в трифенилформазан (ТТФ) под действием микробной дегидрогеназы, участвующей в первой стадии биodeградации ксенобиотиков (Гранатская, 1996).

Отбор штаммов-деструкторов проводили по отношению к ГСО пестицидов «Прометрин», «Дихлордифенил трихлорметилметан» (4,4-ДДТ) и «Гексахлорциклогексан» (ГХЦГ). Выбор участков отбора проб данных пестицидов обусловлен местом захоронения пестицидов.

При определении факторов патогенности выделенные штаммы исследовали на наличие мацерации, плазмокоагуляционной, гемолитической и летицизной активности. Тест на мацерацию проводили с использованием таких овощей как: картофель, морковь и свекла (Головин и др., 1997).

В ходе эксперимента в почве зоны захоронения пестицидов и фоновой территории была установлена численность основных групп микроорганизмов, участвующих в почвообразовательном процессе (табл. 1).

Таблица 1

Численность почвенных микроорганизмов на территории захоронения пестицидов

Физиологическая группа бактерий	Численность микроорганизмов, КОЕ/г (M±m)	
	Загрязненная почва	Фоновая территория (на расстоянии 1000 м)
Гетеротрофные бактерии	$5,0 \pm 0,6 * 10^6$	$3,7 \pm 0,4 * 10^6$
Азотфиксирующие бактерии	$1,6 \pm 0,3 * 10^5$	$1,1 \pm 0,2 * 10^5$
Плесневые грибы	$1,9 \pm 0,3 * 10^3$	$12,7 \pm 1,1 * 10^3$
Актиномицеты	$2,1 \pm 0,4 * 10^3$	$2,5 \pm 0,4 * 10^3$

Анализ полученных данных показал, что в загрязненной почве увеличена численность гетеротрофных бактерий и снижено количество плесневых грибов. Количественные показатели азотфиксирующих бактерий и актиномицетов в загрязненной почве существенно не отличались от показателей фоновой территории. Таким образом, наличие в почве пестицидов, как органического вещества, стимулировало размножение органотрофных бактерий. А снижение плесневых грибов может быть вызвано наличием в загрязненной почве фунгицидов, ингибирующих их рост.

Изучение численности микроорганизмов так же показало, что доминирующей группой в загрязненной почве явились гетеротрофные бактерии. Поэтому поиск деструкторов проводили именно в этой группе.

В ходе работы было выделено 18 штаммов бактерий из доминирующих популяций, содержащихся в почве в концентрации 10^6 КОЕ/мл. Данные культуры были идентифицированы и изучены на возможность использовать пестициды в качестве единственного источника углерода (табл. 2).

Таблица 2

Анализ способности использовать пестициды в качестве единственного источника углерода в концентрации 200 мкг/мл в среде М9

Штаммы бактерий	Пестицид (название)		
	Прометрин	4,4-ДДТ	ГХЦГ
<i>Pseudomonas putida</i> П2	+	+	+
<i>Pseudomonas putida</i> П6	+	+	+
<i>Pseudomonas putida</i> 8.3.2	+	+	+
<i>Jonesia denitrificans</i> 151	+	+	+
<i>Amphibacillus</i> sp. 150.2	-	+	-
<i>Amphibacillus</i> sp.152	-	+	-
<i>Amphibacillus</i> sp. 165	-	+	-
<i>Amphibacillus</i> sp. 181	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 154	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 166	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 179	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. П3	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. П4	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. П5	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. П7	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 8.2	-	-	-
<i>Bacillus</i> sp. 8.3.1	-	-	-
<i>Staphylococcus</i> sp. 180	-	-	-

Анализ полученных данных показал, что бактерии родов *Bacillus* и *Staphylococcus* не способны деструктировать ни один из исследуемых пестицидов. Бактерии рода *Amphibacillus* sp. в качестве единственного источника углерода использовали только 4,4-ДДТ, а штаммы *Pseudomonas putida* и *Jonesia denitrificans* оказались деструкторами всех трех исследуемых пестицидов.

Таким образом, исследования показали, что в местах захоронения химикатов в почве содержатся микроорганизмы-деструкторы, не только адаптированные к высоким концентрациям загрязняющих веществ, но и обладающие способностью к разложению различных по химической природе соединений. По результатам экспериментов, полученные штаммы бактерий *Pseudomonas putida* и *Jonesia denitrificans* являются перспективными штаммами для создания биопрепаратов, предназначенных для восстановления загрязненных земель.

Однако, при отборе штаммов, рекомендуемых для практического использования в объектах окружающей среды, необходимо проводить их полную биологическую характеристику. Важным условием, предъявляемым к производственным штаммам, является отсутствие у них свойств патогенности. В связи с этим, у отобранных штаммов были изучены некоторые факторы патогенности для растений и животных. По результатам эксперимента ни один из штаммов не обладал гемолитической, плазмокоагуляционной, лецитиназной активностью и не осуществлял мацерацию клубней картофеля, моркови и свеклы.

На основании полученных данных можно рекомендовать штаммы *Pseudomonas putida* и *Jonesia denitrificans* для создания на их основе высокоэффективного экологически безопасного препарата, предназначенного для очистки почвы, загрязненной сразу несколькими пестицидами: «Прометрин», «Дихлордифенил трихлорметилметан» (4,4-ДДТ) и «Гексахлорциклогексан» (ГХЦГ).

Литература

Волгина Т. Н., Новиков В. Т., Регужева Д. В. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды // Региональные проблемы. 2010. Т. 13. № 1. С. 76–81.

Головин П. Н., Арсеньева М. В., Тропова А. Т., Шестиперова З. И. Практикум по общей фитопатологии. Л.: Колос, 1977. 239 с.

Гранатская Т. А. и др. Способ выявления микроорганизмов – деструкторов ксенобиотиков // Патент Российской Федерации № 2051961, кл С12N1/20. 1996.

Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во МГУ, 1995. 222 с.

Петерсон А. М., Чиров П. А. Практические рекомендации для идентификации сапрофитных и условно-патогенных бактерий по фенотипическим признакам: для студ. биол. фак-та. Саратов: Изд-во ун-та, 2005. 20 с.

Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Под ред. А. И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.

Путилина В. С. Миграция загрязняющих органических соединений в подземные воды // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геоэкология. 2003. № 4. С. 309–317.

Скоблина В. И. Особенности поведения гербицидов в почве (разложение и миграция гербицидов) // Экологическая безопасность в АПК. М., 2003. С. 452.

Сметник А. А. Прогнозирование миграции пестицидов в почве: Дисс. ... доктора биологических наук: 06.01.11; 03.00.27. М., 1999. 389 с.

De Vos P., Garrity G., Jones D. et al. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The Firmicutes. New York: Springer, 2009. Vol. 1–3. 1450 p.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ г. КИРОВО-ЧЕПЕЦКА

С. С. Кузнецова, Е. С. Соловьёва

Вятский государственный университет, svetakuznezova17@gmail.com

Городские почвы значительно отличаются от почв естественных природных территорий по морфогенетическим признакам и физико-химическим свойствам (Федорец, 2009).

Кирово-Чепецк является городом, в котором находится крупнейшее промышленное предприятие Кировской области – Кирово-Чепецкий химический комбинат, который оказывает непосредственное влияние на окружающие природные среды, в том числе почву.

Целью работы является сравнение показателей кислотности, ферментативной активности, содержания органического вещества, содержание подвижного аммония в почвах города Кирово-Чепецка за 2014 и 2015 гг., а также оценка токсичности данных почв.

Кислотность почвы определяли потенциометрически, содержание органического вещества и обменного аммония определяли фотометрически ферментативную активность по каталазе – газометрическим способом (Практикум по агрохимии, 2001). Оценку токсичности проводили биоиндикацией с использованием цианобактерий. Культура цианобактерии *Nostoc paludosum* 18 была предоставлена кафедрой биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии ВГСХА.

Образцы почв отбирали в августе 2014 и 2015 гг. на глубину 5–10 см в следующих городских функциональных зонах, расположенных в различных районах города: на территории предприятий, вблизи автомобильных дорог и во дворах. В качестве фоновой территории в 2015 г. был выбран парк в районе восьмого микрорайона.

Результаты, полученные в ходе выполнения эксперимента, представлены в таблице 1.

По результатам исследования, массовая доля органического углерода максимальна в образцах почвы дворовой территории в районе Горсовета г. Кирово-Чепецка ($5,54 \pm 0,10\%$). По сравнению с 2014 г., на данном участке наблюдается незначительное уменьшение содержания органического вещества. В пробах почв с территории предприятий содержание органического углерода возрастает. Наибольшие значения данного показателя отмечаются в пробах почв, отобранных у ТЭЦ, а так же в пробах почв предприятия МЦ5.

Почва, отобранная на территории предприятий, является очень бедной по каталазе (в среднем $0,96 \pm 0,19$ мл O_2 /г мин). По сравнению с данными 2014 г. в 2015 г. в почве данных территорий наблюдается незначительное уменьшение каталазной активности. У дорог активность каталазы в почве максимальна (в среднем $1,14 \pm 0,14$ мл O_2 /г мин), однако разница по сравнению с почвами дворовых территорий, незначительна ($1,22 \pm 0,13$ мл O_2 /г мин).

В 2014 г. активность каталазы у дорог так же была максимальна. Разница показателей каталазной активности почвы дворовых территорий, в районе центра занятости населения (увеличение), и в районе летучего корабля за два года наиболее заметна.

Таблица 1

Кислотность, ферментативная активность, содержание органического вещества и подвижного аммония в исследуемых образцах почвы 2014 и 2015 гг.

Место отбора пробы		рН		Активность каталазы., мл O ₂ /г мин		Содержание орг. в-ва, %		Содержание подвижного NH ₄ , мг/100 г
		2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г.
Дороги	Перекресток у «Звезды»	9	9,2	1,60± 0,14	1,5± 0,14	2±0,20	2,1± 0,20	3,2±0,15
	Проспект Мира	8,8	8,9	1,10± 0,15	1,2± 0,15	1,04± 0,20	1,1± 0,20	2,5±0,17
	перекресток Ленина-Сосновая	8,8	9	0,3± 0,14	0,2± 0,14	3,24± 0,15	3,12± 0,15	2,7±0,14
	Въезд в город	8,3	8,5	1,7± 0,14	1,6± 0,14	4,56± 0,15	4,36± 0,15	2,3±0,15
	улица Школьная	8,2	8,3	1,4± 0,13	1,2± 0,13	3,76± 0,15	3,52± 0,15	2,5±0,18
Дворы	Регистрационная палата	8,3	8,4	0,9± 0,12	0,7± 0,12	4,48± 0,15	4,32± 0,15	0,7±0,16
	«Летучий корабль»	8,4	8,6	0,9± 0,14	0,6± 0,14	1,36± 0,20	1,14± 0,20	0,5±0,20
	Церковь Благодати	8,3	8,6	2,1± 0,17	2,2± 0,17	3,92± 0,15	3,52± 0,15	1,5±0,17
Дворы	Центр занятости населения	8,5	8,5	1,4± 0,14	1,7± 0,14	3,4±0,1 5	3,46± 0,15	1,2±0,12
	Горсовет	7,3	7,2	0,7± 0,12	0,9± 0,12	5,92±0, 1	5,54± 0,10	1,8±0,14
Предприятия	МЦ5	10	10,2	0,2± 0,12	0,1± 0,12	0,07± 0,10	0,12± 0,20	1,2±0,24
	ЗМУ	8,4	8,5	1±0,10	1±0,10	5,32±0, 1	5,28± 0,10	1,7±0,15
	ТЭЦ	8,5	8,6	0,9± 0,12	0,7± 0,12	2,36± 0,15	2,54± 0,15	0,9±0,15
	СЭС	8,7	8,8	1±0,11	1±0,11	2,12± 0,15	2,04± 0,15	1,1±0,18
	Автовокзал	9,1	9,1	1,2± 0,13	1,1± 0,13	0,28± 0,20	0,36± 0,20	1,5±0,12
Фон	Парк		7,1		2,0± 0,12		5,5± 0,15	1,3±0,12

Максимальный показатель рН наблюдается в пробах почв отобранных с территории предприятий. Наибольшее значение наблюдалось в образцах почв, отобранных в районе мебельной фабрики МЦ5, и составило 10,2 единиц рН. По сравнению с данными 2014 г., показатель рН во всех пробах почв, за исключением района Горсовета, возрастает.

Загрязнение среды, жизнеспособность клеток почвенных цианобактерий в качестве тест-организмов определяют по активности фермента дегидрогеназы (Домрачева и др., 2011). Результаты оценки токсичности почв приведены в таблице 2.

Таблица 2

Оценка токсичности проб почвы г. Кирово-Чепецка

Место отбора пробы		Результат в контр. пробе, %	Жизнеспособность, %	Отклонение от контроля, %
Дороги	Перекресток у «Звезды»	91	72,1±3,6	20,7
	Проспект Мира		74,8±3,7	17,8
	Перекресток Ленина-Сосновая		72,5±3,6	20,3
	Въезд в город		75,0±3,8	17,6
	Улица Школьная		80,7±4,0	10,2
Дворы	Регистрационная палата		80,7±4,0	10,2
	Южный «Летучий корабль»		83,3±2,4	8,5
	Церковь Благодати		88,2±4,4	3,1
	Центр занятости населения		84,6±4,2	7,0
	Горсовет		82,3±4,1	9,6
Предприятия	МЦ5		55,5±2,8	39,0
	ЗМУ		66,9±3,3	26,5
	ТЭЦ		62,4±3,1	31,4
	СЭС		64,7±3,2	28,9
	Автовокзал		62,9±3,1	30,9
Фон	Парк	92,9±4,6	0	

Примечание: Отклонение от контроля более 50% – токсичны, менее 50% – не токсичны.

В целом, почвы не токсичны. Наибольшее отклонение от контроля наблюдалось в пробах почв отобранных вблизи предприятий (39%). Минимальное отклонение наблюдается в почвах дворовых территорий (3,1%).

Таким образом, при сравнении показателей наблюдения за два года, почвы характеризуются низкой ферментативной активностью по каталазе, небольшим содержанием органического вещества и щелочной реакцией. В большинстве проб различия в показаниях 2014 и 2015 гг. не значительны.

Литература

Домрачева Л. И., Кондакова Л. В., Огородникова С. Ю., Олькова А. С., Фокина А. И. Применение тетразольтопографического метода определения дегидрогеназной активно-

сти цианобактерий в загрязненных средах // Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Под ред. Т. Я. Ашихминой, Н. М. Алалыкиной. Сыктывкар, 2011. С. 113–120.

Практикум по агрохимии: Учебное пособие-2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. В. Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.

Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ пгт. ВОСТОЧНЫЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Кулик, Е. С. Соловьёва, В. В. Григорьев
Вятский государственный университет, culick.mix@yandex.ru

Экологическое состояние поселков и небольших городов по сравнению с крупными мегаполисами изучено недостаточно. Это относится и к поселкам Кировской области.

Цель работы – исследование химического загрязнения почв в пгт. Восточный Омутнинского района Кировской области.

Объектами исследования являлись образцы почв, отобранные с глубины 0–10 см в октябре 2015 г. на территории поселка Восточный. Точки отбора проб почвы располагались в различных функциональных зонах поселка: вблизи автодороги, дворовой территории, территории вблизи котельной и вблизи предприятия ОАО «Восток», а также на территории парка. Каждая территория характеризовалась 3–5 образцами.

Значения рН солевой вытяжки измеряли потенциометрически, органическое вещество почвы определяли фотометрически по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, содержание нитратов, нитритов, обменного аммония и уреазы определяли фотометрически, содержание каталазы – газометрическим методом, содержание тяжелых металлов (свинца, меди, цинка, кадмия, никеля, марганца) определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Оценку токсичности образцов почвы проводили с использованием бактериальной тест-системы «Эколюм».

Изученные образцы почв характеризовались щелочной реакцией почвенного раствора (табл. 1). Особенно высокие значения рН наблюдались в образцах почвы, отобранных вблизи дороги. Это может быть связано с попаданием в почву карбонатов кальция со стоками, строительной пылью.

Выявленное в исследуемой почве содержание нитрат-ионов очень мало и не превышает предельно допустимую концентрацию – 130 мг/кг.

Содержание нитрит-ионов было максимальным в пробах почвы отобранный вблизи территории завода и превысило в 2–4 раза этот показатель на других участках. Минимальное содержание нитрит-ионов наблюдалось в парке. Наиболее высокое содержание обменного аммония было отмечено в почвах вблизи котельной в пгт. Восточный.

Проведенные опыты по изучению ферментативной активности образцов почв показали, что степень обогащенности почвы каталазой и уреазой находится на среднем уровне (Минеев, 2001). Бедными по каталазе являются почвы вблизи автодороги. Почвы с территории завода наиболее бедны по уреазе.

Содержание органического вещества в почве колеблется в пределах 3,4–5,2%. Минимальные значения при этом наблюдаются в почве с территории котельной, максимальные – в почве дворовых территорий. Данный показатель взаимосвязан с ферментативной активностью, т. к. она определяет интенсивность и направленность биохимических процессов, от которых зависит плодородие почвы (Александрова, 1980).

Таблица 1

Характеристика образцов почв пгт. Восточный

Место отбора	№ пробы	Гидролитическая кислотность (Ммоль/100 г)	pH _{KCl}	Обменный аммоний (мг/100 г)	Нитрит-ионы (мг/кг)	Нитрат-ионы (мг/кг)	Каталаза (мл O ₂ /г*мин)	Уреаза мг/100 г	C _{орг} (%)
Дорога	1	0,63	9,98	8,2	21,0	3,5	2,2	4,0	4,0
	2	0,61	9,96	8,3	21,1	3,6	2,1	4,1	4,1
	3	0,62	9,97	8,1	21,2	3,4	2,3	4,2	4,2
	4	0,61	9,95	8,2	21,0	3,5	2,4	4,0	4,0
	5	0,63	9,94	8,4	21,1	3,3	2,2	4,2	4,2
Завод	6	0,25	9,74	8,4	85,0	3,25	4,0	2,5	3,8
	7	0,24	9,70	8,5	85,2	3,20	4,1	2,4	3,7
	8	0,26	9,72	8,6	85,1	3,23	4,2	2,5	3,8
	9	0,25	9,76	8,4	85,0	3,26	4,0	2,3	3,9
	10	0,24	9,73	8,5	85,2	3,22	4,1	2,6	3,6
Парк	11	0,75	9,50	8,0	11,0	3,52	3,8	6,0	4,8
	12	0,74	9,54	8,1	11,1	3,50	3,7	6,1	4,8
	13	0,76	9,52	8,2	11,2	3,51	3,9	6,2	4,7
Дворы	14	0,81	8,00	9,0	38,1	2,94	4,5	8,2	5,1
	15	0,82	8,01	9,1	38,2	2,90	4,4	8,3	5,2
	16	0,80	7,99	9,0	38,0	2,92	4,6	8,2	5,0
Котельная	17	0,31	9,21	12,5	38,1	1,95	4,3	6,3	3,5
	18	0,30	9,20	12,4	38,2	1,93	4,4	6,4	3,6
	19	0,31	9,22	12,6	38,1	1,94	4,2	6,5	3,4

Для определения тяжелых металлов (свинца, меди, цинка, кадмия, никеля, марганца) с каждой территории был выбран один образец почвы. По результатам исследования почвенных образцов не было установлено превышение ПДК данных металлов. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Содержание свинца и цинка в почвах у дороги в 2–4 раза выше, чем в других почвах. Это связано с тем, что за последние годы существенно возрастает техногенная нагрузка на природные среды от автотранспорта.

При оценке токсичности с использованием бактериальной тест-культуры «Эколюм» было выявлено, что все пробы почв не токсичны.

**Содержание подвижных форм тяжелых металлов в образцах почв
пгт. Восточный**

	Cd (мг/кг)	Ni (мг/кг)	Zn (мг/кг)	Mn (мг/кг)	Pb (мг/кг)	Cu (мг/кг)
Дорога	0,060±0	1,045±0,004	10,45±0,03	38,47±0,08	5,310± 0,011	0,765± 0,002
Завод	0,010±0	1,010±0,004	2,28±0	20,00±0,04	1,725± 0,003	0,505± 0,001
Парк	0,095±0	0,425±0,001	6,16±0	23,66±0,05	1,340± 0,002	0,270± 0,001
Дворы	0,070±0	0,925±0,003	5,62±0	30,90±0,07	1,750± 0,003	0,410± 0,001
Котель- ная	0,050±0	1,230±0,005	2,93±0	99,50±0,28	1,220± 0,002	0,810± 0,002

В целом, почвенный покров п. Восточный мало загрязнен, о чем свидетельствуют результаты проведенных опытов. Ни один из анализируемых показателей не превышает ПДК, однако содержание свинца в почве вблизи дороги приближается к значению ПДК подвижной формы данного металла – 6 мг/кг.

Литература

Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л., 1980. С. 80.

Минеев В. Г., Сычев В. Г., Амеляничик О. А. и др. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 326–340.

Почвы СССР / Под ред. Г. В. Добровольского. М.: Мысль, 1979. С. 129.

**УГЛЕВОДОРОДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Н. Н. Назаренко¹, А. К. Свистов², Н. В. Каверина³

¹ Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I, talalajko@mail.ru

² Воронежский государственный педагогический университет, i.svistova@mail.ru,

³ Воронежский государственный университет

Почвенный покров городских ландшафтов – сложная и неоднородная природно-антропогенная биогеохимическая система. Среди многочисленных загрязняющих веществ, поступающих в почву, особая роль принадлежит углеводородам: нефтяным (НУВ) и полициклическим ароматическим (бенз(а)пирен БП) соединениям. Основными техногенными источниками являются выбросы промышленных предприятий и выхлопные газы автотранспорта. В почве углеводороды способны сохраняться в течение десятков лет,

что говорит о возможности их долгосрочного депонирования (Пиковский, 1993).

В последние годы во многих крупных городах России уделяется особое внимание органическим загрязнителям в связи с масштабностью их распространения и опасными биологическими свойствами (Лодыгин, 2008; Михайлова, 2011). В частности, опубликованы данные о содержании нефтепродуктов (Каверина, 2002) и бенз(а)пирена (Джувеликян, 1999) в почвах транспортной зоны г. Воронежа. Однако, это не позволяет сделать комплексную оценку загрязнения почв города.

Цель работы – получение новых данных о содержании бенз(а)пирена и нефтепродуктов в почвах различных функциональных зон г. Воронежа для оценки уровня антропогенного воздействия.

Почвенный покров в пределах города и прилегающих территорий довольно пестрый. Зональный тип почв – черноземы выщелоченные. В правобережной части города развиты преимущественно серые лесостепные почвы и черноземы выщелоченные, расположенные на суглинистых плакорах. Левобережная часть р. Воронеж – пониженная выровненная поверхность надпойменной террасы, где присутствуют в основном дерново-лесные песчаные и супесчаные почвы. Согласно почвенной карте (Яблонских и др., 2015), на большей части территории города преобладают антропогенно-преобразованные почвы: культуроземы (рекреационная зона); урбаноземы и реплантоземы (селитебная, жилая зона); урбаноземы и индустроземы (транспортная и промышленная зоны). В настоящее время естественно-ненарушенные почвы остались на окраине города, и лишь небольшая часть в черте города.

Образцы почв были отобраны летом 2015 г. с глубины 0-10 см в различных функциональных зонах города. Содержание БП определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ПНД Ф 16.1.39-03), а НУВ – методом хлороформ-гексановой экстракции (ПНД Ф 16.1.64-10). Рассчитывали коэффициент экологической опасности (K_o) для БП, показывающий превышение содержания загрязнителя относительно ПДК по категориям загрязнения: чрезвычайно опасная (более 5 ПДК), опасная (2-5 ПДК), допустимая (1-2 ПДК) (СанПиН 2.1.7.1287-03). Содержание НУВ в городских почвах сравнивали с ОДК (ГН 2.1.7.2511-09).

Результаты исследования органических загрязнителей в почвах различных функциональных зон г. Воронежа представлены в таблице. Статистическая достоверность полученных значений была проверена сравнением средних по методу Фишера. Анализ подтвердил, что данные по БП и НУВ значительно отличаются по функциональным зонам.

**Содержание органических загрязнителей в почвах г. Воронежа
(среднее значение, мг/кг; ± ошибка среднего)**

Функциональная зона	Бенз(а)пирен	Нефтепродукты
	ПДК 0,02	ОДК 300
Правобережная часть города		
Рекреация (n=3)	Менее 0,01	56±8
Селитебная(n=3)	0,01±0,002	135±42
Промышленная (n=5)	0,06±0,018	1408 ±210
Транспортная (n=7)	0,04±0,006	750±82
Левобережная часть города		
Рекреация (n=2)	0,02±0,006	105±24
Селитебная(n=3)	0,03±0,008	218±62
Промышленная (n=6)	0,23±0,032	947±110
Транспортная (n=6)	0,06±0,012	645±98

Жирным шрифтом выделены значения достоверно превышающие ПДК и ОДК.

Значения концентраций БП близкие к ПДК и ниже обнаружены в культуроземах рекреации и урбаноземах селитебной зоны города. Уровень загрязнения здесь относится к категории допустимого. В городских зонах, испытывающих высокие техногенные нагрузки, отмечен максимум накопления БП. Существенный вклад в загрязнение вносят промышленные предприятия: в левобережной части города Ко составляет 11,5, а правобережной – 3. Там расположены предприятия нефтехимического, энергетического и машиностроительного профиля: Левобережный район (ОАО «Воронежсинтезкаучук», ЗАО «Воронежский шинный», ТЭЦ-1, АО «ВАСО») на правобережье (ОАО «Воронежский механический завод», АО «Воронежтяжмехпресс», ТЭЦ-2) в выбросах которых доминируют углеводороды.

В транспортных зонах города концентрации несколько ниже, но по-прежнему высокие. Особенно это проявляется вблизи крупных транспортных развязок левобережья (Ленинский пр., ул. Димитрова, ул. Брусилова и др.) и центральной части правобережья (Московский пр., ул. Плехановская, ул. Кольцовская и др.). Коэффициенты экологической опасности здесь составляют 3 и 2 соответственно.

В целом по городу, превышение норматива по БП в транспортной и промышленной зоне левобережья достаточно высокое (7,3 ПДК), а правобережья – (2,5 ПДК), что соответствует чрезвычайно опасному и опасному уровню загрязнения.

Анализ содержания НУВ в городских почвах рекреации и жилой зоны показал отсутствие превышений ОДК (табл.). Наиболее высокие концентрации нефтепродуктов по-прежнему отмечены в зонах промышленного влияния и вблизи наиболее интенсивных по грузопотокам перекрестках. Эта тенденция отмечалась нами и ранее (Назаренко, 2014). Причем, высокое содержание нефтяных УВ в определенной степени коррелирует с нахождением БП. Одна-

ко по сравнению с последним загрязнение НУВ здесь выражено в меньшей степени.

Локально концентрации нефтепродуктов в индустриальных зонах значительно превышают ОДК. Так, в санитарно-защитной зоне ТЭЦ-1 в 7,6 раз, асфальто-бетонного завода – в 9,3 раза, ТЭЦ-2 – в 10,5 раз. В урбанизированных зонах вдоль линии автодорог обнаружены отдельные зоны высокого загрязнения на перекрестках ул. Димитрова и ул. Брусилова (1000 мг/кг), ул. Плехановская и ул. Донбасская (700 мг/кг), а также на примыкающих участках ул. Лебедева (620 мг/кг), ул. Кирова (550 мг/кг). В настоящее время почвы промышленной и транспортной зоны города могут классифицироваться как загрязненные, так как превышение норматива здесь составляет 3,1 раза.

Таким образом, городские почвы, испытывающие наибольший прессинг, сформировали хорошо выраженные техногенные аномалии БП и НУВ. По степени накопления углеводородов в городских почвах функциональные зоны образуют следующий ряд: промышленная > транспортная > селитебная > рекреации.

Допустимый уровень загрязнения почвенного покрова установлен в рекреационной и селитебной зонах города, удаленных от промышленных объектов и крупных автодорог. Основная доля загрязнения и максимум экологического неблагополучия пришлась на левобережную часть г. Воронежа.

Литература

- Джувеликян Х. А. Экология и человек. Воронеж: ВГУ, 1999. 360 с.
- Каверина Н. В. Нефтепродукты в почвах придорожных пространств // Вестник ВГУ. Сер. География и геоэкология. 2002. № 1. С. 108–111.
- Лодыгин Е. Д., Чуков С. Н., Безносиков В. А., Габов Д. Н. Полициклические ароматические углеводороды в почвах Васильевского острова (Санкт-Петербург) // Почвоведение. 2008. № 12. С. 1494–1500.
- Михайлова А. А., Попова Л. Ф. Влияние автотранспорта на загрязнение урбоэкосистемы Архангельска // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 1. С. 47–52.
- Назаренко Н. Н., Свистова И. Д. Биодинамика и загрязнение тяжелыми металлами и нефтепродуктами почв г. Воронежа // Экология и биология почв: Материалы междунар. конф. Ростов-на-Дону, 2014. С. 557–560.
- Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: МГУ, 1993. 209 с.
- Яблонских Л. А., Куролап С. А., Середя Л. О. Мониторинг эколого-геохимического состояния почвенного покрова г. Воронежа // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Сер. 11. Естественные науки. 2015. № 2 (12). С. 66–72.

ИЗУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ В РАЙОНЕ КИЛЬМЕЗСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ

И. Г. Тычинкина¹, Е. А. Домнина^{1,2}, С. Ю. Огородникова^{1,2}
¹ Вятский государственный университет,
² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Биологическая активность почвы характеризуется сложным комплексом показателей, таких как биомасса почвенных микроорганизмов, состав сообщества микроорганизмов и ферментативная активность почв. Ферментативная активность почв – способность почвенных микроорганизмов проявлять каталитическое воздействие на процессы превращения экзогенных и собственных органических и минеральных соединений благодаря имеющимся в них ферментам (Хазиев, 1972). Величина и соотношение активности ферментов определяются гидротермическим режимом данного региона, химическими, физико-химическими свойствами почв.

Ферментативную активность почвы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия, потому что активность ферментов отражает не только биологические свойства почвы, но и их изменения под влиянием агроэкологических факторов. Для оценки ферментативной активности рекомендуется определять ферменты, относящиеся к разным классам по типу катализируемой реакции. Часто для оценки биологической активности почв изучают активность ферментов, относящихся к классам оксидоредуктаз и гидролаз, к которым относятся каталаза и уреаза соответственно.

Попадая в почву, загрязнители в зависимости от состава и количественного их соотношения, по-разному влияют на ферментативную активность почв, способствуя как подавлению, так и активации процессов биохимической трансформации органических веществ. Известно, что поллютанты (гербициды, тяжелые металлы) вызывают нарушение ферментативной активности почв (Блиев, 1983; Колесников, 2000; Наплекова, 1983).

В Кировской области потенциальным источником загрязнения почв является Кильмезский полигон захоронения ядохимикатов. Работы по захоронению пестицидов были выполнены в период с 1975 по 1976 гг. без прогноза химического взаимодействия и трансформации ядохимикатов с течением времени (Шуклецова, Домнина, 2014). На полигоне захоронено более 70 наименований химических веществ общим весом 427269,8 кг. Номенклатура захороненных химикатов представлена хлорорганическими, фосфорорганическими, ртуть-, мышьяк-, медьсодержащими химикатами, а также препаратами группы 2,4Д и ТХАН.

Целью работы было изучить активность ферментов в почвах в районе размещения Кильмезского захоронения ядохимикатов.

Пробы почв отбирали на участках сети экологического мониторинга в районе размещения Кильмезского захоронения ядохимикатов. Для исследования использовали образцы из подстилки и гумусовых горизонтов (A₁) раз-

личных типов почв: подзолистой, дерново-среднеподзолистой, аллювиально-болотной, а также насыпного грунта. Глубина взятия образца составляла 0–5 см. Предварительно просушенную почву растирали и просеивали через сито с диаметром ячейки 1 мм. Активность каталазы определяли газометрическим методом, основанном на измерении объема кислорода, выделяющегося при взаимодействии почвы с перекисью водорода (Хазиев, 1972). Активность уреазы определяли фотометрически по количеству аммиака, выделившегося в процессе ферментативного гидролиза мочевины (Хазиев, 1972). Исследования проводились в лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ.

Было установлено, что почвы разных типов отличаются по интенсивности окислительных процессов (табл.). Результаты свидетельствуют, что активность каталазы в почвах в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов варьировала от 1,4 до 13,5 мл $O_2/г \cdot мин^{-1}$. Наибольшая активность каталазы отмечена в почве, отобранной на участке 7К (аллювиально-болотная почва, ольшаник с елью и березой). Самая низкая активность каталазы выявлена в почве на фоновом участке 8К (подзолистая супесчаная почва, сосняк зеленомошно-мертвопокровный). При оценке биологической активности почв по активности фермента каталазы выявлено, что подзолистые почвы на участках 3К, 5К и 8К и насыпной грунт на участке 1К относятся к почвам со слабой активностью по шкале Гапонюк-Малахова (Гришина и др., 1991). Значения каталазной активности в аллювиальных почвах были выше, чем в подзолистых, и варьировали от 3,0 до 13,5 мл $O_2/г \cdot мин^{-1}$. По указанной выше шкале уровень активности фермента в аллювиальных почвах характеризуется как средний. Таким образом, было выявлено, что активность каталазы определяется типом почвы и типом фитоценоза.

Активность уреазы, фермента участвующего в процессах гидролиза мочевины в почвах, варьировала от 0 до 3,36 мг $NH_3/10 г$ почвы $сут^{-1}$. Наибольшие значения уреазной активности также отмечены для участков 2К и 6К аллювиально-болотных почв, наименьшие – для участков 1К, 3К, 4К. Близкие значения показателя отмечены в почвах на участках 5К, 7К и 8К (1,23-2,17 мг $NH_3/10 г$ почвы $сут^{-1}$). По шкале Гапонюк-Малахова почвы характеризуются слабой и очень слабой активностью уреазы.

Таким образом, нами изучена активность ферментов в почвах, расположенных в районе Кильмезского захоронения ядохимикатов. На данной территории распространены характерные для Кировской области типы почв (подзолистая, дерново-среднеподзолистая и аллювиально-болотная). Активность каталазы во многом определяется типом почв, причем, в аллювиальных почвах каталазная активность выше, чем в подзолистых. По каталазной активности данные почвы относятся к категории со слабой и средней ферментативной активностью.

**Активность ферментов в почвах в районе размещения
Кильмезского захоронения ядохимикатов**

№ участка	Тип почв почвы	Фитоценоз	Ассоциация	Активность уреазы, мг NH ₃ /10 г сут ⁻¹	Активность каталазы, мл O ₂ /г·мин ⁻¹
1К	Насыпной грунт	Луговой	Вейник наземный + люпин многолистный	0 (5)	2,7±0,49 (4)
2К	Аллювиально-болотная	Прибрежно-болотная растительность	Ольшаник с березой и елью	3,06±(4)	4±0,42 (3)
3К	Дерново-среднеподзолистая на водно-ледниковых супесях, подстилаемых элювием пермских глин	Луговой	Ежа сборная + зверобой + будра плющевидная	0,14±0,02 (5)	1,7±0,28 (4)
4К	Аллювиально-болотная	Прибрежно-болотная растительность	Ольшаник с елью и березой	0,41±0,13 (5)	3,05±0,07 (3)
5К	Подзолистая супесчаная на водноледниковых отложениях, нарушенная	Лесной	Сосняк мертвопокровный	2,14±0,16 (5)	2,15±0,21 (4)
6К	Аллювиально-болотная	Прибрежно-водная растительность	Ольшаник с березой и елью	3,26±0,31 (4)	3,0±0,42 (3)
7К	Аллювиально-болотная	Прибрежно-водная растительность	Ольшаник с елью и березой	2,17±0,20 (5)	13,5±2,12 (2)
8К	Подзолистая супесчаная на водноледниковых отложениях, нарушенная	Лесной	Сосняк зеленомошно-мертвопокровный	1,23±0,09 (5)	1,35±0,07 (4)

Примечание. В скобках дана оценка активности почвы по шкале Гапонюк-Малахова (1 – очень высокая, 2 – высокая, 3 – средняя активность, 4 – слабая, 5 – очень слабая)

Активность уреазы в почвах варьирует от очень слабой до слабой, зависимости между типом почв и активностью фермента не выявлено. В насып-

ном грунте на участке 1К активность уразы равна нулю, что обусловлено малым количеством поступающих в почву растительных остатков и низкой биохимической активностью групп микроорганизмов, принимающих участие в минерализации азотистых соединений в почве.

Влияние захоронения ядохимикатов на ферментативную активность почв не прослеживается, но требуются дополнительные исследования.

Литература

Блиев Ю. К. Действие глифосата на минерализацию органических веществ и ферментативную активность дерново-подзолистых почв // Почвоведение. 1983. № 4. С. 74–90.

Гришина Л. А., Копчик Т. Н., Моргун Л. В. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. М.: Изд-во МГУ, 1991. С. 82.

Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-на-Дону, 2000. С. 232.

Наплекова Н. Н., Булавко Г. И. Ферментативная активность почв, загрязненных соединениями свинца // Почвоведение. 1983. № 7. С. 35–40.

Хазиев Ф. Х. Почвенные ферменты. М.: Знание. 1972. С. 292.

Шуклецова Е. С., Домнина Е. А. Анализ пестицидов, захороненных в Кильмезском могильнике ядохимикатов // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2014. С. 182–184.

РАЗЛИЧНЫЕ ПОДХОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*А. И. Фокина¹, Л. И. Домрачева^{2,3}, С. Г. Скугорева^{1,3},
А. С. Олькова¹, Г. И. Березин¹*

¹ *Вятский государственный университет, annushka-fokina@mail.ru*

² *Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
dli-alga@mail.ru*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Очень часто результаты биотестирования почвы не согласуются с данными о ее химическом составе. Так при содержании соединений тяжелых металлов (ТМ) выше уровня ПДК некоторые биотесты показывают благополучие. Но является ли такой отклик адекватным и чем может быть обусловлена несогласованность результатов химического анализа и биотестирования?

Для того чтобы ответить на этот вопрос нами были исследованы пробы урбаноземов, отобранные весной 2015 г. с территории г. Владикавказа, определено содержание ТМ в образцах, изучена токсичность водных вытяжек и особенности альго-цианомикологического состояния почв.

Выбор определяемых металлов обусловлен перечнем загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду в результате работы ОАО «Электроцинк». Валовое содержание ТМ и их содержание в водных вытяжках определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (ФР..., 2012). Содержание органического вещества определяли фотометрически по методу Тюрина в модификации ЦИНАО: по количеству образовавшегося иона Cr³⁺

(ГОСТ..., 1991). Кислотность определяли потенциометрически в водной и солевой вытяжках (Аринушкина, 1970). Токсичность водных вытяжек определяли по изменению хемотаксической реакции простейших, снижению биолюминесценции бактериальной тест-системы «Эколюм» (ПНД ..., 2010) и альтернативным тетразольно-топографическим методом с использованием цианобактерий рода *Nostoc*. Для исследования альго-цианобактериальных особенностей почвы использовали метод инициированного микробного сообщества, развивающегося в результате увлажнения почвенных образцов. Численность цианобактерий (ЦБ), зеленых и диатомовых водорослей (В) и микромицетов (ММ) проводили методом прямого учета под микроскопом через 40 суток экспозиции в люминостатах с 8-часовым освещением 3200 люкс. При учете дополнительно проводили дифференцировку популяций микромицетов на формы с бесцветным и окрашенным мицелием.

Содержание органического вещества в почвах варьирует от 2,7 до 11,5%. Наиболее загрязненными тяжелыми металлами можно считать образцы урбаноземов, отобранных на участках 4 и 5. Суммарный коэффициент загрязнения почвы на участке 4 составляет 57,6, что соответствует опасной степени загрязнения почвы (табл. 1). На участке 5 $Z_c=129,1$, поэтому степень загрязнения можно охарактеризовать как чрезвычайно опасную. К умеренно опасной степени загрязнения можно отнести пробы с участков 1, 3 и 7, а образцы с участков 2, 6 и 8 характеризуются допустимым уровнем загрязнения.

Таблица 1

Характеристика проб урбаноземов г. Владикавказа

№	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Органическое вещество, %	Валовое содержание ТМ, мг/кг					Z _c
				Fe _{общее}	Cu	Ni	Zn	Pb	
1	7,02	5,93	2,7±0,5	31000±170	14,5±0,7	28,57±0,24	59±4	35,51±0,10	26,5
2	6,55	5,53	7,3±0,7	31800±1000	44,4±0,6	30,1±0,8	1165±12	325,5±11	1,2
3	7,31	6,46	11,5±1,1	29660±320	62,5±0,7	31,1±1,5	1468±18	405±7	21,1
4	7,60	6,93	11,0±1,1	17080±210	100,5±0,8	28,4±0,9	1985±21	1240±110	57,6
5	6,60	6,06	5,0±0,7	35070±360	383,8±1,8	31,6±0,4	3750±90	2760±230	129,1
6	7,24	6,41	6,6±0,7	27570±330	23,35±0,07	24,92±0,25	167,0±2,8	61,9±2,7	1,1
7	7,29	6,45	8,5±0,8	26145±33	59,65±0,35	24,85±0,10	1166±38	237±8	16,1
8	7,15	6,65	8,6±0,9	22475,0±2,0	39,5±2,1	25,30±0,14	804±13	119,5±0,7	8,0
ПДК (Предельно..., 2006)	—	—	—	25000*	55	85	100	30	—

Примечание: прочерк обозначает, что данные отсутствуют или не могут быть определены. Жирным шрифтом выделены значения, превышающие норматив, * – кларк по Бруксу (1986); Z_c – суммарный коэффициент загрязне-

ния почвы; Измерения кислотности выполнены с отклонением результатов повторных измерений от среднего арифметического не более 0,2 рН.

Установленное высокое содержание ТМ должно было привести к наличию острой токсичности исследуемой почвы. Однако, в результате биотестирования проб по изменению хемотаксической реакции *P. caudatum* только три из восьми исследуемых образцов были отнесены ко II группе токсичности, «умеренная степень токсичности» (участки № 1, 2 и 3). Индекс токсичности для другой части проб соответствовал I группе токсичности (допустимая степень токсичности). Ни одна проба с опасным уровнем загрязнения не была отнесена к группе «высокой степени токсичности». По бактериальной тест-системе «Эколюм» все пробы оказались не токсичны, наблюдалась даже незначительная стимуляция биолюминесценции относительно контроля.

Исследование токсичности по реакции почвенных ЦБ рода *Nostoc* показало, что водные вытяжки из проб, отобранных на близлежащих к ОАО «Электроцинк» участках (4, 5, 8) значительно угнетают дегидрогеназную активность микроорганизмов, данные пробы признаны токсичными. Пробы, отобранные с наиболее отдаленных от завода участков, оказались менее токсичны, что закономерно взаимосвязано с валовым содержанием ТМ ($r=0,62$).

Явление снижения токсичности объяснимо буферными свойствами почв, обусловленных относительно высоким уровнем рН и содержанием органического вещества. Сорбция металлов компонентами урбаноземов привела к крайне низкому содержанию их водорастворимых форм по сравнению с валовым содержанием. Анализ водных вытяжек в исследуемых пробах показал, что цинк мигрирует в раствор в диапазоне 0,05–0,2%, медь 0,1–2,3% от валового содержания (табл. 2). Свинец и никель методом ААС в водной вытяжке не обнаружены. Следовательно, ТМ находятся в формах, не позволяющих им переходить в водный раствор, что снижает их биодоступность и в итоге токсичность почвы в целом.

Таблица 2

Содержание водорастворимых форм соединений тяжелых металлов в образцах урбаноземов, мг/кг

№	Пробы до прокаливания		Пробы после прокаливания			
	Zn	Pb	Cu	Ni	Zn	Pb
1	0,034±0,020	0,335±0,020	0,0120±0,0010	Менее предела обнаружения	0,3820±0,0010	0,37±0,10
2	0,76±0,04	0,207±0,015	0,227±0,020		0,7120±0,0010	0,49±0,16
3	1,09±0,10	0,180±0,020	0,092±0,008		1,0430±0,0010	0,20±0,04
4	2,035±0,010	0,2000±0,0010	0,257±0,010		6,140±0,010	1,000±0,010
5	6,55±0,08	0,397±0,020	0,29±0,05	0,168±0,020	75,8±1,0	0,47±0,07
6	–	–	0,082±0,008	0,250±0,010	0,0040±0,0010	0,35±0,05
7	–	–	0,147±0,010	0,115±0,010	0,0360±0,0020	0,193±0,020
8	–	–	0,137±0,010	0,118±0,010	0,0380±0,0020	0,30±0,10

Примечание: прочерк обозначает, что исследования не проводились.

Особый интерес представляют результаты диагностики токсичности, по реакции организмов, находящихся в непосредственном контакте с исследуемым объектом. Поэтому были изучены альго-цианобактериальные особенности почвы. Полученные результаты свидетельствуют об экологическом неблагополучии исследуемых почвенных образцов: эффект цианофитизации фототрофных комплексов выражен во всех вариантах. Цианобактериальный компонент в этих комплексах составляет от 75 до 99%. Практически полное доминирование среди ЦБ принадлежит различным видам р. *Phormidium*. Азотфиксирующие формы встретились только в пробе № 1. Меланизация микокомплексов также наблюдается во всех вариантах с доминированием окрашенных форм грибов от 55 до 72%.

Таким образом, результат биотестирования зависит от биотеста. Наименьшую степень токсичности образцов установили, используя бактериальную систему «Эколюм» и простейшие *P. caudatum*, наиболее адекватный отклик характерен для ЦБ рода *Nostoc* и альго-цианобактериального состава сообществ. С помощью почвенных ЦБ удалось выявить наиболее загрязненные соединениями ТМ участки. Изучение альго-цианобактериального состава сообществ указывает совершенно справедливо на экологическое неблагополучие всех образцов и позволяет выявить особенно неблагополучный участок, характеризующийся самым высоким из всех исследуемых образцов содержанием соединений ТМ.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых № МК-3964.2015.5.

Литература

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.
- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Государственный комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. 8 с.
- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04; 16.1:2.3:3.8-04. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм». М.: ООО «Нера-С», 2010. 30 с.
- Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
- ФР.1.31.2012.13573. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. М., 2012. 16 с.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ПАРКОВ РОСТОВА-НА-ДОНУ

Д. Ю. Шишкина

Южный федеральный университет, diana@sfnu.ru

Настоящая работа продолжает серию статей, посвященных изучению современной эколого-геохимической ситуации на территории Ростова-на-Дону (Шишкина, 2015; Шишкина, Белая, 2015). Хотя некоторые аспекты распреде-

ления и миграции тяжелых металлов в почвах парковых ландшафтов отражены в ряде публикаций (Капралова, Колесников, 2012; Рудь, 2014), пространственная дифференциация химических элементов в почвенном покрове парков на территории города до сих пор не изучена.

В основу работы положены материалы эколого-геохимических исследований, проведенных в 2013–2015 гг. и включавших опробование верхнего почвенного горизонта в пределах пятнадцати городских парков с последующим анализом проб на содержание свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, мышьяка, ртути, марганца и ванадия. Количество проб по каждому парку варьировало от одной до десяти; всего была отобрана семьдесят одна проба. Аналитические исследования выполнялись в региональном лабораторном центре ОАО «Южгеология» и испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области».

Эколого-геохимическая оценка выполнялась на основе анализа коэффициента концентрации элементов (K_c) и суммарного показателя загрязнения почв (СПЗ, Z_c). В качестве геохимического фона приняты средние концентрации химических элементов в почвах природных ландшафтов Ростовской области (Коханистая, Шишкина, 2015). Оценка степени загрязнения почв проводилась на основе санитарно-гигиенических нормативов – предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических элементов (ГН 2.1.7.2041–06; ГН 2.1.7.2511–09).

Высокой контрастностью отличается распределение цинка: в почвах различных ландшафтных зон его содержание варьирует от 15 до 800 мг/кг (табл. 1). Наиболее высокие средние концентрации отмечены в почвах парков, находящихся в центре города: им. В. Черевичкина, 1 Мая, В. В. Маяковского, а также в парке им. Н. Островского, удаленного от центра, но основанного еще в 1894 г. (табл. 2). Превышение содержания Zn по отношению к ОДК зафиксировано в почвах семи парков. Самый высокий уровень загрязнения (3,6 ОДК) характерен для парка им. В. Черевичкина; наиболее обширной площадью загрязнения (шесть проб из восьми) отличается парк им. 1 Мая. Цинк – наиболее распространенный элемент-загрязнитель парковых почв, как, впрочем, и других функциональных зон Ростова-на-Дону – его концентрации превышают ОДК в семнадцати почвенных образцах. На высокие концентрации данного металла обращают внимание и другие ученые, оценивая его среднее содержание как 212,9 мг/кг, а пределы колебания 86,3–436,7 мг/кг (Капралова, Колесников, 2012).

Таблица 1

**Пределы колебаний химических элементов в почвах парков
Ростова-на-Дону, мг/кг**

Парки	Химические элементы					
	Pb	Zn	Ni	Cu	Mn	V
1	2	3	4	5	6	7
им. М. Горького	15–60	15–300	40–60	50–80	700–1000	100–200
Пионерский	20–60	80–200	50–80	60–100	700–1000	100–150
им. 8 Марта	20–100	80–300	40–50	60–300	600–800	100–200

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
им. Н. Островского	20–150	100–600	30–50	60–150	600–1000	80–150
Дружба	10–40	80–150	30–60	50–150	600–1000	60–150
им. В. В. Маяковского	20–60	150–300	40–50	80–100	800–1000	100–150
им. В. Черевичкина	20–200	810–800	40–50	50–200	500–800	60–200
им. г. Плевен	15–40	80–150	50–100	50–100	700–800	100–150
им. 1 Мая	20–80	150–500	40–60	80–100	700–800	80–150
Аллея роз	15–60	80–500	40–50	50–100	600–800	60–150

Таблица 2

Среднее содержание химических элементов в почвах парков, мг/кг

Парки	Химические элементы								
	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Ni	Cu	Mn	V
им. М. Горького	39,3	160,7	0,5	0,045	2,4	47,1	67,1	785,7	142,9
Пионерский	41,4	154,3	0,3	0,033	2,1	57,1	71,4	814,3	128,6
им. 8 Марта	40,0	143,0	0,3	0,026	3,0	45,0	102,0	750,0	150,0
им. Н. Островского	48,8	250,0	0,5	0,033	1,5	37,5	91,3	787,5	122,5
Дружба	21,7	106,7	0,5	0,014	1,2	47,8	81,1	788,9	110,0
им. В.В. Маяковского	40,0	210,0	0,3	0,035	1,3	46,0	92,0	840,0	130,0
им. В. Черевичкина	77,5	300,0	0,4	0,041	2,0	45,0	138,8	687,5	117,5
им. г. Плевен	30,0	122,5	0,2	0,021	1,3	62,5	73,8	750,0	112,5
им. 1 Мая	43,8	312,5	0,4	0,043	1,6	42,5	92,5	750,0	116,3
Аллея роз	39,2	188,3	0,3	0,021	1,0	45,0	75,0	666,7	106,7
им. Октября	60,0	200,0	0,06	0,01	3,7	60,0	80,0	800,0	150,0
им. Корнея Чуковского	20,0	150,0	0,13	0,007	5,6	50,0	60,0	600,0	150,0
Комсомольский сквер	80,0	400,0	0,07	0,007	6,5	40,0	60,0	600,0	200,0
Студенческий парк ДГТУ	20,0	80,0	0,07	0,007	2,3	60,0	50,0	700,0	150,0
Строителей	20,0	100,0	0,06	0,006	2,7	50,0	50,0	700,0	150,0
Среднее по паркам	42,2	190,1	0,27	0,024	2,7	48,6	87,0	764,5	126,2
Региональный фон	24,0	84,3	0,22	0,13	4,76	41,0	34,8	725,0	96,0
ПДК (ОДК)	130	220	2,0	2,1	10	80	132	1500	150

Концентрации свинца изменяются от 10 до 200 мг/кг, причем тенденции пространственного распределения, выявленные для цинка, распространяются и на «поведение» свинца. Отличается лишь уровень и площадь загрязнения: максимальные концентрации превосходят санитарно-гигиенический норматив в 1,5 раза, загрязнение выявлено лишь в двух пробах.

Парковые почвы отличаются от почв прочих функциональных зон города высоким содержанием меди. Максимальные её концентрации на территории парка им. 8 Марта достигают 300 мг/кг, что в 2,6 раза выше ОДК. Медное загрязнение выявлено в восьми почвенных пробах на территории четырех парков. Возможно, высокие концентрации меди обусловлены применением медьсодержащих пестицидов (бордосской жидкости) при выращивании парковых культур.

Полученные данные позволяют ранжировать парки по средней величине суммарного загрязнения Z_c и выявить уровень комплексного загрязнения: Студенческий (2,4) – Строителей (2,5) – Дружба (3,3) – им. г. Плевен (3,7) – Аллея роз (4,5) – Пионерский, им. М. Горького, им. Корнея Чуковского (4,6) – им. 8 Марта (4,8) – им. В. В. Маяковского (5,6) – им. Н. Островского (6,3) – им. 1 Мая (6,7) – им. Октября (6,8) – им. В. Черевичкина (9,3) – Комсомольский (10,6). С одной стороны, вырисовывается четкая тенденция роста степени загрязнения территории по мере приближения к историческому центру. В то же время, территории некоторых центральных парков (Студенческий, Строителей) по содержанию исследуемых элементов находятся на уровне фоновых показателей. Для всех парков категория загрязнения почв оценена как допустимая, и лишь в пределах парка им. В. Черевичкина установлена умеренно-опасная категория.

При сопоставлении средних концентраций металлов и мышьяка с естественным педогеохимическим фоном выявляется геохимическая ассоциация: $Cu_{2,5}Zn_{2,3}Pb_{1,8}V_{1,3}Ni_{1,2}Cd_{1,2}$. В целом, такой ряд характерен для почв всех урбандшафтов Ростова-на-Дону, но обычно первую позицию занимает в них цинк.

Почвы парков слабо загрязнены тяжелыми металлами. Наиболее широко распространено «цинковое» загрязнение (присутствует в 21% изученных проб), затем «медное» (10%) и «свинцовое» (3%).

Литература

ГН 2.1.7.2041-06. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 11 с.

Капралова О. А., Колесников С. И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону // Научная мысль Кавказа. 2012. № 1. С. 69–72.

Коханистая Н. В., Шишкина Д. Ю. Определение регионального педогеохимического фона (на примере Ростовской области) // Сотрудничество стран БРИКС для устойчивого развития: Материалы Междунар. конф. Ростов н/Д., 2015. Т. 2. С. 295–298.

Рудь Д. А. Эколого-геохимическая обстановка рекреационных зон города Ростова-на-Дону на примере парковых зон // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XVIII Междунар. симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М. А. Усова. Томск, 2014. С. 749–751.

Шишкина Д. Ю. Тяжелые металлы в почвах урбандшафтов г. Ростова-на-Дону // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2015. № 2. С. 101–105.

Шишкина Д. Ю., Белая Т. Г. Тяжёлые металлы в почвах урбандшафтов Октябрьского района Ростова-на-Дону // Эколого-географические проблемы регионов России: Материалы VII Всерос. конф. Самара, 2016. С. 215–217.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА (Pb) В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

М. А. Савиных, Л. Н. Шихова, Е. С. Гонина
Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
maria.sawinix@yandex.ru

В настоящее время серьезную угрозу состоянию природных экосистем представляет загрязнение почв тяжелыми металлами. Тяжелые металлы – это группа химических элементов с атомной массой свыше 40 а.е., обладающих свойствами металлов (Кузнецов, 2011). К тяжелым металлам относят более 40 элементов, из которых свинец (Pb) является одним из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды. Повышенные концентрации свинца в почве способны отрицательно влиять на почвенную биоту, растения, а по пищевой цепи – на животных и человека. Поэтому необходим геохимический мониторинг этого элемента в объектах окружающей среды (Зырин, 1985).

Болотные экосистемы, а именно – их торфяные отложения, можно использовать в качестве индикатора загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, так как торф способен аккумулировать вещества, приносимые как воздушными массами и атмосферными осадками, так и поверхностными или грунтовыми водами (Волкова, 2012).

Целью данной работы является оценка содержания свинца в торфяных почвах разной степени антропогенной трансформации.

Исследования проводились на торфомассивах «Зенгинский», «Гадовский» (Оричевский район) и «Каринский» (Кирово-Чепецкий район) Кировской области. Данные торфомассивы частично осушены и на большей их части производилась торфоразработка. Торфяная залежь выработана неравномерно, остаточная мощность торфа варьирует от нескольких сантиметров до 1 м. Часть этих территорий использовалась в сельском или лесном хозяйстве.

Для исследования были выбраны участки с разной мощностью остаточного слоя торфа. В качестве контрольных обследовались участки, не нарушенные торфодобычей. На выбранных участках закладывались пробные площади, на которых производилось геоботаническое описание, закладка почвенных разрезов и описание их генетических горизонтов. Было заложено 10 почвенных разрезов, из них отобрано 67 проб почв. Кроме того, на пробных площадях производился сбор растительного материала. Исследовались побеги и листья *Betula pubescens* Ehrh, так как она является растением, которое аккумулирует свинец (Залывская, 2009).

Анализ почв и растительного материала на содержание подвижных форм свинца проводился методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе типа ТА, согласно методическим разработкам производителя (Томский политехнический институт). Исходя из результатов исследования, следует, что содержание подвижных форм свинца (Pb) в изучаемых почвах колеблется от

0,00075 мг/кг до 2,1 мг/кг и не превышает предельно допустимых концентраций этого элемента (ПДК) – 6,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06).

Минимальные величины содержания подвижных соединений свинца отмечены в пробах торфа, отобранных с участков, не затронутых торфодобычей – от 0,00075 мг/кг до 0,6 мг/кг.

Относительно повышенное содержание подвижных форм свинца отмечается в верхних горизонтах профилей, заложенных на осушенных и выработанных участках торфяников, занятых лесом. Например, на торфомассиве «Гадовский» содержание свинца в верхних слоях торфяной толщи под лесом (0–10 см) составляет около 1,0–2,1 мг/кг, снижаясь с глубиной профиля до 0,033 мг/кг. Полученные данные подтверждают биогенно-аккумулятивное накопление элемента в верхних горизонтах почв (Кабата-Пендиас, 1989). Кроме того, повышение содержания свинца в верхних слоях торфа связано, очевидно, и с процессами минерализации органической массы.

В почвах выработанных торфяников, используемых в сельскохозяйственном производстве, не отмечено значительного повышения содержания Pb в верхних горизонтах. Например, в почве, используемой под пашню на торфомассиве «Зенгинский», содержание элемента не превышает 0,97 мг/кг, а в пробах почв торфомассива «Гадовский» содержание свинца колеблется от 0,00075 мг/кг до 0,27 мг/кг. Несмотря на отсутствие явных признаков накопления свинца в пахотных почвах, этот вопрос остаётся открытым и требует дальнейшего изучения и контроля. Сельскохозяйственное использование таких почв ведёт к интенсивной минерализации органической массы торфа и привнесению в почву дополнительных количеств поллютантов, в том числе и свинца.

Основную массу химических элементов, в том числе и ТМ, растения получают из почвы. Свинец не является элементом, необходимым для жизнедеятельности растений. Однако высшие растения накапливают иногда значительные количества свинца в своей массе, особенно на загрязнённых территориях (Кабата-Пендиас, 1989). Так, например, *Betula pubescens* Ehrh может накапливать в фитомассе около 3–4 мг/кг свинца (по неопубликованным данным Л. Н. Шиховой, Т. Л. Егошиной).

В пробах растительного материала *Betula pubescens* Ehrh, собранных на территории торфомассивов, содержание свинца колеблется от 0,18 мг/кг до 1,0 мг/кг. Наибольшее количество свинца обнаружено в растительных пробах, собранных с пробных площадей торфомассива «Зенгинский» – 1,0 мг/кг. Наименьшее количество – в растительной пробе, собранной с пробной площади торфомассива «Гадовский» – 0,18 мг/кг. Четкой зависимости содержания свинца в почве и в пробах растительного материала не выявлено. Данные, полученные в ходе исследования растительного материала с разных торфомассивов, практически не отличаются; в среднем содержание свинца в пробах растительного материала составляет 0,5–0,6 мг/кг. По неопубликованным данным Л. Н. Шиховой, Т. Л. Егошиной в фитомассе *Betula pubescens* Ehrh, произрастающей на автоморфных территориях, содержание свинца колеблется

на уровне 3,25 мг/кг. Исходя из этого, можно сделать вывод о сравнительно низком содержании свинца в исследуемых пробах растительного материала.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об отсутствии загрязнения свинцом остаточной массы торфа обследованных выработанных торфяников. Однако усиление минерализации торфа и вовлечение территории в хозяйственную деятельность приводит к постепенному повышению содержания свинца в профилях вновь формирующихся почв.

Литература

Волкова Е. М., Горелова С. В., Музафаров Е. Н. Биомониторинг антропогенного загрязнения Тульской области на основе анализа накопления тяжёлых металлов в торфяных залежах болот // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2012. Вып. 2. С. 253–263.

ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.

Залывская О. С., Хрущева С. В., Бабич Н. А. Свинец в системе почва – древесное растение в урбанизированной среде // Лесной журнал. 2009. Вып. 1. С. 39–43.

Зырин Н. Г., Садовникова Л. К. Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 280 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 439 с.

Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений: учебник. М.: Абрис, 2011. 783 с.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МЕДИ (II) НА АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИГНАЛ ГЛУТАТИОНА

В. В. Козьминых, А. И. Фокина, Е. И. Лялина
Вятский государственный университет, v.kozminykh28@gmail.com

Глутатион (GSH) – природный трипептид, защищающий организм от токсического действия тяжелых металлов, проявляет антиоксидантные и восстановительные свойства. В живых организмах содержится в незначительных количествах, поэтому для количественного определения GSH требуется чувствительный метод. Таким методом является инверсионная вольтамперометрия (ИВА). Методика количественного определения глутатиона методом ИВА существует (Дорожко и др., 2010; Гудина и др., 2015), однако опыт показывает, что аналитический сигнал в присутствии Cu^{2+} , Hg^{2+} меняется, что может влиять на результат анализа. Для корректировки методики в направлении создания способа получения правильного результата анализа в присутствии указанных, мешающих анализу ионов, следует изучать механизм влияния ионов металлов на аналитический сигнал GSH и искать способы исключения их мешающего влияния.

В работе использованы растворы с концентрацией GSH $0,126 \cdot 10^{-5}$ моль/л с добавлением сульфата меди (II) (мольное соотношение GSH: Cu^{2+} 1:1) и без

добавления. Концентрация GSH была выбрана с учетом пределов обнаружения пептида в растворе методом ИВА.

В начале проводили накопление ртутной пленки из раствора нитрата ртути (II) на поверхности рабочего углесталлового электрода, затем снимали вольтамперограммы с исследуемых растворов.

В ходе проведения эксперимента были получены вольтамперограммы (рис.). Вольтамперная кривая, полученная при исследовании раствора GSH без добавления соли меди, имеет один четкий пик, максимум которого приходится на -160 мВ. В растворе с аналогичной концентрацией GSH, но в присутствии ионов меди Cu^{2+} , появляется второй пик (рис. Б).

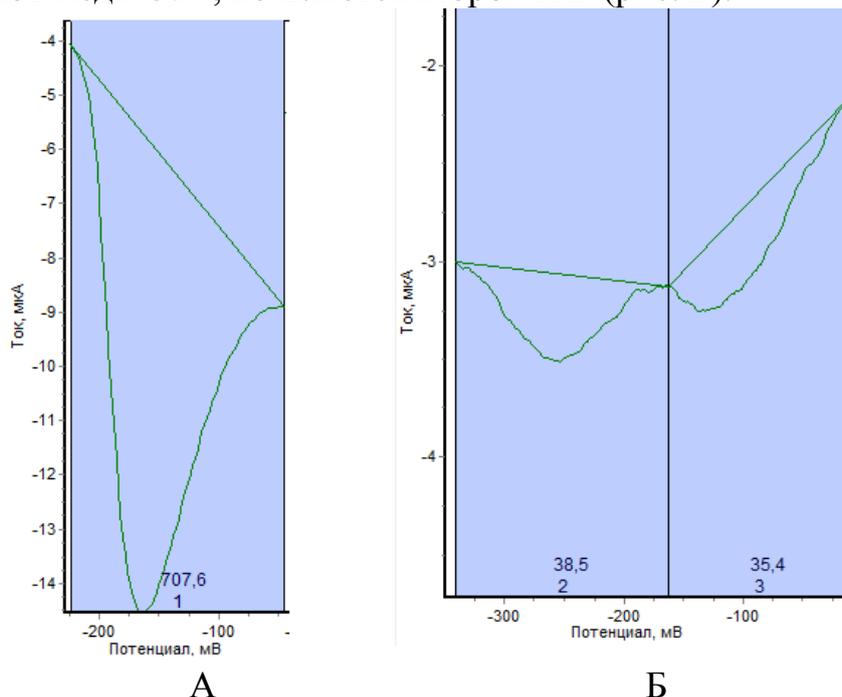
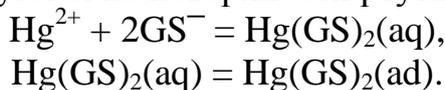


Рис. Вид вольтамперограмм, получаемых в результате исследования растворов GSH с добавлением CuSO_4 (Б) и без добавления (А)

Чтобы объяснить вероятную причину появления второго пика, необходимо вспомнить суть определения GSH методом ИВА. Она состоит в том что, молекулы GSH образуют комплексные соединения с ионами двухвалентной ртути, которые адсорбируются на поверхности ртутной пленки:



При подаче напряжения происходит восстановление комплекса Hg-GSH:



Так как в растворе присутствуют ионы Cu^{2+} , связывающие GSH в комплекс (Фокина и др., 2016), в первую очередь определяется свободный GSH, а при более высоком напряжении, GSH, связанный ионами Cu^{2+} , поэтому на вольтамперограмме появляется второй пик (рис. Б). Установлено, что присутствие меди затрудняет количественное определение GSH методом ИВА: отсутствует хорошо воспроизводимый и имеющий зависимость от концентрации GSH аналитический сигнал. Необходимость количественного определе-

ния GSH делает актуальным вопрос, а существование методики ИВА-определения GSH без учета влияния мешающих ионов – надежду на возможность создания методики определения трипептида даже в присутствии мешающих веществ. Поэтому исследования будут продолжены, в частности будет изучена возможность получения четкой зависимости между величиной аналитического сигнала и концентрацией GSH в растворе в присутствии химических агентов, исключая влияние ионов меди на аналитический сигнал GSH или пропускание медьсодержащих растворов GSH через сорбенты, очищающие растворы от ионов меди Cu^{2+} .

Литература

Гудина А. Н., Лялина Е. И., Фокина А. И. Методика определения восстановленного глутатиона методом инверсионной вольтамперометрии // Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам. Сб. материалов Всерос. науч. конф. (22–25 апреля 2015 г.). Киров: Изд-во ООО «Веси», 2015. С. 364–367.

Дорожко Е. В., Короткова Е. И. Исследование электрохимических свойств глутатиона методом вольтамперометрии // Химия и химическая технология. 2010. Т. 53. С. 35–38.

Фокина А. И., Лялина Е. И., Олькова А. С., Ашихмина Т. Я. Исследование протекторных свойств восстановленного глутатиона для тест-организмов в растворах, содержащих медь // Вода: химия и экология. 2016. № 2. С. 64–70.

ИЗУЧЕНИЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА *ROTAMOGETON LUCENS L.* И *P. PECTINATUS L.* В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

З. Б. Бактыбаева¹, С. М. Ямалов²

¹ Уфимский научно-исследовательский институт
медицины труда и экологии человека», baktybaeva@mail.ru

² Ботанический сад-институт Уфимского НЦ РАН, yamalovsm@mail.ru

Как известно, большинство тяжелых металлов (ТМ) являются важными для жизни микроэлементами, однако, с увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду, происходит их избыточное поступление в организм человека по пищевым цепям. При этом, обладая кумулятивными свойствами, ТМ могут проявлять мутагенные, тератогенные и канцерогенные свойства. (Гичев, 2003; Кожин, Владимирский, 2013). Одной из причин загрязнения окружающей среды ионами ТМ является сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. В связи с этим, исследования, направленные на разработку малозатратных, малоотходных и, при этом, более эффективных методов удаления из воды ТМ, весьма актуальны. К относительно недорогим и экологически безопасным технологиям можно отнести фиторемедиацию. При сильно загрязненных стоках фиторемедиационный потенциал водных растений можно использовать для тонкой доочистки воды после механических и физико-химических методов (Пестриков и др., 2007; Быкова и др., 2010).

Ранее нами был проведен эксперимент по доочистке высокоминерализованных стоков в условиях биопрудов с гелофитами (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *Scirpus lacustris* L.) и гигрогелофитами (*Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Carex acuta* L.) (Бактыбаева и др., 2011).

Цель настоящей работы – изучение фиторемедиационного потенциала рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* L.) и рдеста гребенчатого (*P. pectinatus* L.) в условиях модельных растворов с тяжелыми металлами.

Эксперимент проводился в августе месяце 2014 г. Растительные образцы отбирались в р. Камыш-Узьяк ниже г. Сибай. Рдест блестящий и рдест гребенчатый являются укореняющимися, погруженными в воду растениями, обладающими способностью развивать высокую биомассу побегов.

Был приготовлен модельный раствор, содержащий смесь 4-х металлов в следующей концентрации: 3 мг/л Zn, 3 мг/л Cu, 0,2 мг/л Pb и 0,1 мг/л Cd. Использовались отстоянная в течение 3-х суток водопроводная вода и химические реактивы: цинк сернокислый ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), медь (II) сернокислая ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), свинец (II) азотнокислый ($Pb(NO_3)_2$), кадмий сернокислый ($CdSO_4 \cdot 8H_2O$).

В сосуды с модельным раствором (объемом 2 л) помещали растения суммарной биомассой (сырой вес) 30 г. Были заложены 2 варианта:

- 1) 2 л модельного раствора + 30 г рдеста блестящего;
- 2) 2 л модельного раствора + 30 г рдеста гребенчатого.

Каждый вариант, а также контроль (модельный раствор без растений) был заложен в двух повторностях. Инкубацию проводили в течение 10 суток в условиях естественной фотопериодичности. Растения перед помещением в раствор и после извлечения из раствора аккуратно обмывали дистиллированной водой.

Часть растений, отобранных с водоема, была высушена до воздушно-сухого состояния и проанализирована на содержание Zn, Cu, Pb и Cd. В инкубированных макрофитах концентрации ТМ измеряли после окончания опытов. В растворах измеряли температуру, pH и массовые концентрации Zn, Cu, Pb и Cd через 1, 2, 5, 7, 9 и 10 суток после начала инкубации. Для определения pH воды использовали pH-метр FE-20. Определение массовых концентраций ТМ в растительных образцах и воде выполнялось методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе СТА после пробоподготовки.

Результаты эксперимента показали, что присутствие водных макрофитов способствует значительному снижению ионов ТМ в воде по сравнению с контролем. Уменьшение концентрации Zn и Cu наиболее интенсивно происходило в первые сутки. Далее до конца инкубации наблюдалось постепенное снижение их содержания в воде. Поглощение водными растениями ионов Cd в первые дни инкубации было незначительным, однако через 10 суток содержание металла в модельных растворах не превышало 5% от начальной концентрации. В исходном растворе содержание цинка превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значе-

ния («Приказ Федерального...», 2010) в 295 раз, меди – в 2850 раз, свинца – в 33 раза, кадмия – в 20 раз. После 10 суток инкубации содержание цинка в воде было на уровне 19–22 ПДК, меди – 140–200 ПДК, свинца – 3,3–3,8 ПДК, кадмия – 1 ПДК.

Анализ растительных образцов показал, что за 10 суток инкубации содержание всех ТМ в макрофитах многократно повысилось (табл.).

Доступность металлов в воде для водных растений зависит от многих факторов. Наряду с такими, как химическое превращение металлов, органические хелаты, гумусовые вещества, частицы и комплексообразующие агенты, присутствие других металлов и анионов, большое значение имеют рН и температура воды. Температура модельных растворов во время эксперимента была $22,35 \pm 0,70$ °С; рН растворов – около 6,5.

Таблица

Диапазоны концентраций тяжелых металлов в рдесте блестящем и рдесте гребенчатом, мг/кг воздушно-сухого веса

Металл	До начала инкубации	Через 10 суток инкубации
Zn	35–43	880–950
Cu	4,4–6,7	158–160
Pb	1,3–1,5	54–57
Cd	0,11–0,25	27–31

Некоторые авторы отмечают, что при предельном накоплении водными растениями ионов тяжелых металлов происходит их обратный сброс в воду, сопровождающийся некрозом растительных тканей (Тарушкина и др., 2006). В модельных растворах за 10 суток инкубации повышения уровня ТМ в воде не отмечалось. Однако визуальный мониторинг состояния водных макрофитов показал, что у рдеста блестящего на 10 сутки наблюдалось омертвление части некоторых листовых пластинок и незначительное снижение тургора. У рдеста гребенчатого визуальных изменений за весь период инкубации не наблюдалось. Возможно, это связано с тем, что данный вид характеризуется широкой экологической амплитудой, в естественных условиях может произрастать как в пресных, так и в солоноватых водоемах.

Таким образом, проведенные исследования указывают на возможность использования рдеста блестящего и р. гребенчатого для очистки (доочистки) стоков от ионов цинка, меди, свинца и кадмия.

Литература

Бактыбаева З. Б., Суяндукоев Я. Т., Ямалов С. М., Юнусбаев У. Б. Загрязнение тяжелыми металлами экосистемы реки Таналык, сообщества водных макрофитов и возможности их использования для биологической очистки / Под ред. Б. М. Миркина. Уфа: АН РБ, Гилем, 2011. 208 с.

Быкова Г. С., Шаталаев И. Ф., Воронин А. В., Чистяков Н. Е. Доочистка загрязненной металлами воды наядой мелкозубчатой // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1 (8). С. 2100–2103.

Гичев Ю. П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: Аналит. обзор. Новосибирск, 2003. 138 с. (Сер. Экология. Вып. 68).

Кожин А. А., Владимирский Б. М. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии // Экология человека. 2013. № 9. С. 56–64.

Пестриков С. В., Исаева О. Ю., Рогозина Т. А., Красногорская Н. Н., Мустафин А. Г., Суюндуков Я. Т., Ковтуненко С. В., Шайдуллина Г. Ф. Применение искусственных эколого-геохимических барьеров для очистки сточных вод от тяжелых металлов // Безопасность жизнедеятельности. 2007. № 9 (81). С. 17–24.

Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Тарушкина Ю. А., Ольшанская Л. Н., Мечева О. Е., Лазуткина А. С. Высшие водные растения для очистки сточных вод // Экология и промышленность России. 2006. № 5. С. 36–39.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНОЗЕМОВ В РАЙОНАХ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ г. КИРОВА

***В. Р. Бобрецова, А. С. Олькова, Н. М. Зимонина, Е. И. Лялина**
Вятский государственный университет, valeria.b.r@mail.ru*

Углеродородное загрязнение одно из самых распространенных видов воздействия на окружающую среду, особенно на урбанизированных территориях. Загрязнение происходит не только из-за постоянного увеличения количества железнодорожного и автотранспорта, но и строительства дорог, использования большого объема продуктов переработки нефти. Результаты исследования содержания нефтепродуктов (НП) в почвах некоторых городов России в среднем составляют: для Москвы в диапазоне 5–5100 мг/кг, в Нижнем Новгороде – 726–6270 мг/кг, Самаре – 1750–13950 мг/кг, в местах нефтедобычи в Казахстане содержание достигает 86000 мг/кг, при фоновом уровне нефтепродуктов для не добывающих нефть районов 40 мг/кг (по данным федерального портала: www.protown.ru; Мусихина, 2009).

За последние годы на территории г. Кирова значительно увеличилось количество автозаправочных станций (АЗС), возросло количество личного автотранспорта. Деятельность АЗС связана с транспортировкой, хранением и реализацией НП – бензином, дизельным топливом, маслами и т.п. При этом в ходе эксплуатации АЗС происходит постоянное загрязнение атмосферного воздуха, почвенного покрова и грунтов. Это загрязнение может быть в несколько раз увеличено при износе оборудования или в случае аварийных ситуаций (Шубов, 2005).

Антропогенная трансформация почв в урбосистемах широко отражена в российских и зарубежных публикациях (Корельская, Попова, 2012; Rogers J.E., Li, 1985; Manta, 2002). Так же представляет интерес оценка этих процессов и их последствий вблизи таких локальных источников специфического загрязнения как АЗС.

Цель настоящего исследования – оценить локальное загрязнение нефтепродуктами урбаноземов вблизи автозаправочных станций г. Кирова и их интегральную токсичность.

Смешанные пробы отбирались методом конверта в осенний период 2015 г. на четырех автозаправочных станциях г. Кирова, в зоне непосредственного воздействия (расстояние от источника от 100 до 300 м). Пробы почвы отбирались: на газонах, отделяющих АЗС от автомагистралей; на участках, расположенных по периметру границ АЗС, на расстоянии 5–10 м от заасфальтированного пространства, а также на самой площадке АЗС в местах свободных от твёрдого покрытия (площадка для слива топлива в резервуары, газоны). Почва исследовалась на содержание НП и степень токсичности по показателям гибели и плодовитости *Ceriodaphnia affinis*. Биотестирование почвенных вытяжек проводилось в соответствии с методикой ФР.1.39.2007.03221 (2007), а измерение массовой доли нефтепродуктов определяли по методике ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 (1998).

Утвержденного норматива содержания НП в почвах до сих пор не установлено. Для оценки уровня загрязнения почв нефтепродуктами использовали условно фоновое их содержание для районов, не ведущих добычу нефти (40 мг/кг) (Мусихина, 2009). Кроме того, установленное содержание нефтепродуктов оценивали в соответствии с Письмом Минприроды РФ № 04-25, Роскомзема №61-5678 от 27.12.93 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (1993), позволяющих провести градацию степени загрязнения урбаноземов НП.

В качестве участков исследования были выбраны разные по масштабам и расположению автозаправочные станции г. Кирова:

1) Стационарная автозаправочная станция «ООО Башнефтепродукт», (ул. Производственная), расположена среди высоких застроек вдоль магистральной улицы с плотными непрерывными потоками автотранспорта.

2) Автозаправочная станция «Движение №47», расположенная в мкр. пос. Коминтерн Первомайского района. Автодорога нагружена городским пассажирским транспортом и грузовым, в том числе транзитным.

3) Автозаправочная станция «Чепецкнефтепродукт» № 4 находящаяся на окраине автодороги регионального значения Киров-Белая Холуница (Р-166);

4) Автозаправочная станция «Движение №31» (ул. Щорса) Ленинского района.

Территория вблизи АЗС была зонирована по способу использования (табл.). Выбранные участки характеризовались специфическим антропогенным воздействием. Так участки отбора № 3 и № 4 (АЗС-1) находятся на площадке размещения автоцистерн для слива топлива в резервуары. Состав топлива разнообразен, а следы его проливов можно было обнаружить визуально в момент отбора проб. Участки отбора № 1, 4, 5 (АЗС-3) расположены на периферии заасфальтированной площадки АЗС, имеющей уклон в сторону указанных точек, здесь возможно загрязнение неорганизованными стоками с поверхности площадки.

Полученные результаты отображены в таблице.

В большинстве испытуемых пробах почвенных вытяжек плодовитость цериодафний по отношению к контролю достоверно снижалась, следовательно, пробы оказывают хроническое токсическое действие (ХТД) на *Ceriodaphnia affinis*. Однако смертность особей в первые 48 часов не превышала 20%, поэтому все пробы не оказывают острого токсического действия (ОТД).

Таблица

Результаты исследования почв территорий автозаправочных станций г. Кирова

Вариант	№ участков отбора проб (уч.)	Показатели НП		Результаты биотестирования почвенных вытяжек в эксперименте				
		Содержание НП, мг/кг	Кратность УФС**, раз	Смертность особей, %		Плодовитость; шт./ 1 самку	Наличие токсичности	
				Через 48 часов	Через 12 суток		ОТД	ХТД
Контроль		40	1	0	0	20,4±0,04	-	-
АЗС-1	1	3600±900 ^В	88,7	5	85	1,8±0,18*	Пробы не облад. ОТД	Пробы облад. ХТД
	2	3900±1000 ^В	98,0	0	5	9,4±0,36*		
	3	820±200 ^Д	20,5	0	80	0,3±0,04*		
	4	1900±500 ^Н	48,0	0	90	0,00*		
	5	4800±1000 ^В	120,5	0	35	4,00±1,16*		
АЗС-2	1	1070±270 ^Н	26,7	0	40	7,3±1,65*		
	2	1800±500 ^Н	45,0	0	15	8,2±0,36*		
	3	1010±250 ^Н	25,2	0	15	8,7±0,58*		
АЗС-3	1	1700±400 ^Н	42,5	0	90	0,6±0,27*		
	2	1800±500 ^Н	46,0	0	50	2,3±0,22*		
	3	4000±1000 ^В	99,2	0	65	0,2±0,00*		
	4	490±120 ^Д	12,2	0	85	0,5±0,04*		
	5	520±130 ^Д	13,0	0	40	1,2±0,00*		
АЗС-4	1	1100±270 ^Н	27,5	0	0	20,4±2,59	Не облад. ХТД	
	2	810±200 ^Д	20,2	0	0	27,9±2,59		
	3	1570±390 ^Н	39,2	0	0	20,00±0,36		

Примечание: * – опытные значения достоверно отличаются от контрольных; ** – УФС – условное фоновое содержание; надстрочные индексы обозначают: д – допустимый уровень загрязнения; н – низкий уровень загрязнения; в – высокий уровень загрязнения; АЗС-1: уч. 1, 2 – газоны, уч. 3, 4, 5 – площадка слива топлива; АЗС-2: уч. 1 – периферия асфальтированной площадки (5 м от площадки, направление северо-восток); уч. 2 – площадка слива топлива, уч. 3 – газон; АЗС-3: уч. 1, 4, 5 – периферия асфальтированной площадки (6 м от площадки, направления северо-восток, северо-запад, север), уч. 2 – площадка слива топлива, уч. 3 – газон; АЗС-4: уч. 1 – газон, уч. 2, 3 – периферия асфальтированной площадки (6 м от площадки направления восток, северо-запад).

Результаты химического анализа показали, что самой загрязнённой оказалась территория АЗС-1. Здесь более 60% обследованных участков имели «высокий» уровень загрязнения НП. Содержание НП превышало условно фоновое в 120 раз (уч. №5). На участках территорий АЗС-2 и АЗС-4 содержание

нефтепродуктов соответствует «низкому» (1010–1800 мг/кг) и «допустимому» (810 мг/кг) уровням загрязнения. Территория вблизи АЗС–3 имеет участки как с «высоким» уровнем загрязнения (4000 мг/дм³), так и «допустимым» (490 и 520 мг/дм³) (Письмо..., 1993).

Участками с «высоким» уровнем загрязнения в основном являются газоны расположенные на территориях АЗС. Для каждого из этих участков результат биотестирования различен (показатель смертности колеблется от 5 до 85%). Сложностью в интерпретации результатов является то, что невозможно отличить углеводороды техногенного и природного происхождения. Основными источниками углеводородов природного происхождения являются живые организмы. Количество углеводородов непосредственно связано с их жизнедеятельностью. Поэтому некоторые участки с высоким содержанием НП характеризуются низким показателем токсичности.

На уровень содержания НП в почвах так же влияет степень загруженности автотранспортом и вид используемого транспорта. На АЗС, расположенных на оживлённых автомагистралях (АЗС-1 и АЗС-3) отмечен высокий уровень загрязнения на газонах, отделяющих территорию АЗС от автомагистралей (уч. № 1 и 3 соответственно). Установлена высокая смертность дафний в вытяжках из этих образцов (65–85%), а также низкая плодовитость организмов вплоть до отсутствия потомства (табл.).

Сравнение результатов химического и токсикологического анализов показало, что не всегда между уровнем загрязнения НП и степенью токсичности урбаноэмов существует прямая связь. Коэффициент корреляции между уровнем загрязнения и плодовитостью (- 0,32), что говорит о наличии слабой зависимости. В ряде случаев, на участках с низким и допустимым уровнями загрязнения НП (уч. № 3, 4 АЗС–1; уч. № 1, 4, 5 АЗС–3) отмечалась смертность рачков от 40 до 90% и низкая плодовитость (табл.). Это может быть объяснено комплексным загрязнением данных участков, например, тяжёлыми металлами, вклад которых в изучаемое локальное загрязнение предстоит установить.

Степень токсичности урбаноэмов зависит от наличия и степени развития растительного покрова. Так на участках с высоким уровнем загрязнения (уч. № 2, 5 АЗС-1) отмечен относительно невысокий уровень смертности (табл.). На этих участках хорошо развит растительный покров: имеются кустарниковый, древесный ярусы. Высшие растения во многом определяют скорость и направленность почвообразовательного процесса, а, следовательно, и содержание гумуса в почве. В литературе имеются сведения о снижении токсичности почвы, загрязнённой нефтепродуктами, в случае достаточного содержания в ней гумуса (Шилова, 1988). На участках отбора № 2, 3 (АЗС–4) с хорошо развитым растительным покровом даже при наличии углеводородного загрязнения отмечалась нулевая смертность дафний, а плодовитость превышала контрольный вариант.

Таким образом, в результате проведённых исследований выявлено, что территории АЗС г. Кирова имеют разную степень загрязнённости нефтепро-

дуктами, которая во многом определяется местонахождением АЗС. Для всех автозаправочных станций отмечено значительное превышение условного допустимого уровня содержания нефтепродуктов. Высокой гибели организмов в ответ на загрязнение не отмечено, при этом для большинства проб установлено снижение плодovitости цериодафний, то есть наличие хронического токсического действия.

Литература

Корельская Т. А., Попова Л. Ф. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове города Архангельска // Арктика и Север. 2012. № 7. С. 1–17.

Мусихина Е. А. Методологический аспект технологий комплексной оценки экологической емкости территорий. М.: Академия естествознания, 2009. 137 с.

Письмо Минприроды РФ № 04-25, Роскомзема №61-5678 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» от 27.12.93, 1993.

ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии. М., 1998.

ФР.1.39.2007.03221 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. М.: Акварос, 2007.

Шилова И. И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 159–168.

Шубов Л. Я. Проблема загрязнения окружающей среды от деятельности АЗС // Экология и промышленность России. 2005. № 12. С. 34–39.

Manta D. S., Angelone M., Bellanca A., Neri R., Sprovieri M. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy // The Science of the Total Environment. 2002. T. 300. № 1–3. С. 229–243.

Rogers J. E., Li S. W. Effect of metals and other inorganic ions on soil microbial activity: soil dehydrogenase assay as a simple toxicity test // Bull. Environ. Contam. a. Toxicol. 1985. Vol. 34. № 6. P. 858–865.

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦАХ ТЕХНОГЕННЫХ И ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Е. А. Бердникова¹, В. Д. Колобова¹, Ю. А. Тюкалова¹, Е. С. Петухова¹,
Р. А. Болюбаиш¹, С. Г. Скугорева^{1,2}, Т. Я. Ашихмина^{1,2}*

¹ Вятский государственный университет,

² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Основными источниками загрязнения почв тяжёлыми металлами являются выбросы предприятий чёрной и цветной металлургии, сжигание ископаемого топлива, обжиг цементного сырья. Вместе с золой на поверхность земли (в почву) поступали миллионы тонн тяжёлых металлов. Значительная их часть аккумулирована в верхних горизонтах почвы. Заметную роль в формировании почвенного антропогенного фона играют выхлопные газы автомо-

бильных двигателей, работающих на этилированном бензине, выбросы ремонтных предприятий железных дорог в виде пыли, оседающей на почву (в основном оксиды металлов), дымовые выбросы промышленных предприятий.

Источниками загрязнения биоценозов могут служить орошение водами с повышенным содержанием ТМ, внесение осадков бытовых сточных вод в почвы в качестве удобрения, поступление больших количеств ТМ при постоянном внесении высоких доз органических и минеральных удобрений и пестицидов, содержащих ТМ. Происходит постоянное увеличение масштабов загрязнения почвы тяжёлыми металлами, при этом наиболее опасно накопление в почве металлов-токсикантов: ртути, свинца, кадмия. Загрязнение почв тяжёлыми металлами происходит чаще всего при совместном их присутствии.

Поведение тяжёлых металлов в почве зависит от её окислительно-восстановительных условий и кислотности. Миграционная способность меди, никеля, кобальта, цинка в восстановительной среде снижается на 1–2 порядка по сравнению с окислительной. В кислой среде большинство металлов более подвижны. В песчаных, хорошо промываемых почвах, тяжёлые металлы мигрируют в грунтовые воды и легко разносятся ими. Почвы, богатые глинами и гумусом, обладают способностью накапливать тяжёлые металлы. Глинистые компоненты адсорбируют их, а гуминовые кислоты образуют с ними растворимые комплексные соединения, легко усваиваемые растениями.

Пробы почв для определения в них соединений свинца, меди, кадмия, железа, цинка и нитрата аммония отбирались на пойменных участках р. Вятки в районе заповедника «Нургуш» и окрестностей Кирово-Чепецкого промышленного комплекса. В районе КЧХК пробы почвы отобраны осенью 15 октября 2015 г. специалистами лаборатории биомониторинга с трёх участков на территории между рекой Елховкой и озеро Бобровое:

- участок 1–у 4-го понижения гривы около леса;
- участок 2–первая пойменная грива, к Елховке (между Елховкой и озером Бобровое-3);
- участок 3 –3 грива от Елховки между 2 и 3 понижением.

На территории заповедника «Нургуш» пробы отбирались специалистами заповедника 10 октября 2015 г. с участков:

- участок 4– луг у реки Прость, притеррасная пойма;
- участок 5 – пойменный луг озера Нургуш;
- участок 6 – нижний исток оз.Нургуш.

Для проведения химического анализа из проб почвы готовились водная и солевая вытяжки. Водная использована для определения содержания в почве растворимых солей свинца, меди, кадмия, железа, цинка. Солевая вытяжка использована для определения величины рН, являющейся показателем обменной кислотности почвы, ионов аммония и нитрат ионов.

Определение исследуемых ионов тяжёлых металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, на лампах с полым катодом для определения меди, цинка, кадмия, свинца, железа. Для атомизации эле-

ментов использовано воздушно-ацетиленовое пламя (ацетилен технический по ГОСТ 5457-75).

Определение массовой доли органического вещества в пробах почвы проводилось по методу ЦИНАО. Ионы аммония определялись фотометрическим методом (ГОСТ 26489-85, V фильтрата–2 мл, длина волны–665 нм). Извлечение обменного аммония из почвы проводилось раствором хлорида калия. При взаимодействии аммония с гипохлоритом и салицилатом натрия в щелочной среде получается окрашенное индофенольное соединение, после чего проводилось фотометрирование окрашенного раствора.

Фотометрическое определение нитратов в виде окрашенного диазосоединения проводилось по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488-85, V фильтрата – 5 мл, длина волны– 545 нм). Извлечение нитрат-ионов из почвенных образцов проводилось раствором хлорида калия, с последующим восстановлением их гидразином до нитратов, в присутствии меди в качестве катализатора.

Результаты определения кислотности образцов почв представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения величины рН солевой и водной вытяжки

Номер участка	рН _{сол.}	рН _{вод.}
1	5,5±0,1	6,9±0,1
2	5,5±0,1	7,2±0,1
3	5,4±0,1	6,9±0,1
4	4,1±0,1	6,3±0,1
5	4,0±0,1	5,6±0,1
6	4,1±0,1	6,5±0,1

Полученные данные свидетельствуют о том, что почвы, отобранные для исследования по уровню кислотности, относятся к кислым и слабокислым. Причём по показателям обменной кислотности почвы, отобранные с трёх участков на территории между рекой Елховкой и озеро Бобровое, относятся к слабокислым (рН_{сол.} 5,4–5,5), а почвы с трёх участков территории ООПТ «Нургуш» следует отнести к кислым (рН_{сол.} 4,0–4,1).

Количественные показатели определения массовой доли органического вещества в исследуемых пробах почв (табл.2) свидетельствуют о том, что в пробе почвы, отобранной с участка № 1 (в районе КЧХК), содержание органического вещества несколько больше в сравнении с пробой почвы, отобранной с территории ООПТ «Нургуш».

Таблица 2

Массовая доля органического вещества в исследуемых пробах почв

Номер участка	Массовая доля органического вещества, % (ЦИНАО)*
2	8,38±0,84
6	6,42±0,64

Примечание: * – массовую долю органического вещества до 15% определяли методом ЦИНАО, свыше 15% – этот показатель определяется гравиметрическим методом.

Анализ содержания аммонийного и нитратного азота в исследуемых пробах почв свидетельствует о том, что почвы на всех 6 участках пробоотбора крайне бедны минеральными соединениями азота (табл. 3).

Таблица 3

Содержание аммонийного и нитратного азота в исследуемых почвах

Номер участка	N-NH ₄ ⁺ (мг/кг)	N-NO ₃ ⁻ (мг/кг)
1	0,31±0,05	1,60±0,32
2	ниже предела обнаружения	4,15±0,83
3	0,23±0,03	2,49±0,49
4	0,84±0,13	2,85±0,60
5	0,050±0,007	5,48±0,40
6	0,58±0,08	10,6±0,8

В пробах почв проводилось определение содержания соединений свинца, меди, кадмия, железа и цинка (табл. 4). Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание исследуемых металлов во всех шести почвенных образцах не превышает значений ПДК. Сравнение полученных значений по валовому содержанию металлов в почвенных образцах с показателями среднего содержания их в почве с литературными данными [1, 2], позволяет сделать вывод о том, что во всех исследуемых образцах валовое содержание железа и цинка превышает средние значения содержания их в почве, что вполне согласуется с данными по природному фону региона. Кроме того, следует отметить, что в почвенных образцах с территории ООПТ «Нургуш» эти показатели несколько выше, чем в образцах почв с территории КЧХК.

Показатели содержания подвижных форм исследуемых металлов в почвенных образцах в основном согласуются с их значениями для пойменных почв, отмеченных в работе [3], за исключением участка № 3 по содержанию цинка. Содержание подвижных форм цинка на данном участке в 5–10 раз превышает эти значения на остальных исследуемых участках и в 1,5–4 раза выше значений, отмеченных авторами в работе [3].

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в исследуемых почвенных образцах

Номер участка, показатель	Pb ⁺² , мг/кг		Cu ⁺² , мг/кг		Cd ⁺² , мг/кг		Fe ^{+2,+3} , мг/кг		Zn ⁺² , мг/кг	
	подвижная	валовая	подвижная	валовая	подвижная	валовая	подвижная	валовая	подвижная	валовая
1	1,25±0,26	10,08±2,12	0,193±0,054	14,30±3,29	0,053±0,016	0,218±0,055	33,2±8,3	40154±10039	1,14±0,38	45,0±14,9
2	1,05±0,22	10,76±2,26	0,238±0,067	19,52±4,49	0,070±0,021	0,373±0,093	35,47±8,87	50220±12555	1,81±0,60	65,0±21,5
3	1,21±0,25	10,26±2,15	0,210±0,059	15,87±3,65	0,050±0,015	0,378±0,095	18,73±4,68	39088±9772	11,93±3,94	64,3±21,2
4	1,21±0,25	11,60±2,44	0,410±0,115	23,27±5,35	0,163±0,048	0,485±0,121	367,4±91,8	50054±12514	1,28±0,42	81,5±26,9
5	1,01±0,21	10,33±2,17	0,305±0,085	22,13±5,09	0,113±0,034	0,375±0,094	359,3±89,8	51095±12774	1,09±0,36	86,3±28,5
6	1,31±0,28	10,10±2,12	0,365±0,104	20,26±4,66	0,155±0,047	0,36±0,09	340±85	44950±11237	2,26±0,74	76,0±25,1
Среднее содержание в почве, мг/кг [1, 2]	–	10	–	20	–	0,5	–	30 000	–	50
Содержание подвижных форм в пойменных почвах, мг/кг [3]	0,75–2,11	–	0,58–2,1	–	0,08–0,35	–	–	–	3,04–7,2	–
ПДК, мг/кг [4, 5]	6	32	3	55	0,2	–	–	–	23	100

Примечание: прочерк обозначает, что определения не проводились, данные или нормативы отсутствуют.

Следует отметить, что полученные данные по всем исследуемым показателям почвы с трёх участков территории ООПТ «Нургуш» имеют достаточно близкие значения. В связи с этим средние значения содержания подвижных форм свинца, меди, кадмия, цинка в почвах с трёх участков (№ 4, 5, 6) могут быть приняты в качестве фоновых значений в дальнейших исследованиях, для $Pb^{+2} = 1,18$ мг/кг, $Cu^{+2} = 0,36$ мг/кг, $Cd^{+2} = 0,144$ мг/кг; $Zn^{+2} = 1,54$ мг/кг, среднее значение $pH_{вод.} = 6,13$. Наиболее близкие значения к фоновым показателям по содержанию меди и кадмия, значению $pH_{вод.}$ для почв в осенний период получены данные на участке № 6, по свинцу и цинку – на участке № 4, поэтому данные участки в дальнейших исследованиях могут быть приняты в качестве фоновых территорий.

Литература

1. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 324 с.
2. Мотузова Г. В., Карпова Е. А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. М.: Изд-во МГУ, 2013. 304 с.
3. Шихова Л. Н., Егошина Т. Л. Тяжёлые металлы в почвах и растениях таёжной зоны Северо-Востока Европейской России. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2004. 262 с.
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
5. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2002. 334 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК НА ПОДВИЖНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ

Е. О. Маркина, В. В. Григорьев, Н. В. Сырчина
Вятский государственный университет, rastafury@mail.ru

Интенсивная система современного земледелия, предполагающая широкое использование удобрений и средств защиты растений, в сочетании с усиливающейся техногенной нагрузкой на окружающую среду приводит к широкомасштабному загрязнению сельскохозяйственных земель различными токсичными соединениями, к числу которых относятся и тяжелые металлы (Ваймер, 2006). В настоящее время загрязнение тяжелыми металлами выявлено на сотнях тысяч гектаров пахотных земель (Раскатов, 2000). Накопление в почвах тяжелых металлов (ТМ) создает предпосылки для интенсивной миграции этих токсикантов в выращиваемые культуры и загрязнению урожая (Митяшина, 2005). Кроме того, ТМ оказывают негативное воздействие на биологическую активность самой почвы, приводят к разрушению гумуса (Водяницкий, 2012). В связи с этим, поиск рациональных способов инактивации ТМ в почвенных системах имеет большое практическое значение. Наиболее эффективным способом снижения миграционной способности ТМ в системе

почва – растение является перевод токсичных элементов в недоступные для растений формы. К снижению подвижности ТМ могут привести процессы сорбции, комплексообразования, связывания ТМ в малорастворимые соединения. Реализация этих процессов в полевых условиях требует определенных экономических затрат, поэтому очень важно иметь информацию, позволяющую сопоставить эффективность полученного результата с экономическими затратами, необходимыми для его достижения.

Цель работы: изучить влияние различных добавок на подвижность ТМ в почвах.

Задачи: определить перечень добавок, способных привести к изменению подвижности ТМ в почвах; определить влияние добавок на содержание подвижных форм ТМ в почвах в условиях лабораторного эксперимента; оценить экономическую и экологическую целесообразность использования различных добавок для снижения токсичных свойств почвы.

В качестве добавок для связывания ТМ в почвах были изучены следующие вещества и материалы:

- кремнистая опока Каменноярского месторождения Астраханской области (неорганический сорбент);
- лигнин, отход производства Кировского БХЗ (органический сорбент);
- торфогель, ООО «Техносорб» (источник гуминовых веществ, способных связывать ТМ в прочные комплексы);
- гидрофосфат натрия (связывание ТМ в малорастворимые фосфаты);
- гидроксид кальция (изменение подвижности за счет повышения рН).

В качестве почвы использовался агрозем среднего механического состава (легкий суглинок; содержание органического вещества – $8,1 \pm 0,8\%$; $pH_{\text{сол}} - 4,54$).

Подвижность ТМ исследовалась на примере катионов Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , вносимых в почву в форме смеси нитратов (250 мг каждой соли на 1 кг почвы). Почва с добавкой солей тщательно перемешивалась, увлажнялась, выдерживалась в течение двух суток, затем высушивалась в условиях отапливаемого помещения до воздушно сухого состояния. В подготовленную таким образом почву (модельная почва) вносились изучаемые добавки.

Модельные образцы почвы (МП) с добавками увлажнялись, выдерживались 2 дня, затем высушивались до воздушно сухого состояния при температуре $25^{\circ}C$ и из них готовилась вытяжка.

Содержание ТМ в почве определялось спектрофотометрическим методом, согласно ФР.1.31.2012.13573.

Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Содержание тяжелых металлов в почве с разными добавками

Добавки	Содержание подвижных форм тяжелых металлов в МП, мг/кг			
	Zn	Pb	Cd	Cu
1	2	3	4	5
МП без добавок	95	5,8	10,6	1,9
МП + Опока (гранулы 1...0,25 мм), 5,0 г/кг	79	5,5	6,0	0,47

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
МП +Известь (Са(ОН) х.ч.), 5,0 г/кг	118	7,8	15,1	1,34
МП +Торфогель, 1,0 г/кг	108	7,4	15,8	0,86
МП +Лигнин, 1,0 г/кг	102	8,0	15,8	0,86
МП +Сульфид натрия, 0,05г/кг	99	6,3	15,8	1,01
МП +Гидрофосфат натрия, 0,05г/кг	97	6,0	14,2	0,92
	Валовое содержание ТМ, мг/кг			
Почва, фон	84	7,9	0,105	9,9
МП	320	250	250	260

Согласно полученным данным, внесение нитратов ТМ в почву приводит к переходу соответствующих катионов в связанное состояние (табл.). Особенно интенсивно связывается медь. Следует отметить, что в отличие от остальных изученных ТМ, для меди характерно образование наиболее прочных комплексов с гуминовыми веществами. Константы устойчивости гуминовых комплексов меди на 2–3 порядка выше чем кадмия (Семенов, 2009). Кроме того, для меди характерно образование минеральных соединений (сульфиды, фосфаты, карбонаты и др.), характеризующихся наиболее низкими значениями произведения растворимости.

Добавка опоки приводит к снижению подвижности всех изученных металлов. Основной механизм связывания ТМ опокой – сорбция. Содержание подвижных форм Cu и Cd в почве, содержащей 0,5% дробленной опоки, уменьшается на 75 и 43% соответственно. В присутствии опоки затрудняется определение валового содержания ТМ в исследуемых образцах. Прочная хемосорбция ТМ пористой структурой опоки приводит к получению заниженных значений результатов анализа по ФР.1.31.2012.13573. Так, определение валового содержание Zn в почве без опоки составляет 320 мг/кг, а в почве с добавкой опоки – 210 мг/кг ($\Delta X = 70$).

Все остальные добавки, включая известь, приводят к снижению подвижности Cu и увеличению подвижных форм других ТМ.

Как известно, под влиянием извести происходит существенное увеличение рН, приводящее к изменению состояния почвенно-поглощающего комплекса (Рыбакова, 2007), в результате соответствующие катионы из иммобилизованного состояния могут перейти в раствор в составе растворимых комплексов с органическими лигандами. Возможное увеличение подвижности ТМ в почвах следует принимать во внимание при известковании почв, чтобы предотвратить загрязнение выращиваемой продукции соответствующими токсикантами.

Внесение в почву лигнина и торфогеля (источники органических лигандов) приводит практически к одинаковым результатам, выражающимся в увеличении подвижности Zn, Cd, Pb и снижении подвижности Cu. Объяснить данный результат можно, исходя из представлений о разной устойчивости соответствующих комплексов, приводящих к мобилизации или иммобилизации катионов.

Добавка в почву сульфидов и фосфатов приводит к некоторому увеличению рН, т. е. действие этих добавок аналогично действию извести, однако под влиянием сульфидов и фосфатов подвижность Си уменьшается сильнее, а подвижность остальных ТМ увеличивается меньше, чем под влиянием извести. Причиной этого эффекта может быть образование соответствующих трудно растворимых соединений.

Таким образом, выполненные исследования показали, что к эффективному связыванию катионов ТМ в почвах из исследуемых добавок приводит только дробленая кремнистая опока.

Литература

Ваймер А. А. Тяжелые металлы и радионуклиды в почвах и сельскохозяйственной продукции Северного Зауралья: Дис. ... д-ра биол. наук. Тюмень, 2006. 355 с.

Водяницкий Ю. Н., Ладонин Д. В., Савичев А. Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М., 2012. 305 с.

Митяшина С. Н. Влияние последствий различных систем применения удобрений на гумусовое состояние и подвижность тяжелых металлов в дерново-подзолистых суглинистых почвах: Дис. ... канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург-Пушкин, 2005. 203 с.

Раскатов А. В. Агроэкологические аспекты транслокации тяжелых металлов в почве и растениях: На примере дерново-подзолистых почв Ивановской области: Дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2000. 175 с.

Рыбакова О. И. Влияние сельскохозяйственных культур, известкования и удобрений на реакцию почвенной среды и кальциевый режим дерново-подзолистых суглинистых почв: Дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2007. 125 с.

Семенов А. А. Влияние гуминовых кислот на устойчивость растений и микроорганизмов к воздействию тяжелых металлов: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 132 с.

ФР.1.31.2012.13573 Методика измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ г. САРАТОВА

Д. Ю. Воробьева, М. М. Спрыгина, Л. Ф. Щербакова
Саратовский государственный технический университет
имени Ю. А. Гагарина, rita.sprygina@mail.ru

Саратов – один из городов, подвергающийся наиболее сильному антропогенному загрязнению. В городе развиты машиностроение, нефтяная и химическая промышленность, что влияет на загрязнение почв тяжелыми металлами. В рейтинге городов России по загрязнению за 2012 г. Саратов занял 36-ю позицию (80,3 тыс. тонн). На автомобили приходится 74,8% выбросов, которые являются основными загрязнителями почвы в нашем городе (Рейтинг ...).

Решение проблемы загрязненных территорий невозможно без учета миграции и аккумуляции ТМ в почвенном профиле.



Рис. Карта отбора проб

1. Ул. Рахова, 91/101; 2. Ул. Рахова, 131; 3. Ул. Рахова, 149/157; 4. Ул. Рахова, 152; 5. Ул. Кутякова, 72; 6. Ул. Кутякова, 52; 7. Ул. Радищева, 39 (Театральная площадь); 8. Ул. Радищева, 22 (парк «Липки»); 9. Ул. Волжская (парк «Липки»); 10. Ул. Соборная пл. (парк «Липки»); 11. Ул. 2-я Садовая, 23а (ПКиО им. Горького); 12. Ул. Чернышевского, 83 (ПКиО им. Горького); 13. Ул. Чернышевского, 89; 14. Ул. Чернышевского, 97; 15. Ул. Чернышевского, 107; 16. Ул. Чернышевского, 123; 17. Ул. Чернышевского, 137; 18. Ул. Чернышевского, 143 (р-н Саратовского комбикормового завода); 19. Ул. Чернышевского, 116а (р-н Саратовского комбикормового завода); 20. Ул. Чапаева, 29; 21. Ул. Чапаева, 2.

Осенью 2014 г. в центральной части Саратова в местах наибольшего скопления автомобилей отбирались пробы почв. Отбор проб проводился в нескольких метрах от проезжей части в центре города в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84.

Как показывают результаты анализов, наиболее загрязненными образцами, отобранными в сентябре 2014 г., являются 8, 9, 16, 17. В июне 2015 г., в пробах почв наблюдается уменьшение содержания ТМ в этих образцах, но превышение ПДК остается по цинку и свинцу.

В пробах почв, отобранных в июне 2015 года наиболее загрязненными являются образцы с участков 5, 6, 11, 21. Из них наиболее загрязненным является образец 6 (превышение ПДК составляет: никеля – в 2 раза, меди – в 3 раза, цинка – более чем в 8 раз, свинца – в 2 раза).

Результаты анализов за октябрь 2015 года представлены в таблице.

Таблица

Результаты анализов за октябрь 2015 г.

Место отбора \ Me, мг/кг	Ni	Cu	Zn	As	Pb
1	24,1	23,1	92,6	6,52	39,9
2	28,4	27,9	103,0	5,09	49,4
3	26,3	23,6	182,0	0,51	44,1
4	40,7	39,5	77,1	28,1	15,3
5	25,1	22,5	168,0	0,92	60,8
6	45,7	39,7	139,0	7,5	28,7
7	40,9	35,5	312,0	15,8	79,3
8	39,5	35,3	123,0	18,6	37,0
9	37,0	32,1	111,0	15,4	55,7
10	37,0	36,0	124,0	24,0	52,0
11	41,2	33,1	97,7	13,4	18,5
12	35,0	30,0	185,0	9,1	68,6
13	30,8	27,4	182,0	6,22	59,1
14	28,0	26,5	526,0	1,8	64,0
15	32,5	29,5	152	12,5	58,7
16	35,7	33,6	154,0	14,3	34,9
17	28,0	29,0	244,7	16,0	74,0
18	37,0	38,0	123,0	12,0	36,0
19	17,5	15,5	143,0	6,39	27,6
20	33,0	30,0	237,0	10,4	46,2
21	33,0	30,0	232,0	17,0	52,0
ПДК, [мг/кг]	80,0	132,0	220,0	10,0	130,0

Результаты за октябрь 2015 г. показывают, что практически во всех пробах концентрация тяжелых металлов снизилась, но все-таки проявляется превышение содержания цинка в образцах № 7 – в 1,5 раза и № 14 – в 2,5 раза.

Таким образом, центральная магистраль г. Саратова – улица Чернышевского является наиболее загрязненной по сравнению с улицами Чапаева и Астраханская, что связано с более плотным потоком автотранспорта.

Литература

Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09 (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 18 мая 2009 г. №32)

Методические указания МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Санэпидиздат, 1999. 26 с.

Рейтинг загрязненности российских городов -<http://ria.ru/infografika/20130806/954525899.html>

Экологическое состояние города Саратова: Федеральный портал. Режим доступа: <http://www.protown.ru/russia/obl/articles/6114.html>.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПВХ ПЛАСТИКАТОВ НА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Д. В. Будина, А. С. Олькова, К. А. Жилин

Вятский государственный университет, morgun-abend@mail.ru

Поливинилхлоридные (ПВХ) пластикаты являются одними из наиболее востребованных высокомолекулярных соединений. Имеются сведения об уровне их использования свыше 30 млн. т в год (Гришин, Гуткович, Шебырев, 2004). ПВХ пластикаты используются в качестве изоляционных материалов, защитных оболочек кабелей, химически стойких прокладочных или герметизирующих материалов, отделочных материалов, а также для изготовления водопроводных труб, детских игрушек, тары для пищевых продуктов и других значимых для населения изделий и материалов.

При этом известно о возможности миграции вредных веществ, входящих в состав полимерных материалов, в жидкие и иные среды (Шефтель, 1991). Это не только гигиеническая, но и природоохранная проблема. По окончании срока эксплуатации изделий из ВМС, они массово оказываются на свалках твердых бытовых отходов, где на них действуют факторы окружающей среды, в том числе дождевые и талые снеговые воды.

Целью нашей работы стало исследование воздействия ПВХ пластикатов на токсикологические свойства почвы в модельном эксперименте.

Для проведения эксперимента были приготовлены среднепластифицированные и низкопластифицированные (НПЛ) образцы поливинилхлоридных пластикатов (СПЛ). Из среднепластифицированных ПВХ пластикатов изготавливают – среднежесткие изделия, из низкопластифицированного – полужесткие.

Образцы разной жесткости готовятся из одинаковых компонентов, при этом добавляется разное количество пластификатора ди(2-этилгексил)ортофталата (ДОФ), от доли которого зависит эластичность изделий. В среднепластифицированном образце содержится 34% ДОФ, в низкопластифицированном – 27% ДОФ.

Подготовленные для испытаний образцы ПВХ-пластикатов представляли собой плоские круглые гибкие пластины диаметром 13–14 см, толщиной 3–4 мм, окрашенные в бледно-оранжевый цвет. От большинства образцов ощущался специфический устойчивый запах.

Нарезанные на частицы размером 4–6 мм образцы смешивали с почвой до получения в ней массовых долей ПВХ крошки 5, 10 и 25%. Таким образом, моделировали загрязнение почвы ПВХ отходами разной степени. Использовали дерново-подзолистую супесчаную почву, отобранную в 65 км от г. Кирова на суходольном лугу, глубина отбора 0–15 см (горизонт А₁). Почву перед экспериментом не высушивали для максимального сохранения сложившегося микробоценоза. При этом модельная среда была очищена от растительных включений. Смесь почвы и ПВХ пластикатов помещали в контейне-

ры и культивировали в течение 3 месяцев при поддержании начального уровня влажности путем опрыскивания дистиллированной водой.

По истечении указанного времени, почву освобождали от ПВХ пластикаторов, высушивали и исследовали методами биотестирования. Токсичность оценивали в биотестах по хемотаксической реакции *Paramecium caudatum* (ФР.1.39.2015.19243, 2015), по изменению билюминесценции бактериальной тест-системы «Эколюм» (ПНДФ Т 14.1:2:3:4.11-04..., 2010) и по смертности *Daphnia magna* (ФР.1.39.2007.03222, 2007). Полученные результаты отражены в таблице.

Таблица

Токсичность почвы после контакта с ПВХ пластикатами в течение 3 месяцев

Вариант	Массовая доля полимера в почве, %	Результаты биотестирования		
		Индекс Т по <i>P. caudatum</i> , у. е.	Индекс Т по тест-системе «Эколюм», у. е.	Смертность <i>D. magna</i> , %
Контроль		0,20±0,06	0	0
СПЛ	5	0,17±0,07	0	0
	10	0,48±0,15*	0	0
	25	0,42±0,01*	0	0
НПЛ	5	0,23±0,08	0	0
	10	0,63±0,13*	0	0
	25	0,87±0,02*	0	0

Примечание: контроль – почва без внесения ПВХ-пластикатов; * – значения достоверно отличаются от контрольных ($p < 0,05$).

Тест-организмы проявили разную чувствительность к возможному загрязнению почвы в результате контакта с ПВХ пластикатами. По тест-системе «Эколюм» и низшим ракообразным *D. magna* воздействий выявлено не было. Однако при биотестировании с помощью инфузорий *P. caudatum* установили закономерное повышение индексов токсичности в ответ на увеличение массовой доли ПВХ образцов в почве. Незначительная доля полимерной крошки, равная 5%, не оказывала влияния на токсикологические свойства почвы. Увеличение содержания примесей до 10 и 25% привело к достоверным отличиям индексов Т по сравнению с контрольными значениями. Кроме того, установлены отличия в действии среднепластифицированного и низкопластифицированного образцов ПВХ пластикаторов на почву. Внесение крошки СПЛ образца при 10 и 25% содержания от массы почвы привело к отнесению пробы почвы ко II группе токсичности – «умеренная степень». Аналогичное воздействие НПЛ образца привело к достоверному увеличению токсичности почвы по сравнению с вариантом СПЛ. В итоге при внесении массой СПЛ образца 25% токсичность почвы достигла III группы токсичности – «высокая степень токсичности».

Полученные данные подтвердили гипотезу о том, что ПВХ пластикаты различного химического состава при включении в состав отходов могут вли-

ять на токсикологические свойства почвы. Данные полимеры часто имеют в своем составе компоненты, которые постепенно могут мигрировать в контактирующие среды. Этот факт был показан нами ранее при химическом и токсикологическом анализе воды, контактировавшей с ПВХ пластикатами разных рецептур в течение 2 часов. Методом хроматомасс-спектрометрии установили, что экстракты из исследуемых соединений содержат диизобутилфталат, источником которого, по всей видимости, послужил пластификатор ДОФ. Методами биотестирования было показано наличие острой токсичности таких вытяжек при соотношении твердой и жидкой фаз 1:10. Данные о большей степени воздействия НПЛ образца на почву, чем СПЛ образца также согласуются с ранее полученными результатами. В вытяжках из НПЛ образца различных концентраций было установлено значительное снижение плодовитости *D. magna*, высокая гибель взрослых особей и угнетение их трофической активности (Олькова и др., 2015).

В почве имеется множество полимерных соединений природного происхождения, в том числе труднорастворимых. Показано, что процесс разложения хитина в почве происходит за счет первоначального действия грамотрицательных бактерий и последующего доминирования актиномицетов (Полянская, Иванов, Звягинцев, 2012). Такие факты дают надежду на формирование микробных комплексов способных в качестве источника углерода использовать и некоторые искусственные полимеры.

Таким образом, поливинилхлоридные пластикаты при содержании в почве более 10% могут оказать локальное негативное воздействие на токсикологические свойства почвы. Наиболее чувствительными к такому воздействию на почвы оказались инфузории *Paramecium caudatum*. Вероятно это связано с их способом питания (фагоцитоз).

Литература

Гришин А. Н., Гуткович А. Д., Шебырев В. В. Современные тенденции развития производства ПВХ. Пластикс. 2004. № 1. С. 29–33.

Олькова А. С., Будина Д. В., Ярмоленко А. С. Оценка токсичности поливинилхлоридных пластикутов методами биотестирования // Токсикологический вестник. 2015. № 5 (134). С. 46–51.

ПНДФ Т 14.1:2:3:4.11-04; Т.16.1:2:3:3.8-04. Методика определения интегральной токсичности поверхностных, в том числе морских, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных экстрактов почв, отходов, осадков сточных вод по изменению бактериальной биоломисценции тест-системой «Эколюм», 2010.

Полянская Л. М., Иванов К. Е., Звягинцев Д. Г. Изменение численности грамотрицательных бактерий в черноземе при инициации сукцессии увлажнением и внесением хитина и целлюлозы // Почвоведение. 2012. № 10. С. 1089–1098.

ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 2007. 48 с.

ФР.1.39.2015.19243. ПНД Ф Т 16.2:2.2-98 (изд. 2015 г.) Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер». СПб.: ООО «СПЕКТР-М». 2015. 21 с.

МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПРИЕМЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ХИМИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Т. Я. Ашихмина^{1,2}, А. С. Тимонов², Ю. В. Новойдарский²

¹ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

² *Вятский государственный университет*

Завершающийся процесс уничтожения химического оружия в Российской Федерации ставит вопросы перепрофилирования действующих объектов по хранению и уничтожению химического оружия и использования занятых ими территорий по любому из возможных предназначений. Однако использование производственных мощностей и помещений, технологического оборудования, задействованных площадей станет возможным только после проведения мероприятий по выводу объектов по хранению и уничтожению химического оружия из эксплуатации и санации территорий, на которых они расположены. В связи с этим, исследования по реабилитации территорий (промышленных территорий, санитарно-защитных зон и зон защитных мероприятий) объектов по хранению и уничтожению химического оружия должны быть ориентированы на получение результата, который в первую очередь удовлетворял бы требованиям экологического законодательства, санитарно-гигиеническим нормативам и экономической составляющей.

В рамках реабилитационных мероприятий на территориях объектов хранения и уничтожения химического оружия главным природным компонентом, требующим самого пристального внимания, является почва и грунты. Способы очистки почвы от загрязнений делятся на механические, химические, физико-химические и биологические [1].

Методы удаления (извлечения) загрязнения. В методах очистки грунтов, в основе которых лежат механические способы санации почвы, предусматривается вывоз загрязненного слоя грунта с последующей ее промывкой, вакуумированием, экстракцией и выщелачиванием. В большинстве исследований отмечается, что механические методы санации необходимо применять при загрязнении почвы тяжелыми металлами такими как Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Co и As и другие. Если концентрация загрязнителя очень высокая, и он залегает в верхнем слое почвы, то возможно удаление верхнего слоя почвы с его последующим захоронением или добавление незагрязненного слоя грунта к верхнему слою с дальнейшим их перемешиванием, что значительно снизит концентрацию загрязнителя в почве [2, 3]. Данная технология достаточно затруднительна и трудоемка, требует больших затрат, поэтому в большинстве случаев механические способы санации применяются для санации небольших участков загрязнений. Метод удаления (извлечения) загрязнения необходимо применять, когда другие методы очистки *in situ* в данном месте и времени нельзя использовать.

Термические (физико-химические) способы разрушения загрязняющих веществ в почве используют для удаления и разрушения этих веществ с

помощью высоких температур в таких физических и химических процессах, как испарение, сжигание и пиролиз [4]. Термические способы часто используют для почв, загрязненных токсичными органическими загрязнителями, которые на первой стадии обработки переходят в газовую фазу, а на следующей их уничтожают при высоких температурах. Находит применение метод остекловывания загрязнителей почвы (*in situ*), в котором применяют электрический ток с целью расплавить загрязненный участок почвы при чрезвычайно высоких температурах (от 1600 до 2000 °С).

К химическим методам очистки почв от загрязнителей относится химическая иммобилизация из почвенных растворов и суспензий или стабилизация (закрепление) поллютантов на различных биогеохимических барьерах. Сущность метода химической иммобилизации заключается в закачке химических вяжущих веществ в загрязненную почву *in situ*, эти вещества связывают загрязнитель с породой. Химическая иммобилизация широко используется при очистке почв, загрязненных тяжелыми металлами. Например, известно, что при добавлении фосфатов в почву, загрязненную свинцом, образуется пироморфит свинца, который нерастворим в воде. Использование магний-аммоний фосфата в качестве мелиоранта-стабилизатора почв одновременно решает проблему утилизации его как отхода очистки сточных вод от ионов аммония. Для иммобилизации рекомендуется использовать бентонитовую глину, золу, битум, полимерные добавки и композиции, вяжущие материалы. Плюсом этого метода является то, что загрязненный грунт можно обрабатывать, не нарушая его структуры, что предотвращает вторичное загрязнение контактных сред.

Способы иммобилизации почвы, загрязненной органическими соединениями, в прошлом считались неэффективными, так как органические соединения сильно различаются по свойствам и многие из них, летучие, трудно иммобилизуются в системах связывания, основанных на цементах и извести. Однако за последние годы по материалам исследований и полевых испытаний доказано, что органические загрязнители можно успешно обрабатывать неорганическими S/S-системами (*solidification/stabilization*) [4].

К числу современных химических методов очистки почв относится метод капсулирования. Капсулирование загрязняющих веществ это добавление в загрязненные почвы препаратов, которые обеспечивают превращение загрязняющих веществ в форму, не способную к миграции и являющейся нейтральной для внешней среды материалом. Путем инъекций в загрязненные почвы добавляют отвердители (стабилизаторы), которые способствуют полимеризации загрязняющих веществ и заключению их в своеобразную оболочку. При капсулировании изолируется само загрязняющее вещество в почве, превращаясь в своеобразную микрокапсулу.

Среди всего многообразия **биологических методов** наибольшее развитие приобретают **методы фиторемедиации почв** с использованием растений [5], а также биотехнологические методы очистки загрязненных почв специфическими видами бактерий, которые способны разлагать загрязнитель и вы-

рабатывать вещества для быстрого смывания и роста этих бактерий. Данный способ очистки имеет широкое применение при санации почвы загрязненной нефтепродуктами.

Разработка способов и средств реабилитации окружающей среды в районах расположения объектов по хранению и уничтожению химического оружия является одним из основных направлений деятельности на этапе окончания работ по ФЦП «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». На сегодняшний день уже имеется опыт по проведению реабилитационных мероприятий на территориях отработавших объектов по хранению и уничтожению химического оружия, а также на бывших объектах его производства [6, 7]. В основном эти мероприятия заключаются в дегазации грунта полидегазирующей рецептурой, выемке зараженного грунта, его утилизации и засыпке нового слоя, либо его термической обработке. На объекте по хранению и уничтожению химического оружия г. Горный Саратовской области одним из способов обработки почвы явилась термическая обработка почвы (*ex situ*). Так санация грунта из локальных районов загрязнения промышленной зоны осуществляется на термической установке термообезвреживания. Для этой цели предварительно продегазированный грунт, полидегазирующей рецептурой «МАКС» без полимерной основы, извлекают с глубины до 0,75 м и затем направляют на установку термообезвреживания.

При использовании данных методов экономические затраты очень велики, поэтому встают вопросы по захоронению изъятых грунтов, а в случае термического обезвреживания встают вопросы доведения почвы до плодородного состояния, т. е. возникают вопросы экологической эффективности данных мероприятий. Также нельзя не учитывать и тот факт, что объекты по хранению и уничтожению химического оружия в основном расположены в лесных массивах и проведение санации почв на данной территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий методом выемки грунта будет затруднено.

В связи с этим, при планировании мероприятий по реабилитации территорий в районах расположения объектов хранения и уничтожения химического оружия и выборе технологий очистки загрязненных территорий необходимо учитывать уровень техногенного воздействия, назначение и использование территории, уровень доступности, экономическую составляющую и применимость к условиям расположения в природном комплексе.

На промышленной зоне объекта хранения и уничтожения химического оружия, где размещались арсенал, здания и цеха по уничтожению отравляющих веществ и реакционных масс, объекты обеспечения и инженерные сети, после детального их обследования, оценки состояния почво-грунтов могут быть использованы методы дегазации участков местности и дорог, внешних конструкций зданий, эстакад; для части территории возможна выемка грунтов с последующей их заменой, химическая нейтрализация, фиторемедиация с последующим сжиганием отработанного фиторемедианта. Для территорий СЗЗ, где уровень воздействия от источников загрязнения может быть не вы-

соким, рекомендуется проведение экологического мониторинга и в рамках его комплексного обследования с целью выявления локальных участков возможного загрязнения для обоснования проведения (или отсутствия необходимости проведения) реабилитационных мероприятий.

Литература

1. Лотош В. Е. Очистка загрязненных земель // Экологические системы и приборы. 2001. № 11. С. 29–33.
2. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Под ред. Д. С. Орлова, В. Д. Васильевской. М.: Изд-во МГУ, 1994. С. 105–125.
3. Heavy Metal Pollution in Soil of Japan / Ed. By K. Kitagishi, I. Yamane. Tokyo: Japan Science Society Press, 1981. 302 p.
4. Ступин Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учебное пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2009. 307 с.
5. Набокова О. С. Мероприятия на объектах по уничтожению химического оружия после решения конвенциальных задач // Вестник Удмуртского университета. 2011. № 2. С. 60.
6. Акишин Р. О., Лякин А. С. Научно-технические аспекты ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 4. С. 13–16.
7. Лякин А. С. Способы приведения в безопасное состояние территорий и объектов инфраструктуры при выводе из эксплуатации объекта по хранению и уничтожению химического оружия «Горный» (пос. Горный Саратовской области) // Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 4. С. 17–20.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ПОЧВ ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Т. Я. Ашихмина^{1,2}, Л. И. Домрачева^{1,3}, И. Г. Широких^{1,2,4},
Л. В. Кондакова^{1,2}, Ю. В. Новойдарский², С. А. Шаров²*
¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
² Вятский государственный университет,
³ Вятская государственная сельскохозяйственная академия,
⁴ Зональный научно-исследовательский институт
сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого

К настоящему времени разработан широкий спектр химических, биологических и микробиологических способов и методов санации почв, очистки вод и реабилитации территорий. Особое внимание в очистке территорий от загрязнения, за последние годы, обращается на развитие и применение биологических методов с использованием высших растений и микроорганизмов, как наиболее экологически приемлемых, экономически выгодных с возможностью использования их на больших территориях. Среди всего многообразия биологических методов наибольшее развитие приобретают методы фиторемедиации, в процессе использования которых обеспечивается устранение, перемещение, стабилизация и разрушение загрязняющих веществ в почве с

использованием растений. В настоящее время разрабатывается несколько методических подходов фиторемедиации:

– фитоэкстракция – способность растений извлекать и концентрировать в наземной биомассе значительное количество тяжёлых металлов с последующей их переработкой [1]. Кукуруза и сорное растение амброзия способны накапливать свинец, хорошими растениями гипераккумуляторами являются одуванчик лекарственный, полынь обыкновенная [2], люцерна, подсолнечник, сорго, злаки – яровой ячмень, овес [3], овощи – петрушка, укроп, салат [4];

– фитодеградация – способность растений вместе с микрофлорой почвы проводить ферментативное расщепление органических веществ и переводить их в менее токсичные формы. В литературных источниках имеются сведения о том, что к растениям, способным к разрушению углеводов, фенолов, пестицидов относятся: хрен, люцерна, ива, тополь, дуб, кипарис;

– фиточистка – использование корней взрослых растений (ризофиточистка) и проростков (бластофиточистка) для поглощения загрязнителя, главным образом тяжёлых металлов, из водных растворов;

– фитостабилизация – использование растений для перевода веществ-загрязнителей в малодоступную форму и уменьшения подвижности металлов.

Фиторемедиация становится эффективным и экономически выгодным методом очистки окружающей среды только после того, как будут обнаружены растения-аккумуляторы, которые способны накапливать в своей биомассе элементы в десятки раз больше, чем обычные растения. Фиторемедиация загрязнённых почв и осадочных пород уже применяется для очистки военных полигонов (от тяжёлых металлов, органических поллютантов), сельскохозяйственных угодий (пестициды, металлы, селен), промышленных зон (органические соединения, тяжёлые металлы, мышьяк), мест деревообработки [5].

К сожалению, мы еще мало знаем о механизмах накопления растениями тяжёлых металлов, нерастворимых соединений, потому что до сих пор основное внимание уделялось усвоению растениями соединений азота, фосфора и других элементов питания [6]. К настоящему времени практически отсутствует научно обоснованные критерии для выбора растений с точки зрения их потенциальной способности к фиторемедиации почв. Есть определённые ограничения применения методов фиторемедиации. Фиторемедиация может быть длительным процессом, и очищение загрязнённого участка может занять несколько сезонов. Высокая концентрация загрязняющих веществ может препятствовать росту растений и, таким образом, может ограничить применение данного метода на некоторых участках. Успех фиторемедиации может быть ограничен такими факторами, как время, климат, глубина проникновения корня, химический состав среды, и уровень загрязнения. Восстановление почвы растениями требует, чтобы загрязнители были в контакте с корневой зоной растений [7]. Известно, что растения слабо усваивают некоторые элементы и соединения даже при их высоком содержании в почве из-за того, что они являются малорастворимыми. Проблему удалось решить, когда обнаружили, что поступление некоторых элементов и нерастворимых соединений в

растения стимулируют вещества, образующие с ними в почвенном растворе устойчивые, но растворимые комплексные соединения [6]. Некоторые виды растений могут накапливать тяжёлые металлы без признаков угнетения [9, 10]. Так, например, растение горчицы сарептской можно использовать при фиторемедиации из почвы кобальта и никеля, если их концентрация в почве не превышает 10 ПДК. Растения бархатцы в прямостоячих формах устойчивы к почвам, загрязнённым тяжёлыми металлами и способны к их накоплению [10]. Также имеются данные, что бархатцы прямостоячие, кострец безостый, дягиль лекарственный [11] проявляют устойчивость к воздействию нефтяных углеводородов, под их посевами уменьшается содержание остаточной нефти и увеличивается численность углеводородокисляющих микроорганизмов, восстанавливается ферментативная активность почвы [12]. Дягиль лекарственный так же адаптирован к усвоению аммонийного азота [13]. Медь, по данным исследований хорошо аккумулируется в тканях таких растений как люпин, календула, подсолнечник. Кадмий хорошо аккумулируется в тканях подсолнечника карликового [5]. Установлено, что горчица белая, редька масличная и, особенно, амарант багряный являются перспективными растениями-фиторемедиаторами на дерново-подзолистых почвах, загрязнённых навозными стоками. Эти культуры способны выносить из почвы значительные количества азота, фосфора и калия, аккумулировать сразу несколько тяжёлых металлов [14]. Корни некоторых растений (например, фасоли и других двудольных) могут при недостатке железа повышать кислотность почвы, в результате чего его соединения переходят в растворимое состояние [6].

Кроме высших растений в биологической практике очистки территорий стали активно применяться методы биотехнологии с использованием микроорганизмов: определённых специфических видов бактерий, водорослей и грибов. Внесение в загрязнённую почву специфических микроорганизмов, позволяет разлагать загрязнитель и вырабатывать вещества, которые способствуют его быстрому вымыванию из почвы. Данный способ очистки получил широкое применение при санации почвы, загрязнённой нефтепродуктами. Однако пока не разработан комплексный дифференцированный подход к их применению в реальных условиях, на территориях объектов уничтожения химического оружия, с учётом их возможного загрязнения и природных особенностей местности.

Биологический способ очистки почвы можно использовать как *in situ* так и *ex situ*. Главным преимуществом микробиологического метода является то, что многие органические соединения поддаются биоразложению, при этом не образуются побочные загрязнители, процесс осуществляется в любой среде (жидкой и твёрдой), имеет низкую стоимость. Основным недостатком этого способа является ограниченность его применения в почвах с высоким содержанием неорганических загрязнителей, поскольку процесс биологического разложения загрязнителей в этих условиях проходит медленно [15].

Способ биологической очистки почвы, целесообразно использовать при санации участков территорий объектов по хранению и уничтожению химиче-

ского оружия, где в течение многих лет хранились и уничтожались фосфор-, хлор-, сера-, мышьяксодержащие органические вещества. Для этого необходимо выделить микробные изоляты, присутствующие длительное время в почве санитарно-защитной зоны объекта. Известен факт, что микроорганизмы, обитающие в почве, приспособляются к наличию в ней токсических соединений и, со временем, начинают разлагать эти вещества, передавая приобретённые признаки своему потомству, генетически закрепляя их. Согласно этим данным, используя накопленные сведения по проводимому лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН ВятГГУ контролю и мониторингу санитарно-защитной зоны объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» Кировской области [16], можно провести селекцию присутствующих на этих территориях микроорганизмов, способных разлагать обнаруженные загрязняющие вещества.

Кроме того, проводятся исследования по очистке почв на основе использования гуминовых кислот и/или микробиологических препаратов на их основе. В результате установлено, что добавление препаратов, активированных гуминовыми кислотами, приводит к связыванию катионов токсичных металлов и к усилению биodeградации органических токсикантов, включая наиболее стойкие экотоксиканты [17].

Наряду с этим, российскими учёными разработан способ ферментативного гидролиза фосфорорганических соединений в почво-грунте. Специалистами НИЦ ФГКУ «48 ЦНИИ» Минобороны России разработана технология производства экологически безопасного препарата биодеструктора фосфорорганических соединений [18].

С учётом этого, при разработке мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения химического оружия, необходимо провести отбор и обоснование наиболее приемлемых методов, с учётом технологических, экологических, экономических и природных особенностей их применения.

Литература

1. Галиулин Р. В., Галиулина Р. А. Фитоэкстракция тяжёлых металлов из загрязнённых почв // *Агрохимия*. 2003. № 3. С. 77–85.
2. Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Аккумуляция тяжёлых металлов некоторыми высшими растениями в разных условиях местообитания // *Агрохимия*. 2002. №9. С. 66–71.
3. Яковишина Т. Ф. Детоксикация загрязнённых тяжёлыми металлами чернозёмов обыкновенных Северной степи Украины: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук 03.00.16. М., 2006. 24 с.
4. Плеханова И. О., Кутякова Ю. Д., Обухов А. И. Накопление тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями при внесении осадков сточных вод // *Почвоведение*. 1992. № 12. С. 1530–1536.
5. Нашивочникова А. В., Степанова С. В. Фиторемедиация почв, загрязнённых тяжёлыми металлами. 2014. Режим доступа: <http://elib/sfu-kras.ru/handle/2311/5610>.
6. Душенков В., Раскин И. Фиторемедиация: зелёная революция в экологии // *Химия и жизнь-21 век*. 1999. № 11–12. С. 48–49.

7. Брюзгина А. Л. Фиторемедиация, как способ очистки почв, загрязнённых Cu, Ni, Zn. 2014. Режим доступа: <http://sibac.info/10981>.
8. Baker A. J. M., Brooks R. R. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metal elements – A review of their distribution, ecology and phytochemistry // *Biorecovery*. 1989. № 1. P. 83–125.
9. Chaney R. L. Land treatment of hazardous wastes / Ed. by J.F. Parr, P.V. Marsh, J.M. Kla. Noyes Data Corp., Park Ridge, NJ, 1983. P. 50–75.
10. Malarkodi M., Krishnasamy R., Chitdeshwari T. Phytoextraction of Nickel Contaminated Soil Using Castor Phytoextractor // *J. Plant Nutrition*. 2008. V. 31. № 2. P. 219–229.
11. Григориади А. С. Оценка эффективности применения биопрепаратов и фитомелиорантов в биоремедиации нефтезагрязнённых почв: Дис. ... канд. биол. наук: 03.01.06, 03.02.08. М., 2010. 227 с.
12. Киреева Н. А., Григориади А. С., Водопьянов В. В., Амирова А. Р. Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязнённых нефтяными углеводородами // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011. Т. 13. № 5(2). С. 184–187.
13. Menghini A., Procceschi N., Venanzi G., Milletti G. Accrescimento-edifferenziazione biometrica dipiantedi *Angelica archangelica* L. In coltura idroponica // *Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia*. 1988. V. 42. P. 755–760.
14. Флесс Н. А. Фиторемедиация почв, подвергшихся загрязнению в результате применения жидких органических удобрений: Дис. ... канд. биол. наук: 06.01.04. М., 2007. 187 с.
15. Ступин Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учебное пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2009. 307 с.
16. Домрачева Л. И., Ашихмина Т. Я., Кондакова Л. В., Дабах Е. В., Елькина Т. С. Сравнительный анализ специфики почвенных альго-микологических комплексов в зоне действия объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» // *Теоретическая и прикладная экология*. 2012. №4. С. 73–78.
17. Загребин Е. М., Соснов А. В., Садовников С. В., Землякова М. А., Пуцыкин Ю. Г., Шаповалов А. А. Новые высокотехнологичные сорбенты и сорбенты – биодеструкторы на основе гуминовых кислот в качестве средств ремедиации и рекультивации загрязнённых почв // *Теоретическая и прикладная экология*. 2012. № 4. С. 21–29.
18. Стяжкин К. К., Туманов А. С., Ашихмина Т. Я., Колесников Д. П., Тетерин В. В., Погорельский И. П., Лещенко А. А., Лазыкин А. Г., Зиганшин А. Р. Экспериментальная оценка микробоцидного и деградативного потенциала биопрепарата деструктора фосфорорганических соединений / *Теоретическая и прикладная экология*. 2014. № 4. С. 51–59.

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

С. В. Гальченко, В. Р. Бугарева
Рязанский государственный университет,
s.galchenko@rsu.edu.ru, valyabugaryova@gmail.com

Для обезвреживания ядовитых веществ, попадающих в окружающую среду, уже давно и успешно используют различные микроорганизмы. Однако, они не способны удалять из почвы вредные для здоровья тяжелые металлы, такие как кадмий, медь, свинец, а также радиоактивные изотопы стронция, цезия, урана и другие радионуклиды (Остроумов, Соломонова, 2008).

Фиторемедиация стала эффективным и экономически выгодным методом очистки окружающей среды только после того, как были обнаружены растения-гипераккумуляторы тяжелых металлов, способные накапливать в своих органах и тканях до 5% никеля, цинка или меди в пересчете на сухой вес – то есть в десятки раз больше, чем обычные растения (Гальченко, 2002).

Фиторемедиацию используют для очистки твёрдых, жидких и воздушных субстратов, для очистки военных полигонов (от металлов, органических поллютантов), сельскохозяйственных угодий (пестициды, металлы, селен (Se)), промышленных зон (органика, металлы, мышьяк (As)), мест деревообработки (ПХБ) и др. Кроме того, по данной технологии очистки могут быть подвергнуты и загрязнённые водные источники: городские сточные воды, поверхностный сток с сельскохозяйственных полей, грунтовые воды. Растения-ремедиаторы также могут быть использованы для очистки воздуха как в помещениях, так и вне их, например, от оксидов азота, серы (S) и углерода (C), пыли, копоти.

Растения воздействуют на окружающую среду следующими способами: ризофилтрация, фитоэкстракция, фитоволатилизация, фитостабилизация, фитодегградация и фитостимуляция (Перельман, 1989).

Растения-ремедиаторы могут применяться как фильтры на заболоченных участках или на промышленных установках. К данным технологиям относится ризофилтрация. В этом случае на искусственно созданных заболоченных территориях применяются различные водные виды: ряска (*Lemna*) – для неорганических поллютантов (хорошие накопители металлов и лёгкий сбор биомассы), виды родов перистолистника (*Myriophyllum*) и элодеи (*Elodea*). В процессе ризофилтрации осуществляется интенсивное аэрирование (принудительное насыщение воздухом), что позволяет, в некоторых случаях, использовать и наземные растения в качестве фиторемедиаторов: горчица (*Brassica*) и подсолнечник (*Helianthus*).

Другая технология, называемая фитоэкстракцией, заключается в использовании растений для извлечения поллютантов и аккумуляции их в тканях. Растительный материал может далее либо использоваться для непищевых целей (производство дерева, картона), либо сжигаться с последующим вывозом золы на свалку. Данная технология, главным образом, используется для очистки от неорганических поллютантов (металлы, селен, мышьяк, радионуклиды). Для фитоэкстракции также применяют горчицу (*Brassica*) и подсолнечник (*Helianthus*) из-за их быстрого роста, образования большой биомассы и высокой устойчивости к неорганическим поллютантам.

Технология фитостимуляции состоит в применении растений для стимуляции биодеградации поллютантов микроорганизмами в ризосфере. Такая стимуляция биодеградации осуществляется за счёт секреции растениями органических веществ, используемых ризосферными микроорганизмами в качестве источника энергии и углерода, а также различных вторичных метаболитов, активирующих гены, ответственные за синтез деградирующих ферментов. Для фитостимуляции микроорганизмов-деструкторов корневой зоны

применяются растения, обладающие обширной плотной корневой системой и секретирующие специфические вещества, способствующие росту микроорганизмов. В частности, используются различные травы (например, овсяница (*Festuca*)) из-за их обширной и плотной корневой системы и шелковица (*Morus*) из-за секреции фенольных соединений.

Фитостимуляция применяется для очистки от гидрофобных органических поллютантов (ПХБ, углеводороды нефтепродуктов), которые не могут быть поглощены растениями, но могут быть деградированы микроорганизмами.

Технология использования растений для деградации поллютантов получила название фитодеградация. Она эффективна против органических поллютантов обладающих хорошей подвижностью в растениях (гербициды, трихлорэтилен и др.) (<https://ru.wikipedia.ru>). Применяемые для фитодеградации виды характеризуются наличием обширной плотной корневой системы и высоким уровнем синтеза ферментов, необходимых для деградации (наиболее часто применяют растения тополя (*Populus*) (<http://www.profiz.ru/eco>).

Исходя из вышеизложенного, нами была сформулирована научная гипотеза: декоративные цветочные культуры – озеленители городов, способны в разной степени к аккумуляции тяжелых металлов из городской почвы и, следовательно, могут выполнять функции фиторемедиаторов урбанизированных территорий.

Для подтверждения или опровержения научной гипотезы была проведена серия научных исследований по оценке фиторемедиационных свойств пяти цветочных культур, которые традиционно используются для озеленения городских территорий в Российской Федерации: тюльпаны (*Tulipa*), бархатцы (*Tagetes*), амарант (*Amaranthus*), сальвия (*Salvia*) и цинерария (*Cineraria*) (Гальченко, 2002).

Расчет и оценка значений коэффициента биологического поглощения (A_x) тяжелых металлов (Перельман, 1989) различными цветочными растениями показывает их избирательность в накоплении того или иного металла, что позволило составить биогеохимический ряд поглощения для каждой из исследуемых декоративных культур:

- тюльпаны (*Tulipa*) – $Zn^{2+} > Cu^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+}$;
- бархатцы (*Tagetes*) – $Cu^{2+} > Zn^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+}$;
- амарант (*Amaranthus*) – $Zn^{2+} > Pb^{2+} > Cu^{2+} > Cd^{2+}$;
- цинерария (*Cineraria*) – $Zn^{2+} > Cu^{2+} > Pb^{2+}$;
- сальвия (*Salvia*) – $Zn^{2+} > Cu^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+}$.

Таким образом, полученные результаты позволили установить, что максимальные значения A_x для большинства цветочных культур отмечаются в отношении цинка и меди. Данный факт объясняется высокой биофильностью и физиологической ролью исследуемых химических элементов (участие в биосинтезе ферментов, витаминов, ростовых веществ и т.д.). Исключение составляет амарант (*Amaranthus*). В этом растении помимо цинка активно накапливается свинец – высокотоксичный тяжелый металл, опасный загрязнитель почвы большинства современных городов.

Преимущества метода фиторемедиации: относительно низкая себестоимость проводимых работ по сравнению с традиционными очистными сооружениями, метод безопасен для окружающей среды, теоретическая возможность экстракции (метод извлечения вещества из раствора или сухой смеси с помощью подходящего растворителя – экстрагента) ценных веществ из зеленой массы растений (Ni, Au, Cu), возможность мониторинга процесса очистки, уровень очистки не уступает традиционным методам (<https://ru.wikipedia.ru>).

Наряду с преимуществами фиторемедиация имеет ряд ограничений. Растения, производящие очистку, должны находиться в зоне загрязнения и быть способными воздействовать на поллютант.

Литература

Гальченко С. В. Оценка влияния техногенных выбросов на экологическое состояние урбанизированных систем (на примере города Рязани): Дис. ... канд. биол. наук. РГСХА имени профессора П. А. Костычева. Рязань, 2002. С. 160.

Остроумов С. А., Соломонова Е. А. Инновационная разработка экотехнологического подхода к очищению вод: фиторемедиация с использованием водных макрофитов // Вода: технология и экология. 2008. С. 48–56.

Душенков В., Раскин И. Фиторемедиация: зеленая эволюция в экологии. Ратгерский университет, Нью-Джерси, США. 2011. С. 48–49.

Перельман, А. И. Геохимия: учеб. для геол. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1989. 528 с.

<http://www.chem.msu.ru> [сайт] дата обновления: 29.12.2015 г., дата обращения: 10.02.2016 г.

<http://www.profiz.ru/eco> [сайт] дата обновления: 24.11.2015 г., дата обращения: 10.02.2016 г.

<https://ru.wikipedia.ru> [сайт] дата обновления: 02.02.2016 г., дата обращения: 10.02.2016 г.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

М. А. Хрусталева

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

Изучение функционирования и влияния водных экосистем проводилось в ландшафтах Смоленской и Московской физико-географических провинций, литогенная основа которых сложена известняками, доломитами, мергелями карбона (Хрусталева, 2015). Завершение формирования ландшафтов относится к четвертичному периоду, когда поверхность коренных пород выравнивали многократные оледенения. Современные ландшафты сформировались в конце голоцена. Четвертичные отложения ландшафтов сложены мореной, мощностью 40–50 м и перекрыты покровными суглинками мощностью 1,5–3,0 м.

талые воды московского ледника при отступании оставили холмистый песчаный рельеф и флювиогляциальные пологоволнистые равнины.

Гидрологические режимы трансаквальных естественных экосистем рек Москвы, Рузы, Озерны, Истры, ход поемных и аллювиальных процессов значительно изменились в связи с созданием аквальных ландшафтов. Здесь отсутствуют активные паводки, почти сnivelирована аллювиально-аккумулятивная деятельность рек. Изменения произошли в основных ландшафтообразующих процессах. Примером их могут служить гидроморфные ландшафты пойм и пониженные части первых террас, которые преобразовались в аквальные комплексы, а незатопленные части пойменных ландшафтов заболотились в связи с подпором поверхностных грунтовых и атмосферных вод. На террасах затопление привело к образованию глееватых и дерново-подзолистых глеевых почв. Наряду с природными факторами экосистем, в том числе почвенного покрова и долинных комплексах, появились новые ландшафты, обусловленные подтоплением и затоплением. Аквальные ландшафты представлены системой москворецких водохранилищ, предназначенных для водоснабжения населения городов, а также для промышленных и хозяйственно-бытовых потребностей. Они являются конечными звеньями аккумуляции химических элементов.

Аквальные экосистемы модельного Можайского водохранилища, образованные в результате затопления долины р. Москвы в 1960 г., с площадью водосбора 1360 км², площадью водного зеркала (при НПГ) 30,7 км², емкостью (при НПГ) 235 млн. м³, длиной 28 км, средней шириной 1,1 км, средней глубиной 7,7 м с колебаниями от 2 м в верховье до 23 м у плотины, сработка уровня составляет 6–7 м (Эдельштейн, 1971).

Аквальные ландшафты при их функционировании оказывают влияние на свойства компонентов гидроморфных, автономных элювиальных, что проявляется в различиях радиационного теплового балансов акватории и автономных ландшафтов. Наиболее существенно изменяются температура, влажность воздуха аквального ландшафта, что сказывается на свойствах прилегающих к нему экосистем на расстоянии десятков и сотен метров от берега, по мере удаления от него понижается уровень грунтовых вод и верхняя граница оглеения. При создании водохранилищ происходит затопление почв антропогенных, луговых экосистем, что способствует изменению их физических и химических свойств. Важно отметить, что при высоком уровне воды в водоемах оглеение усиливается, а при низком, наоборот, уменьшается или совсем исчезает. Оглеение и заболачивание обусловлено подтопляющим действием аквальных экосистем, способствующее увеличению содержания подвижных закисных форм железа (до 209 мг/100 г. почвы) и кислотно-растворимого (до 14 мг/ 100 г. почвы) марганца (Хрусталева, 2013). Подтопляющее воздействие аквального ландшафта изменило направление почвообразовательного процесса в сторону уменьшения гидроморфности с развитием заболачивания, в результате которого образовались дерново-подзолисто-глеевые почвы. Сильное оглеение почвенного профиля выразилось в появлении сизых и голубых

оттенков, ржавых пятен железа и темных марганцевых новообразований. В профилях затопленных почв можно выделить горизонты, свойственные дерново-подзолистым почвам. Характерной чертой всех затопленных почв является перекрытие их наилками или донными отложениями, мощность которых увеличивается от верховьев и от берега в глубь акватории водохранилища с колебанием от 10 – мелководье до 30 см – в глубоководном русле реки у Красновигово.

Функционирование водных экосистем находит отражение во влиянии их на растительный покров гидроморфных ландшафтов. Так, по мере приближения от автономных антропогенных и луговых со злаково-разнотравной и разнотравно-злаковой растительностью к аквальному ландшафту наблюдается увеличение в травостое влаголюбивых видов растений, таких как: лютик ползучий, лисохвост коленчатый, лапчатка (гусиные лапки), осок (листья, заячья), ситники, камыш лесной. С приближением к воде степень покрытия травостоем уменьшается, и осоки уступают место ситникам, распространенным пятнами. В этом же направлении возрастает биопродуктивность (от 17 до 27 ц/га), хотя кормовая ценность осок и ситников низкая.

Химический состав вод Москва-реки и Можайского водохранилища гидрокарбонатно-кальциево-магниевый с максимумом (до 500 мг/л) минерализации в осенне-зимние месяцы (1) рН в водах водохранилища изменялся от 7 до 9,3. Максимальные значения рН относятся к августу, когда появлялся карбонатный ион. Наибольшие значения величин рН зафиксированы в поверхностных слоях воды, а минимальные – в придонных. Отмечалось уменьшение величин рН и кислорода с глубиной. Колебания значений рН и кислорода в водах связано с изменениями температуры, биогеохимических процессов и др.

Минимальные (до 20% насыщения) значения кислорода отмечались в июле в придонных слоях воды; максимальные – в поверхностных в периоды активного фотосинтеза, когда количество кислорода было близко к нормальному насыщению (около 100%) и имело место перенасыщение (до 160% насыщения).

Необходимо отметить отсутствие биогенов в поверхностных слоях воды в летний период, т. к. они интенсивно поглощаются растительными организмами. В осенне-зимние месяцы величины их возрастали в связи с перемешиванием воды и переносом последних из придонных слоев воды в поверхностные (Хрусталева, 1971; Хрусталева, 2015).

Максимум микроэлементов обнаружен в придонных слоях воды (Хрусталева, 2012), но их содержание не превышало предельно допустимых концентраций. Под влиянием человека происходит внутренняя перестройка структуры ландшафта, а, именно, генетических горизонтов почв, вертикальных связей компонентов, биопродуктивности и состава вод.

В результате проведения полевых и экспериментальных исследований в процессе функционирования водных экосистем определена степень их воздействия на прилегающие сопредельные среды. Ухудшение экологического состояния ландшафтов обусловлено совокупностью геохимических процес-

сов, связанных с деятельностью человека. Содержание химических элементов в водах не превышает ПДК.

Литература

Хрусталева М. А. Экобиогеохимия ландшафтов. Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing Saarbrucken, Deutschland. Германия, 2015. 352 с.

Хрусталева М. А. Изменение свойств почв под влиянием подтопления водохранилищами // Матер. Межд. научно-практ. конф. (17–20 сент. 2013 г., Минск Беларусь). Минск: Изд-во Центр. БГУ, 2013. С. 214–216.

Хрусталева М. А. Биогенные вещества // Комплексные исследования Можайского водохранилища. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. Вып. 3. С. 213–220.

Хрусталева М. А. Биогеохимическая миграция и аккумуляция тяжелых металлов в компонентах природных и антропогенных ландшафтов // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Материалы VII Междун. науч.-практ. конф. Минист-во образ. Респ. Казахстан. Семей, 2012. С. 368–373.

Эдельштейн К. К. Морфология и морфометрия водохранилищ // Комплексные исследования Можайского водохранилища. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. Вып. 3. С. 24–37.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2015 г.

М. О. Френкель

*Кировский ЦГМС – филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС»,
kcgms@kirov.tcom.ru*

Государственный контроль качества воды в поверхностных водных объектах осуществляется Кировским ЦГМС на 16 реках, 22 гидрологических постах, 29 створах. Контролируется 32 ингредиента: запах, прозрачность, цветность, углерода диоксид, температура, водородный показатель, взвешенные вещества, растворенный кислород, процент насыщения кислородом, хлорид-ион, сульфат-ион, минерализация, общая жесткость, гидрокарбонат-ион, сумма натрия и калия, легкоокисляемые органические соединения по величине БПК₅, трудноокисляемые органические соединения по величине ХПК, магний, кальций, железо, медь, нефтепродукты, аммоний-ион (по азоту), нитрит-ион (по азоту), нитрат-ион (по азоту), сумма азота, фосфат-ион (по фосфору), кремний, цинк, фенолы летучие, синтетические поверхностно активные вещества (СПАВ), формальдегид.

На реках Чепца, Большая Кокшага, Молома, Большая Просница, Быстрица, Немда, Воя, Ярань, Юг, Белая Холуница, Кама, Кобра, Кильмезь и Луза располагается по одному гидрохимическому посту, мониторинг загрязнения вод проводится на каждом водном объекте в основные фазы гидрологического режима (7 раз в год). На р. Вятка мониторинг загрязнения вод проводится на 7 гидрохимических постах (с. Красноглинье, гг. Кирс, Слободской, Кирово-Чепецк, Киров, Котельнич и Вятские Поляны). Наблюдения на р. Вятка (кроме ГП Кирс) проводятся ежемесячно и дополнительно в период половодья, на

реках Белая Холуница и Вятка (ГП Кирс) – 5 раз в год, Хлыновке – экспедиционно (4 раза в год).

В течение 2015 г. отобрано и проанализировано 254 пробы, в которых выполнено 6591 определение. 14, 19, 21 и 27 июля 2015 г. отобрано 12 дополнительных проб поверхностной воды в р. Чахловица на запах, растворенный кислород, азот аммонийный, азот нитритный и азот нитратный в связи с поступившей информацией о жалобе на запах воды в данной реке около садового товарищества «Нефтяник».

Для воды р. Вятки в 2015 г. характерными загрязняющими веществами являлись железо и трудноокисляемые органические вещества по величине ХПК, повторяемость превышений ПДК концентрациями которых составляла 46–100%. Среднегодовые концентрации трудноокисляемых органических веществ по величине ХПК были на уровне 2 ПДК на всей протяженности реки, средние за год концентрации железа превышали ПДК в 1,3–8,1 раза (максимум отмечен у г. Кирс).

Отмечена загрязненность воды реки Вятки у с. Красноглинье, гг. Слободской, Кирово-Чепецк, Киров, Котельнич и Вятские Поляны медью, среднегодовые концентрации которой превышали ПДК в 1,3–2,4 раза; воды реки у гг. Слободской, Кирово-Чепецк, Киров, Котельнич и Вятские Поляны превышение ПДК по фенолам летучим, среднегодовые концентрации которых превышали ПДК в 1,1–4,1 раза; воды реки у г. Котельнич нефтепродуктами на уровне 3 ПДК; воды реки ниже г. Вятские Поляны азотом нитритным на уровне 1,3 ПДК.

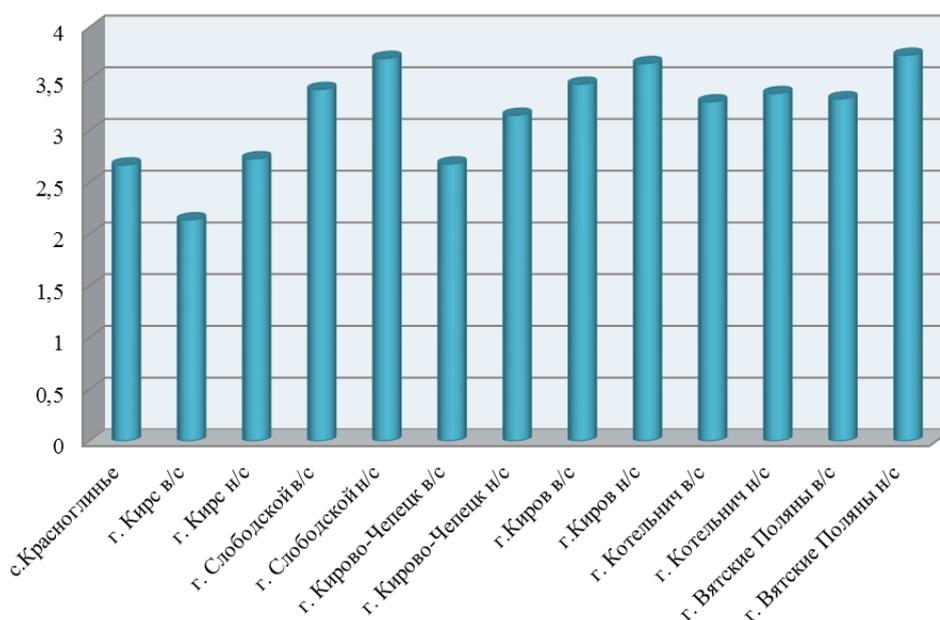


Рис. 1. Качество воды р. Вятки за 2015 год по комплексным показателям

Характерными загрязняющими веществами в 2015 году на всех реках Кировской области стали медь и трудноокисляемые органические вещества по величине ХПК, повторяемость превышений ПДК концентрациями которых составляла от 29 до 100%.

В воде рек Большая Кокшага, Кобра, Белая Холуница, Чепца, Большая Просница, Хлыновка, Быстрица, Молома, Кильмезь, Ярань, Юг и Луза среднегодовые концентрации фенолов летучих составляли 1,0–1,8 ПДК, железа – 1,1–5,7 ПДК. Наблюдалась загрязненность воды рек Кобра, Молома, Юг и Луза азотом аммонийным, среднегодовые концентрации которого оставались на уровне ПДК, рек Чепца, Большая Просница и Хлыновка нефтепродуктами, средние концентрации за год которых составили 1,3–5,2 ПДК, рек Ярань и Хлыновка азотом нитритным, со среднегодовыми концентрациями 1,1 ПДК и 5,2 ПДК соответственно, реки Немда сульфат-ионом, на уровне среднегодовой концентрации 1,2 ПДК.

Кислородный режим в 2015 г. на всех реках области был благоприятным. Главными причинами ухудшения качества вод являются следующие.

1. Гидрологические изменения, связанные с изменением климата (увеличение количества выпадающих осадков, не справляющаяся с ними система ливневой канализации в городских условиях, смыв загрязняющих веществ в р. Вятку и другие реки).

2. Прекращение строительства новых очистных сооружений в Кировской области и недостаточную эффективность многих существующих очистных сооружений.

3. Недостаточное финансирование программ Кировской области по улучшению качества водных объектов.

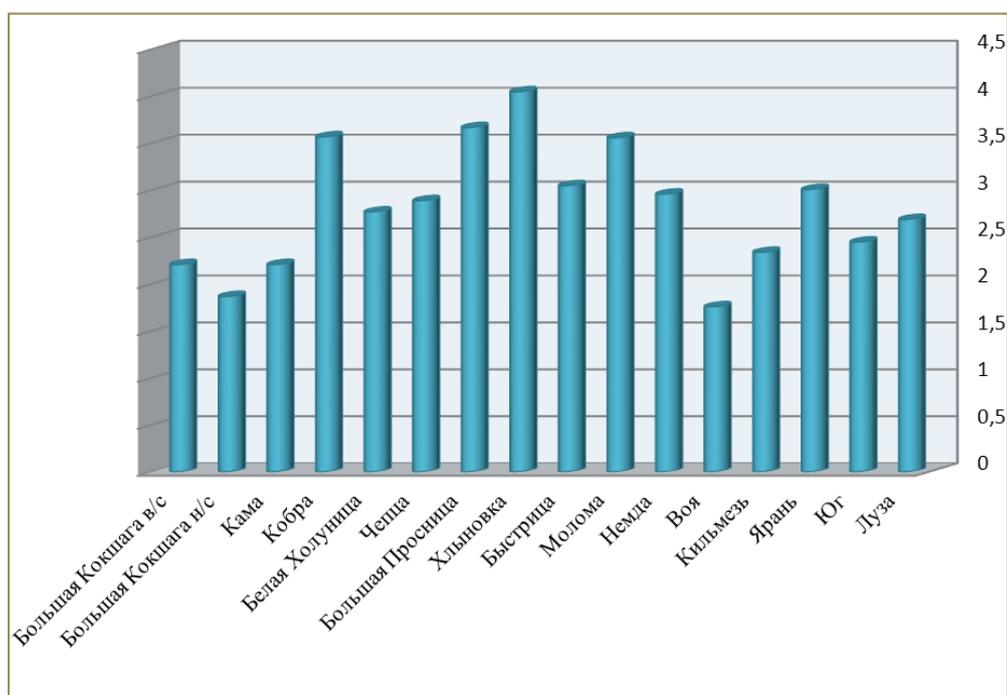


Рис. 2. Качество воды рек на территории Кировской области за 2015 г. по комплексным показателям

Таким образом, качество воды р. Вятка по сравнению с прошлым годом ухудшилось практически на всем ее протяжении, за исключением пункта г. Кирово-Чепецк и выше г. Кирс, где оно по комплексной оценке не измени-

лось. По сравнению с 2014 г. качество воды по комплексной оценке других рек: Кама, Белая Холуница, Чепца, Хлыновка, Немда, Юг и Луза не изменилось. Причем, в реках Кобра, Большая Просница, Быстрица, Молома, Воя, Ярань, Кильмезь качество воды ухудшилось. В р. Большая Кокшага качество воды ухудшилось в фоновом створе и улучшилось в контрольном створе.

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МОРЯ

И. В. Агаркова-Лях

Институт природно-технических систем, iva_crimea@mail.ru

Современной тенденцией развития берегов является изменение их береговой зоны из-за подъема уровня Мирового океана и высокой антропогенной нагрузки (Берд, 1990). В результате, в береговой зоне наблюдается сокращение ширины пляжей, активизация деструктивных экзогенных процессов, изменение гранулометрического и вещественного состава пляжных отложений, дефицит наносов во вдольбереговых потоках, ухудшение качества прибрежных вод (Айбулатов, Артюхин, 1993; Айбулатов, 1994; Лымарев, 2000). Основная причина этих процессов заключается в нарушении естественного баланса вещества между сушей и морем. Следовательно, вещественно-энергетические взаимодействия выступают важным показателем состояния береговой зоны моря.

Под экосистемой береговой зоны моря понимают упорядоченную общность ее объектов, взаимосвязанных обменом массы и энергии, действующих как сложное целое (Сафьянов, 1996). Иными словами, экосистема береговой зоны представляет собой комплекс биотических и абиотических компонентов наземно-аквальных комплексов, объединенных потоками вещества и энергии. В соответствии с гидродинамическими критериями, морская граница береговой зоны моря проходит на глубине, равной $\frac{1}{2}$ длины волны в открытом море или $\frac{1}{3}$ длины наиболее крупных штормовых волн. Наземную границу проводят в зависимости от типа берега: по линии максимального заплеска прибойного потока на аккумулятивных и подножию активного клифа – на абразионных берегах. Влияние моря на сушу выражается в особенностях климата приморской зоны (местные ветры, влажность воздуха, амплитуды температур, количество осадков и др.), гидро- и литодинамических процессах (волновой и уровенный режимы, вдольбереговая и поперечная миграция обломочного материала), выносе на берег биогенного материала (водоросли, раковинный детрит, останки погибших животных) и антропогенных загрязняющих веществ (Шадрин, 1998; Шадрин, Лялина, 1999). Влияние суши на море осуществляется через поверхностный/подземный сток рек и временных водотоков, климат прибрежной зоны, экзогенные береговые процессы (абра-

зия/размыв, аккумуляция, обвалы, оползни, эоловые и пр.) и антропогенные загрязняющие вещества.

Взаимосвязи в береговой зоне и процессы развития ее природы специфичны, что указывает на необходимость ее изучения как особой структурной единицы ландшафтной оболочки, качественно отличной от разделяемых ею природных комплексов соседних пространств суши и открытых акваторий. Эти особенности проявляются следующим образом:

1. В системе «суша-море» береговая зона выполняет роль фокуса, в котором максимально сконцентрирована основная часть вещественно-энергетических взаимодействий и переносов (Дроздов, 1985). С удалением от оси береговой зоны – береговой линии – количество и интенсивность взаимодействий уменьшаются. В данном случае можно провести аналогию между береговой зоной системы «суша-море» и ландшафтной сферой географической оболочки;

2. Двухнаправленность вещественно-энергетических потоков выражается в циклических переносах и обратных связях между наземной и водной частями береговой зоны (бризы, приливы-отливы, поперечное перемещение обломочного материала и др.);

3. Берег выступает в качестве множественной границы, где контактируют вода-воздух, вода-суша, вода-дно, вода-взвешенные вещества, вода-живое вещество, суша-воздух и т.д. (Лебедев и др., 1974; Боков и др., 1998). Вследствие этого, в пределах морских мелководий наблюдается максимальная активность гидрофизических, химических, биохимических, биологических и др. процессов;

4. Высокая концентрация жизни в прибрежной зоне (более 80% организмов) определяет интенсивный обмен живым веществом (Айзатуллин и др., 1976). Здесь отмечается высокая биологическая продуктивность прибрежных аквальных биоценозов, так называемый «биологический эффект краевой контрастности» (Мильков, 1981). Разнообразие организмов и мозаичность их пространственного размещения приводят к многообразию биоценозов морских мелководий (Коломыш, 1987);

5. Проявление барьерных эффектов связано с различиями физических свойств воды и суши, которые «делают эти среды неравноценными трансформаторами солнечной энергии» (Мильков, 1981). Следовательно, суша и море могут выступать преобразователями свойств потоков, преградой на пути движения потоков и организмов, притягивающим или отталкивающим барьером и т.д.

Контрастность сред в береговой зоне и связанные с ней особенности вещественно-энергетического взаимодействия учитывают биологи, экологи и географы, рассматривающие береговую зону в качестве биологического и экологического коридора (Перспективы создания..., 2002), экотона (Глушко, 1995; Митина, 2005), контурного биотопа (Зайцев, 2006), парадинамического и парагенетического ландшафтного комплекса (Мильков, 1981; Дроздов,

1985; Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья, 1988; Агаркова-Лях, 2006).

Таким образом, потоки вещества и энергии в береговой зоне контролируют обменные процессы между сушей и морем, определяя функционирование и внешний облик ее ландшафтов. Поэтому комплексная оценка состояния наземно-аквальных экосистем должна учитывать характер их вещественно-энергетических взаимодействий.

Для получения количественных характеристик вещественного обмена используются: линейные скорости, объемные и массовые величины береговых и донных процессов; ширина пляжа и объем пляжевых наносов; объемные и массовые величины твердого стока рек и временных водотоков; доля биогенной составляющей в пляжных наносах; объем добычи песчано-галечного материала на берегу и подводном склоне; объем подпитки обломочным материалом пляжей; мощность вдоль береговых потоков наносов; массовые величины выбросов морских водорослей и трав (Шадрин, 1998); объемные и массовые величины загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Показателями энергетического обмена в береговой зоне служат: суммарная энергия волнений различных направлений и их повторяемость; энергия и повторяемость штормовой, приливно-отливной и сгонно-нагонной деятельности.

Качественно-количественные характеристики обмена веществом и энергией позволяют оценить устойчивость экосистем береговой зоны моря в условиях антропогенного воздействия, а также составить прогноз их динамики на будущее.

Литература

Агаркова-Лях И. В. Парагенетичні ландшафтні комплекси берегової зони моря (на прикладі чорноморського узбережжя Криму): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Сімферополь, 2006. 21 с.

Айбулатов Н. А., Артюхин Ю. В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. СПб.: Гидрометеиздат, 1993.

Айбулатов Н. А. Экспансия человека в прибрежно-шельфовую зону // Вестник РАН. Т. 64. № 4. 1994. С. 340–348.

Айзатуллин Т. А., Лебедев В. Л., Суетов А. А., Хайлов К. М. Граничные поверхности и география океана // Вестник МГУ. 1976. № 3.

Берд Э. Ч. Ф. Изменения береговой линии. Глобальный обзор. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 255 с.

Боков В. А., Селиверстов Ю. П., Черванев И. Г. Общее землеведение. СПб.: Санкт-Петербургский университет, 1998. 268 с.

Глушко Т. А. Побережья Каспийского моря как экотонная зона // Известия РГО. 1995. Т. 127. Вып. 4. С. 60–66.

Дроздов А. В. Экваториально-территориальные природные системы: физико-географический подход // Известия АН СССР. Сер. географ. 1985. № 6. С. 70–81.

Зайцев Ю. П. Введение в экологию Черного моря. Одесса: Эвен, 2006. 224 с.

Коломыц Э. Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. М.: Наука, 1987. 120 с.

Лебедев В. Л., Айзатуллин Т. А., Хайлов К. М. Океан как динамическая система. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 205 с.

Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья / Под ред. Г. И. Швобса. Л.: Наука, 1988. 304 с.

Лымарев В. И. Береговое природопользование: вопросы методологии, теории, практики. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000. 168 с.

Мильков Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: ВГУ, 1981. 400 с.

Митина Н. Н. Геоэкологические исследования ландшафтов морских мелководий. М.: Наука, 2005. 197 с.

Перспективы создания Единой природоохранной сети Крыма. Симферополь: Крымучпедгиз, 2002. 192 с.

Сафьянов Г. А. Геоморфология морских берегов. М., 1996. 400 с.

Шадрин Н. В. Выбросы водорослей в супралиторали Черного моря: экологическая и геохимическая роль // Доповіді Національної академії наук України. 1998. № 3. С. 192–195.

Шадрин Н. В., Лялина М. Ю. Пластиковый мусор в море и на берегу // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. Севастополь: Аквавита, 1999. С. 204–210.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕЛЕНДЖИКСКОГО МОРСКОГО ПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Е. А. Винцевич

Южный федеральный университет, ivanova.k-vintsevich@yandex.ru

На территории Краснодарского края активно развивается портовая деятельность. Необходимым условием социально-экономического развития города-курорта Геленджик является успешная хозяйственно-производственная деятельность ЗАО «Геленджикский морской порт», обеспечивающая, в частности, продуктами и товарами народного потребления, как населенный пункт, так и регион в целом. Но, несмотря на все положительные стороны, морские порты оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Целью работы является оценка воздействия «Геленджикского морского порта» на окружающую среду.

Для этого были решены следующие задачи: оценить воздействие деятельности ЗАО «Геленджикский морской порт» на атмосферный воздух, морские воды, проанализировать особенности образования отходов, возникающих в процессе деятельности производства, оценить воздействие шума на окружающую среду.

Материалами для исследования послужили отчеты с практики «Экологическое обоснование планируемой хозяйственной деятельности ЗАО «Геленджикский морской порт» во внутренних морских водах» (Экологическое обоснование ..., 2012) и Доклады о состоянии окружающей среды Краснодарского края за 2010–2014 годы (Доклады о состоянии ..., 2010–2014).

Результаты анализа характера воздействия на окружающую природную среду и ее состояние различных отраслей хозяйственной деятельности позво-

лили выделить основные экологические проблемы города-курорта Геленджик на современном этапе и ранжировать их по значимости.

В районе г. Геленджик преобладающими являются ветры с суточной периодичностью бризы. Наиболее частым направлением ветров является северо-восточное, со среднемесячной скоростью 3,5–5 м/с. В отдельных случаях скорость холодного порывистого ветра – «боры» достигает 70 м/с.

При ветре загрязняющие вещества (диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, взвешенные вещества) с территории ЗАО «Геленджикский морской порт» в северо-восточном направлении могут переноситься на территорию жилой застройки района, что может негативно сказаться на здоровье населения г. Геленджик и нанести вред окружающей природной среде (рис. 1).



Рис. 1. Загрязняющие вещества переносимые ветром (в северо-восточном направлении) на жилую застройку с территории ЗАО «Геленджикский морской порт»

Негативное воздействие ЗАО «Геленджикский морской порт» оказывает и на морские воды. На 6 контрольных станциях были проведены гидрохимические съемки (Качество ..., 2011). Пробы морской воды отбирались только из поверхностного горизонта.

Нефтяные углеводороды были отмечены во всех проанализированных пробах в концентрации от 0,01 до 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК).

Концентрация детергентов (СПАВ) изменялась от 5 до 10 мг/дм³, среднегодовая величина – 8,0 мг/дм³, что составляло 80 ПДК. Было отмечено повышенное содержание ртути в морской воде в районе «Геленджикский морской порт» (2), в пробах воды отмечались концентрации 0,03–0,05 мкг/дм³, а средняя – 0,033 мкг/дм³ (0,3 ПДК).

Основные источники загрязнения акватории Геленджикской бухты приурочены к выпускам загрязненного ливневого стока с водосборных селитебных территорий, промзон города, прилегающих лесных массивов и сельскохозяйственных площадей. Так, например, в марте 2015 г. в порту Геленджик была обнаружена полоса нефтепродуктов. Предположительно причиной загрязнения являются дождевые стоки с берега, так же возможно поступление нефтепродуктов из-за судоходства.

Результаты анализа отчетов о производственной деятельности ЗАО «Геленджикский морской порт» (Экологическое обоснование ..., 2012) показали, что наиболее вероятными загрязняющими веществами, поступающими в водный объект (Геленджикская бухта) с поверхностным (ливневым) стоком от территории порта, являются: взвешенные вещества, органические вещества, соединения общего железа, нефтепродукты (рис. 2).

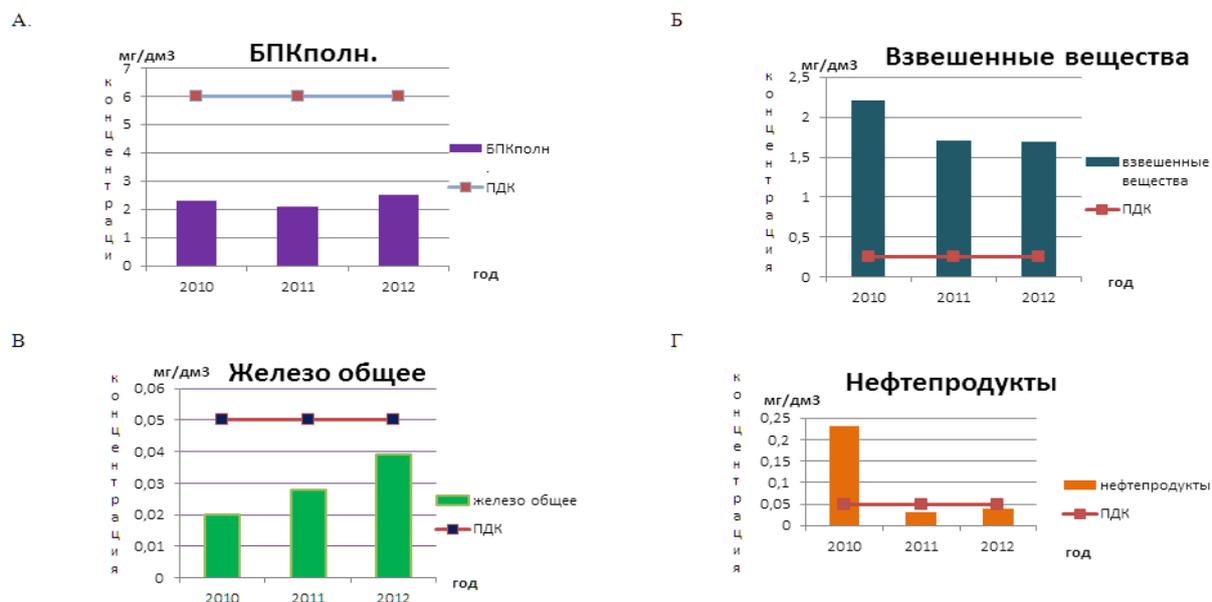


Рис. 2. Изменение содержания загрязняющих веществ поступающих в Геленджикскую бухту с ливневым стоком с территории ЗАО «Геленджикский морской порт»

Выявлено, что содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов, поступающих в Геленджикскую бухту с ливневым стоком с территории ЗАО «Геленджикский морской порт», превышают ПДК. Однако, начиная с 2010 г., отмечаются тенденции снижения содержания в морской воде указанных выше веществ, тогда как содержание железа общего и органических веществ (по БПК_{полн.}) уровня ПДК не превышало.

В результате своей деятельности на предприятии ЗАО «Геленджикский морской порт» образуются отходы производства I–V классов опасности. Наибольшее количество составляют отходы V класса опасности (т.е. наименее опасные), такие как пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства; полиэтиленовая поврежденная тара. Наименьшее количество отходов относится к I классу опасности – отработанные ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки.

С целью изучения воздействия шума на окружающую среду был проведен акустический расчет. Полученные численные значения уровня звукового давления в третьоктавных составляющих, эквивалентных и максимальных уровнях шума во всех расчетных точках при максимальной нагрузке не превышают установленных нормативов (ГОСТ 31295.1-2005; СП «СНиП 23-03-2003»).

Таким образом, основными факторами негативного влияния на окружающую среду по всем экосферам в районе расположения ЗАО «Геленджикский морской порт» является антропогенное воздействие и отсутствие систематических и сбалансированных компенсирующих мероприятий, направленных на снижение такого влияния. При условии выполнения технологических норм организации эксплуатации порта и выполнении плановых мероприятий по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха, почв и водной акватории, техногенное воздействие от его хозяйственной деятельности будет минимальным.

Литература

ГОСТ 31295.1-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 1. Расчет поглощения звука атмосферой».

Доклады о состоянии ОС Краснодарского края 2010–2014 гг.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. / Под ред. А.Н. Коршенко. Обнинск: «Артифлекс», 2011. 196 с.

СП «СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

Экологическое обоснование планируемой хозяйственной деятельности ЗАО «ГМП» во внутренних морских водах: технический отчет об экологических изысканиях на объекте / ООО НПФ «Эколог»; рук. Л.Т. Махлина Геленджик, 2012. 151 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ г. ГОМЕЛЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РАСТЕНИЯХ И МЯГКИХ ТКАНЯХ МОЛЛЮСКОВ

Т. В. Макаренко, Е. Н. Горская, А. С. Косматков

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
tmakarenko@gsu.by, 17tdutybz1992@mail.ru, sashakosmatkov@mail.ru*

Цель работы: изучение содержания тяжелых металлов в биологических объектах водоемов г. Гомеля.

Исследования проводились в водоемах, расположенных на территории г. Гомеля. По антропогенному воздействию исследуемые водоемы можно разделить на следующие группы: 1) водоемы пригородной зоны отдыха; 2) водоемы городской зоны отдыха; 3) водоёмы, расположенные в промышленной зоне города.

В качестве фонового водоема, не испытывающего видимого антропогенного воздействия, был выбран старичный комплекс р. Сож, находящийся в окрестности д. Поляновка (Ветковский район, Гомельской области) расположенный на 15 км выше г. Гомеля.

Содержание тяжелых металлов контролировалось в следующих видах моллюсков: класс Двустворчатые (Bivalvia): беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea* L.); перловица обыкновенная (*Unio pictorum* L.) (Брень, 1990).

В ходе исследования были отобраны растения, относящиеся к III-ей экологической группе – гидрофиты погруженные или почти погруженные: рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), элодея канадская (*Elodea canadensis* Rich.), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.).

Пробы мягких тканей моллюсков и пробы растений высушивали до воздушно-сухого состояния и озоляли до белой золы в муфельной печи при 450 °С (Брагинский, 1993).

Содержание тяжёлых металлов в золе исследуемых объектов определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 на базе Института геохимии и геофизики НАН Беларуси.

Результаты исследования показали, что различные металлы неодинаково накапливаются в тканях моллюсков и растений. Это связано не только с особенностью поглощения металлов разными видами живых организмов, но и с техногенным поступлением металлов в водоемы.

Высокое содержание соединений тяжелых металлов свидетельствует не только о загрязнении среды этими металлами, но и о биологической доступности их ионов в данных условиях, а также указывают на видоспецифичность аккумуляции микроэлементов моллюсками, которые затем могут включаться во все физиологические и биохимические процессы организма (Мур, Рамамурты, 1987).

Таблица

Содержание тяжёлых металлов в погружённых растениях и мягких тканях моллюсков водоёмов г. Гомеля и прилегающих территорий

Водоем	Содержание в биологических объектах, мг/кг		
	Pb	Cu	Zn
Оз. Любенское	0,05	68,14	89,85
	0,82	11,00	134,18
Оз. Гребной канал	3,65	129,10	334,78
	1,16	15,96	188,33
Оз. Володькино	0,22	36,67	161,08
	0,77	14,24	140,20
Фоновый водоем	0,05	33,07	128,91
	0,56	13,19	128,50

* Над чертой – содержание тяжёлых металлов в растениях; под чертой – в мягких тканях моллюсков

Согласно данным (табл.), содержание изучаемых металлов в мягких тканях моллюсков и растениях минимально в фоновом водоеме за исключением меди для моллюсков. Максимальное содержание изучаемых металлов, как в мягких тканях моллюсков, так и в растениях, было определено в Гребном канале, по берегам которого расположены огороды и подворье частного сектора пригорода. Возможно, поверхностный сток несет в водоем соединения металлов в доступной для моллюсков и растений форме (Фокин, Лурье, 1996). Содержание металлов в компонентах Гребного канала требует дальнейшего бо-

лее детального исследования, так как в водоеме перед проведением исследования были проведены дноуглубительные работы и очистка берегов. Возможно, это явилось причиной изменения физико-химических показателей состояния водоемов и металлы в компонентах водоема перешли в доступные для биоты формы. Основным загрязнителем Гребного канала являются соединения цинка, которые содержатся в больших количествах в донных отложениях данного водоёма. На втором месте по концентрации в организмах водоёма находятся соединения меди. Озеро Володькино является расширением коренного русла р. Сож и местом впадения в него р. Ипуть. В р. Ипуть поступают поверхностные стоки г. Добруша и Добрушской бумажной фабрики. В оз. Володькино основным загрязнителем биоты водоема также является цинк, который превышает фоновое значение в 1,1 раза для моллюсков и 1,2 раза для растений. Озеро Любенское имеет большую антропогенную нагрузку в сравнении с оз. Володькино: вдоль берегов оз. Любенское расположены огороды частного сектора, объездная траса города, конечная остановка нескольких городских маршрутов автобуса. Володькино. Основным загрязнителем, как и в случаях с другими водоёмами, являются соединения цинка; менее всего живыми организмами накапливаются соединения свинца.

Из представленных результатов видно, что минимальное содержание тяжелых металлов характерно в большинстве случаев для фонового водоема. Однако следует отметить факт аккумуляции изучаемых металлов (меди) в мягких тканях моллюсков фонового водоема до уровней, превышающих таковые у особей в водоемах города, что требует дальнейшего исследования.

Высокий уровень содержания металлов в растениях и мягких тканях моллюсков характерен для жизненно необходимых элементов – цинка и меди, тогда как для свинца (элементов с невыясненной до конца физиологической ролью) отмечаются низкие значения концентрации. Минимальная концентрация металлов в моллюсках и растений фонового водоема свидетельствует о возможности использовать данный водоем для сравнения при проведении экологических исследований. В водоёмах с высоким содержанием тяжелых металлов в абиотических компонентах включаются механизмы блокировки поступления загрязнителей в живые организмы. Об этом позволяют судить низкие значения коэффициента накопления (Макаренко, 2003). Наиболее загрязненным является Гребной канал, где содержание в тканях моллюсков превышает фоновый уровень в 1,2–2,1 раза. Не всегда антропогенная нагрузка является причиной высокого содержания металла в мягких тканях моллюсков. Так, водоем, испытывающий меньшую антропогенную нагрузку (оз. Володькино) загрязнен в большей степени, чем водоем с меньшей антропогенной нагрузкой (оз. Любенское). Менее всего загрязнены водоёмы загородной зоны отдыха, которые не контактируют со стоками предприятий.

Возможно, причиной этому послужили изменения физико-химических показателей состояния водоемов и металлы в компонентах водоема перешли в доступные для биоты формы.

Литература

Брень Н. В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами // Гидробиологический журнал. 1999. Т. 35. № 4. С. 75–88.

Брагинский, Л. П. Интегральная токсичность водной среды и ее оценка с помощью методов биотестирования // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29. № 6. С. 67.

Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.

Фокин А. Д., Лурье А. А. Биофильность и ксенобиотичность как факторы корневого поступления и распределения элементов по органам растений // Экология. 1996. № 6. С. 415–419.

Макаренко Т. В. Изучение коэффициентов накопления микроэлементов высшими водными растениями в водоёмах г. Гомеля // Міжнародны эканамічны досвед і яго выкарыстанне на Беларусі: сб. науч. тр. / Под ред. У.К. Слабина. Витебск, 2003. С. 131.

СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ МЕДИ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ПРИРОДНОГО ПАРКА «МУРАДЫМОВСКОЕ УЩЕЛЬЕ» РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

И. Р. Янгирова, Г. А. Ягафарова

*Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного
университета*

В настоящее время в связи антропогенными и техногенными загрязнениями окружающей среды все более актуальным становится проблема увеличения содержания ионов тяжелых металлов в поверхностных и подземных водах. Природными источниками поступления загрязняющих веществ в водотоки могут служить: почва, грунтовые воды, атмосферные осадки, а в результате антропогенного воздействия – сточные воды, отходы (Зайнуллин, 2000).

Нами было изучено содержание ионов меди в подземных водах природного парка «Мурадымовское ущелье», который расположен на территории Зилаирского и Кугарчинского районов Республики Башкортостан. Парк образован в 1998 году, общая площадь которого составляет 23586 га. Территория данного ущелья относится к особо охраняемым территориям.

Среднее содержание меди в земной коре составляет $4,7 \cdot 10^{-3}\%$ (по массе), она энергично мигрирует как в горячих водах глубин, так и в холодных растворах биосферы.

В речной воде очень мало меди, $1 \cdot 10^{-7}\%$. Приносимая в океан со стоком медь сравнительно быстро переходит в морские илы. Поэтому глины и сланцы несколько обогащены медью ($5,7 \cdot 10^{-3}\%$), а морская вода – резко недосыщена медью ($3 \cdot 10^{-7}\%$). Она энергично мигрирует и в подземных водах биосферы, с этими процессами связано накопление медных руд в песчаниках.

Медь является одним из важнейших микроэлементов. Физиологическая активность данного элемента связана главным образом с включением ее в состав активных центров окислительно-восстановительных ферментов. Медь участвует в процессе фотосинтеза и влияет на усвоение азота растениями.

Вместе с тем, избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы.

Основным источником поступления меди в природные воды являются сточные воды предприятий химической, металлургической промышленности, шахтные воды, альгицидные реагенты, используемые для уничтожения водорослей. Медь может появляться в результате коррозии медных трубопроводов и других сооружений, используемых в системах водоснабжения. В подземных водах присутствие меди обусловлено с медьсодержащими горными породами (халькопирит, халькозин, ковеллин, борнит, малахит, азурит, хризоколла, бротантин) (Беспамятнов и др., 1985).

Материалом для работы послужили результаты полевых и лабораторных исследований, проведенных на территории природного парка «Мурадымовское ущелье». Для изучения данной проблемы были выбраны 3 точки отбора проб близ пещеры Новомурадымовская: 1) внутри пещеры; 2) снаружи пещеры; 3) родник. Валовое содержание меди в образцах воды определяли с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии в химической лаборатории Сибайского филиала ОАО «УГОК».

Для оценки степени загрязнения воды ионами меди использовалась кратность превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{р.х.}), установленных для меди – 0,001 мг/л (Перечень рыбохозяйственных нормативов..., 1999).

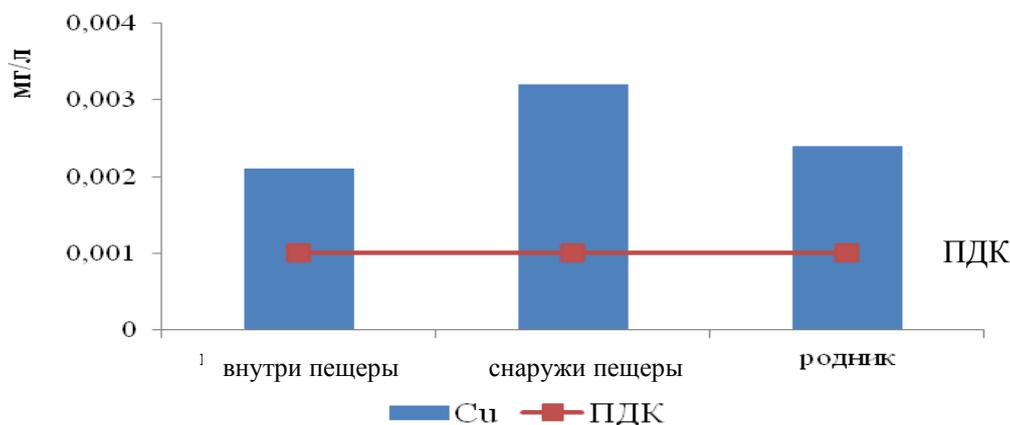


Рис. Содержание меди в пробах воды исследуемого участка

Результаты исследований показывают, что содержание валовой формы меди в 3-х точках отбора варьировало в пределах от 0,002 до 0,003 мг/л. Максимальная ее концентрация зарегистрирована в точке 2 (снаружи пещеры), превышающая значение предельно допустимой концентрации в 3 раза. Сравнение концентрации ионов меди в пробах воды в исследуемых точках позволило расположить в следующий убывающий ряд точки отбора по концентрации меди: снаружи пещеры > родник > внутри пещеры. Следует также отметить, что содержание данного элемента во всех точках исследования превышает предельно допустимые концентрации (рис.). Видимо, в подземных во-

дах присутствие меди обусловлено взаимодействием воды с горными медьсодержащими породами.

Литература

Беспамятнов Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник.-Л.: Химия, 1985.

Зайнуллин Х. Н. Промышленные и бытовые отходы. Уфа, 2000. 03 с.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 303 с.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРУДА АДМИРАЛТЕЙСКИЙ

А. Р. Ильясова

*Казанский (Приволжский) Федеральный университет,
lie4ka_101@mail.ru*

В условиях урбанизации территорий особенно важным становится сохранение водных объектов, являющихся элементом городского ландшафта. Река Казанка является водоохраной зоной, памятником природы регионального значения. Река Казанка является водоохраной зоной, памятником природы регионального значения. В 2014 г. географический объект Старая излуцина р. Казанки переименован в пруд Адмиралтейский (Ильясова и др., 2015).

Антропогенное воздействие на излуцину высоко. На протяжении нескольких десятилетий она принимает промышленные стоки прилегающих к ней предприятий, сбросы поверхностных стоков из существующих систем ливневой канализации, и стоки расположенных на ее территории несколько временно действующих снеговых свалок без какой-либо очистки (Румянцев и др., 2007). Кризисное состояние данного объекта приводит к ухудшению экологического состояния Куйбышевского водохранилища (Никитин и др., 2011).

С целью определения антропогенной нагрузки со стороны несанкционированных сбросов был проведен химический анализ воды поверхностных вод излуцины (пруда Адмиралтейский). Участки отбора проб выбраны с учетом расположения источников загрязнения (рис.).

Пробы воды отбирались в соответствии с требованиями общепринятых стандартов. Химические анализы проводились лабораторией ФГБУ «Сред-волгаводхоз». Забор проб воды осуществлялся еженедельно в течение 2014–2015 г. В отобранных пробах воды определялись следующие показатели: ХПК, БПК₅, O₂, NH₄⁺, NO₂⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Cl⁻, Fe_{общ}, нефтепродукты, взвешенные вещества. Результаты лабораторных исследований сравнивались с санитарно-гигиеническими нормативами (ПДКв).

профиля, а высокие значения ХПК могут являться последствием сброса сточных вод предприятий, расположенных вдоль излучины. Превышение нормативов было установлено по таким показателям, как содержание нефтепродуктов и общего железа.

Биотестирование позволило в существенно более короткие сроки получить информацию о качестве вод. Анализ динамики токсичности на разных участках показал наличие общей тенденции: при незначительной разнице в смертности в конце эксперимента наблюдается большее нарастание токсичности в осенних пробах по сравнению с зимними. Так, смертность более 50% тестируемой культуры в осенних пробах наступила уже к 24 ч. на участках № 2 и № 4. Отмечено, что химический состав и токсичность воды не зависят времени отбора проб и выбранных участков контроля (Пуясова, 2014).

Таблица 1

Показатели токсичности воды (осенний период)

Время опыта	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
24 ч.	–	ЛК ₅₀ =53,4%	–	ЛК ₅₀ =53,4%
48 ч. (острая токсичность)	ЛК ₅₀ =56,7%	ЛК ₅₀ =63,4%	ЛК ₅₀ =53,4%	ЛК ₅₀ =63,4%

(ЛК₅₀ – летальная концентрация, отвечающая гибели 50% особей в опыте).

Таблица 2

Показатели токсичности воды (зимний период)

Время опыта	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
48 ч. (острая токсичность)	ЛК ₅₀ =53,4%	ЛК ₅₀ =63,4%	ЛК ₅₀ =56,7%	ЛК ₅₀ =63,4%

(ЛК₅₀ – летальная концентрация, отвечающая гибели 50% особей в опыте).

Биотестирование поверхностных вод пруда Адмиралтейский показало, что анализируемая вода обладает «острым токсическим действием», что согласуется с результатами многолетних геоэкологических и химико-аналитических исследований, указывающими на неблагоприятное экологическое состояние водного объекта (Румянцев и др., 2007, Никитин, 2011; Латыпова и др., 2011). Качество воды не отвечает требованиям, предъявляемым к водоемам хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования. Степень загрязнения вод считается «экстремально высокой». Однако, даже принятые в последнее десятилетие меры по предотвращению сброса загрязненных стоков не позволили существенно изменить экологическую ситуацию излучины Казанки (пруда Адмиралтейский).

Литература

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб.заведени / Под ред. О. П. Мелеховой и др. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

Ильясова А. Р., Минакова Е. А. Мухаметшин Ф. Ф. Мониторинг гидрохимического состояния вод пруда Адмиралтейский / Промышленная экология и безопасность, посвященная А.И. Щеповских. Материалы X Всерос. конф. // Журнал экологии и промышленной безопасности, № 1–2, 2015. С. 29–31.

Латыпова В. З., Шагидуллин Р. Р., Поздняков Ш. Р. Геоэкологический мониторинг излучины р. Казанки как фактора химического загрязнения Куйбышевского водохранилища // Георесурсы. 2011. № 2(38). С. 27–30.

Никитин О. В., Латыпова В. З., Шагидуллин Р. Р., Поздняков Ш. Р. Геоэкологический мониторинг излучины р. Казанки как фактора химического загрязнения Куйбышевского водохранилища // Георесурсы. 2011. № 2(38). С. 27–30.

Румянцев В. А., Поздняков Ш. Р., Латыпова В. З., Степанова Н. Ю., Минакова Е. А. Пути оздоровления внутригородских водоемов г. Казани (на примере отсеченной излучины р. Казанки) // Теория и практика восстановления внутренних водоемов: Сб. трудов междунар. науч.-практ. конф. 15–18 октября 2007 г., СПб., 2007. С. 325–330.

Pyasova A. R. Assessment of quality of waters of the cut bend of the river of Kazanki (biotesting method) // International multidisciplinary scientific geoconference SGEM, 14th Geo Conference on Ecology, Economics and Legislation Conference Proceedings Volume II Ecology & Environmental Protection, Bulgaria, 2014. P. 61–67.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ В ЧЕРТЕ г. ЙОШКАР-ОЛА

А. Д. Новоселова, О. В. Малюта

*Поволжский государственный технологический университет,
anutanowoselova@yandex.ru, olgamal@list.ru*

Проблема использования и охраны воды стала одной из наиболее трудноразрешимых в наши дни. Загрязнение водной среды приводит к нарушению функционирования экосистем, к вымиранию ценных видов флоры и фауны, наносит прямой ущерб здоровью человека.

Для 1/3 населения города Йошкар-Олы (РМЭ), р. Малая Кокшага является основным источником питьевой воды. Однако проведение рекогносцировочных исследований акватории в черте города с использованием методов биоиндикации (Малюта, Григорьева, 2011) позволили сделать вывод о наличии антропогенного воздействия разной интенсивности. Одним из источников загрязнения реки являются стоки ливневых канализаций, которые не подвергаются какой-либо очистке. С целью оценить степень опасности сточных вод ливневой канализации были выполнены данные исследования.

В 2014–2015 гг., в период снеготаяния и ливневых дождей, были отобраны пробы сточных вод в местах выпуска ливневых стоков с территории города в реку М. Кокшага (9 точек) для оценки физических и химических параметров воды. На этих же объектах были проведены и биоиндикационные исследования (табл. 1).

Таблица 1

Оценка состояния водного объекта методами биоиндикации

Место отбора проб	Растения-индикаторы	Состояние водного объекта
1	2	3
1. ул. Чапаева	рдест пронзеннолистный и рогоз широколистный	умеренное загрязнение и эвтрофикация
2. ул. Льва Толстого	рогоз широколистный, стрелолист обыкновенный	сильное загрязнение, эвтрофикация

Продолжение таблицы 1

1	2	3
3. Царьградский проспект	нитчатые водоросли, стрелолист обыкновенный, частуха подорожниковая, ряска малая	сильное загрязнение
4. Патриаршая площадь	рогоз широколистный, местами – тростник обыкновенный	начальная стадия эвтрофикации, состояние в норме
5. ул. Пушкина	рдест плавающий и нитчатые водоросли	эвтрофикация и сильное загрязнение
6. Вантовый мост	нитчатые водоросли, частуха подорожниковая,	очень сильное загрязнение
7. пер. Чайкиной	рогоз широколистный, местами – тростник обыкновенный	начальная стадия эвтрофикации, состояние в норме
8. ул. К.Либкнехта	рогоз широколистный, местами – тростник обыкновенный	начальная стадия эвтрофикации, состояние в норме
9. ул. Складская	рогоз широколистный и осока острая	эвтрофикация

В соответствии с результатами фитоиндикационных исследований состояние р. М. Кокшага на различных участках варьирует от сильного загрязнения (у Вантового моста) до состояния в норме (в районе ул. К. Либкнехта, Чайкиной и Патриаршей площади).

Для оценки степени загрязненности сточных вод поллютантами были определены следующие токсиканты: Fe, Cr, Zn, Ni, Cu, Pb и хлорид-ион, для чего использовался атомно-абсорбционный метод (BS 7755-3.13:1998).

Результаты анализа показали превышение ПДК в 1,5–6 раз по Fe, Zn, Cr и Cu практически на всех объектах. По Pb, Ni и хлорид-иону значения ПДК превышены не были. Для выявления наиболее загрязненного участка реки рассчитывалось среднее суммарное загрязнение поллютантами на объектах (табл. 2).

Таблица 2

Среднее суммарное загрязнение сточных вод ливневой канализации

Место выпуска сточных вод ливневой канализации	Среднее суммарное загрязнение в месяц, мг/л
ул. Чапаева	94,66
ул. Льва Толстого	103,63
Царьградский проспект	96,55
Патриаршая площадь	92,85
ул. Пушкина	100,53
Вантовый мост	104,88
пер. Чайкиной	97,20
ул. К.Либкнехта	95,87
ул. Складская	102,13

Наибольшее поступление загрязняющих веществ в р. М. Кокшага происходит из выпуска, который находится у Вантового моста, а наименьшее – с Патриаршей площади.

При оценке качества сточных вод ливневой канализации использовался так же показатель токсичности вод, определяемый методом биотестирования. В качестве тест-организмов были взяты водоросли хлорелла *Chlorella vulgaris* Beijer (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04) и ракообразные дафнии *Daphni magna* Straus (ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06).

При проведении исследований было замечено, что реакция тест-организмов на сточные воды, сбрасываемые в р. М. Кокшага, неодинакова: водоросли хлорелла показывали более высокую чувствительность, чем дафнии.

Биотестирование выполнялось за период исследований 4 раза, полученные результаты – аналогичны: стоки из ливневой канализации с Царьградского проспекта оказывались наиболее токсичными, тест-реакция дафний соответствует четвертому классу опасности, а у хлореллы – третьему (табл. 3). Токсичность остальных проб сточных вод соответствовала четвертому классу опасности.

Таблица 3

Результаты биотестирования на дафниях и хлорелле (август 2014 г.)

Место отбора проб	рН _{вод.}	O ₂	Дафнии		Хлорелла	Класс опасности
			БКР _{(10-48)*}	ЛКР _{(50-48)**}	ТКР***	
1. ул. Чапаева	6,6	8,46	1	–	5,83	4
2. ул. Л. Толстого	6,5	7,89	1	–	7,59	4
3. Царьградский пр-т	6,5	6,61	1,23	0,66	12,58	3
4. Патриаршая площадь	6,0	7,24	1	–	5,58	4
5. ул. Пушкина	6,5	7,11	1	–	7,76	4
6. Вантовый мост	6,5	6,89	1	–	3,85	4
7. пер. Чайкиной	6,6	8,55	1	–	7,35	4
8. ул. К. Либкнехта	6,5	7,12	1,9	0,3	7,62	4
9. ул. Складская	6,3	7,01	1,6	0,11	7,53	4

* – БКР – безопасная кратность разведения; ** – ЛКР – летальная кратность разведения; *** – ТКР – токсичная кратность разведения.

На основании результатов, полученных методами биологического мониторинга, можно сделать вывод о том, что наибольшее поступление загрязняющих веществ в р. М. Кокшага происходит из выпуска, который находится у Вантового моста (104,9 мг/л), а наименьшее с Патриаршей площади (92,9 мг/л). Полученные данные вполне согласуются с результатами, полученными биологическими методами.

Таким образом, исследования показали, что сточные воды ливневой канализации обладают токсичностью и, в большинстве случаев, негативно влияют на состояние реки, приводят к загрязнению и эвтрофикации водного объекта.

Литература

Малюта О. В., Григорьева А. Р. Экологический мониторинг: Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для студентов направления 022000 «Экология и природопользование». Й-О: МарГТУ, 2011. 234 с.

ПНДФТ 14.1:2:3:4.10-04 (ПНДФТ 16.1:2.3:3.7-04). Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorellavulgaris* Beijer). Красноярск: Изд-во Красноярского государственного университета, 2007. 42 с.

ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 (ПНД Ф Т 16.1:2:3:3.9-06) Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. Красноярск: Изд-во Красноярского государственного университета, 2006. 46 с.

BS 7755-3.13:1998, ISO 11047:1998 Soil quality. Chemical methods. Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc in aqua regia extracts of soil. Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods.

ДЕЗОДОРАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

*Е. А. Григорьева, Н. В. Сырчина, А. С. Фадеева,
И. С. Полушина, Т. П. Береснева*

Вятский государственный университет, nvms1956@mail.ru

Важнейшим условием защиты окружающей среды от загрязнения является очистка сточных вод, образующихся в местах проживания и деятельности человека. Обычно коммунальные, поверхностные и промышленные сточные воды через систему канализации направляются в специальные очистные сооружения, где проводится их очистка от загрязняющих компонентов.

За счет бытовых стоков канализационные воды обогащаются биогенными органическими веществами (белками, жирами, углеводами и продуктами их разложения), синтетическими поверхностно-активными веществами, фосфатами, хлоридами, нитратами. С промышленными и поверхностными стоками в очистные сооружения попадают нефтепродукты, соединения тяжелых металлов и мышьяка, отходы переработки древесины, ароматические углеводороды и целый ряд других загрязняющих веществ различного происхождения.

Обязательным этапом водоочистки является выделение из канализационных стоков механических примесей путем процеживания, отстаивания и фильтрования. Отстаивание сточных вод происходит в специальных отстойниках. Образующийся в отстойниках осадок (ОСВ) является основным отходом очистных сооружений. ОСВ содержит большое количество органических веществ (в основном биогенного происхождения) и по составу напоминает навоз. Содержащиеся в осадках биогенные компоненты (при условии умеренного загрязнения тяжелыми металлами и другими токсичными веществами) могут стать перспективным сырьем для переработки с целью получения различных полезных продуктов (например, удобрений, биоразлагаемых субстратов, компостов, искусственных грунтов и т.п.). Однако степень вторично-

го использования ОСВ в нашей стране находится на крайне низком уровне. Одной из причин отсутствия интереса к практическому применению осадков является присущий им сильно выраженный и крайне неприятный фекальный запах, источником которого являются разлагающиеся органические вещества. В результате гниения биогенных отходов образуются скатолы, индолы, меркаптаны и другие летучие соединения, обладающие неприятным запахом (Позин, 1989). Продукты гниения оказывают негативное влияние на окружающую среду, ухудшают условия проживания населения, резко ограничивают возможности технологической переработки отходов. Решение проблемы устранения неприятного запаха позволит расширить использование ОСВ в качестве перспективного материала для повышения плодородия почвы или сырья для производства органических и органоминеральных удобрений.

В настоящее время для устранения неприятного запаха применяются разнообразные химические, физико-химические, физиологические, микробиологические и физические методы (Майоров, 2006). Однако специфика ОСВ такова, что большинство методов дезодорации по отношению к этому отходу оказываются трудно реализуемыми, слишком затратными, опасными для окружающей среды или неэффективными. В результате проблема практически приемлемой дезодорации ОСВ до сих пор не решена. Миллионы тонн этого отхода накапливаются вокруг городов в местах складирования или захоронения, загрязняя почву, воздух, водные объекты и водоносные горизонты.

Цель исследования: разработать дешевый, технологически простой и экологически безопасный метод дезодорации осадков сточных вод, позволяющий быстро и полностью устранить неприятный запах.

Задачи: оценить эффективность различных реагентов, рекомендуемых для устранения фекального запаха канализационных отходов; подобрать дезодорирующие агенты для ОСВ и разработать методы их применения, соответствующие цели исследования; оценить экономические затраты на внедрение разработанной технологии дезодорации в практику.

В качестве объекта для выполнения экспериментальных исследований использовался ОСВ очистных сооружений Кировских коммунальных систем, имеющий резко выраженный запах. Влажность ОСВ составляла 77–80%.

Для оценки эффективности различных способов дезодорации в пробы ОСВ вносился дезодорирующий агент, компоненты тщательно перемешивались. Смесь выдерживалась при комнатной температуре в течение 24 часов, затем высушивалась в термостате при температуре 105°C. Дезодорирующие агенты добавлялись в ОСВ в количестве (%) 5; 10 и 15 от массы ОСВ. Степень выраженности запаха определялась органолептически и оценивалась в баллах (от 0 до 4) по следующей шкале:

- запах практически не ощущается – 0 баллов;
- запах сильно выражен и соответствует запаху исходного образца ОСВ – 4 балла.

В каждом случае запах определялся 3 раза: 1) через 10 минут после смешивания ОСВ и дезодорирующей добавки; 2) через 24 часа после смешивания; 3) после высушивания ОСВ с соответствующей добавкой.

В качестве дезодорирующих добавок использовались только те вещества и материалы, которые имеют относительно низкую стоимость и не представляют серьезной угрозы в плане загрязнения окружающей среды токсичными соединениями (активированный уголь; зола ТЭЦ, образующаяся при сжигании торфяно-угольной смеси; дробленая кремнистая опока; торф; фосфоритная мука; древесные опилки; нитрат аммония; хлорид калия; зола подсолнечника, лигнин).

В таблице представлены данные, характеризующие влияние различных дезодорирующих добавок на степень выраженности запаха ОСВ.

Таблица

Влияние дезодорирующих добавок на степень выраженности запаха ОСВ

Дезодорирующие добавки	Направление действия	Степень выраженности запаха ОСВ (свежий/выдержанный на иловых картах), баллах		
		Через 10 минут после смешивания	Через 24 часа после смешивания	После высушивания
Активированный уголь (10%)	Сорбент	3,5	3,5	3
Фосфоритная мука (10%)		3	3	2,5
Кремнистая опока (5–10%)		1,5	1,5	1,5
Торф (10%)		4	4	4
Опилки (10%)		3	3	3
Лигнин (10%)		3,5	3,5	3
Нитрат натрия (5–10%)	Окислитель	2,5	2,5	2,5
Зола подсолнечника (10%)	Сорбент + консервант	3	3	3
Кремнистая опока(10%)+КСІ (5%)	Сорбент + консервант	0	0	0
Хлорид калия (10%)	Консервант	2	2	2

Из всех изученных веществ и материалов выраженный дезодорирующий эффект проявляет только кремнистая опока. Кремнистая опока удовлетворяет всем требованиям, выдвинутым в качестве цели работы, т.е. этот материал, является дешевым, экологически безопасным, доступным и позволяет эффективно устранять неприятный запах. Применение опоки в качестве дезодорирующей добавки не требует сложного оборудования. Дезодорирующий эффект достигается простым смешиванием компонентов и значительно усиливается при высушивании смеси. Добавление в ОСВ хлорида калия позволяет снизить расход опоки. Наилучший дезодорирующий эффект достигается при использовании опоки с размером гранул 1–3 мм.

Дезодорированный ОСВ, соответствующий требованиям ГОСТ 17.4.3.07-2001 «Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений» и ГОСТ Р. 54651-2011 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод» может быть использован для производства соответствующих органоминеральных удобрений, компостов, субстратов.

Следует отметить, что добавление кремнистой опоки в ОСВ способствует не только устранению неприятного запаха, но и приводит к снижению содержания подвижных форм тяжелых металлов (ТМ) в осадке за счет эффекта хемосорбции (Фетисова и др., 2015). Прочная хемосорбция ТМ снижает вероятность загрязнения окружающей среды соответствующими токсикантами.

Затраты на опоку для выполнения операции дезодорирования составят от 300 до 600 рублей на 1 тонну ОСВ.

Экспериментальная оценка эффективности различных реагентов, рекомендуемых для устранения фекального запаха канализационных отходов, показала, что наиболее выраженный дезодорирующий эффект по отношению к ОСВ проявляет кремнистая опока. Наилучшие результаты дезодорирования достигаются при добавлении к ОСВ опоки в сочетании с хлоридом калия и высушивании полученной смеси при температуре 100°С до влажности 35–40%. Дезодорированный ОСВ, соответствующий требованиям ГОСТ 17.4.3.07-2001 «Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений» и ГОСТ Р 54651-2011 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод» может быть использован для производства соответствующих органоминеральных удобрений.

Литература

ГОСТ 17.4.3.07-2001 Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

ГОСТ Р. 54651-2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод.

Майоров В. А. Запахи: их восприятие, воздействие, устранение. М.: Мир, 2006. С. 366.

Позин С. Г., Вилисов Б. А. Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья, работающих в цехе обезвоживания осадка очистных сооружений // Гиг. и сан. 1989. № 2. С. 82–83.

Фетисова Е. А., Богатырева Н. Н., Сырчина Н. В. Агрехимические свойства опоки // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностики живых систем. Материалы XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Книга 2.(1–2 декабря 2015 г.). Киров: ООО «Веси», 2015. С. 213.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ ГРАНУЛИРОВАННОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

*В. В. Григорьев, Н. В. Сырчина, Ю. Н. Терентьев
Вятский государственный университет, rastafury@mail.ru*

Одним из перспективных направлений утилизации осадков сточных вод (ОСВ) очистных сооружений коммунальных систем может быть использование их в качестве компонентов органоминеральных удобрений (ОМУ) для сельского хозяйства, зеленого строительства, промышленного цветоводства или биологической рекультивации нарушенных земель.

В качестве важнейшей причины низкого интереса к переработке ОСВ в ОМУ является относительно высокая стоимость готового продукта и отсутствие низкзатратных технологических разработок, позволяющих получать бюджетное удобрение, соответствующее современным технологиям растениеводства. Существующие технологии переработки ОСВ в ОМУ рассчитаны на использование стабилизированных (выдержанных в течение 1,5–2 лет на иловых картах) осадков.

Цель исследования: разработать состав и технологическую схему производства ОМУ на основе ОСВ для выращивания зерновых, кормовых, технических и декоративных культур.

В качестве объекта исследования был использован ОСВ очистных сооружений Кировских коммунальных систем, соответствующий по составу требованиям ГОСТ Р 54651-2011 для удобрений I группы (для выращивания технических, зерновых, кормовых, сидеральных, а также рассады овощных и цветочных культур).

Большим недостатком ОСВ является наличие выраженного неприятного (фекального) запаха и высокая степень влажности (влажность ОСВ после центрифугирования составляет 77–80%). Неприятный запах снижает интерес к этому удобрению со стороны потребителей, а высокая влажность существенно увеличивает производственные затраты на обезвоживание и, следовательно, себестоимость ОМУ. В связи с этим, в работе были поставлены следующие задачи: разработать безопасный и экономически обоснованный метод дезодорации ОСВ; найти относительно дешевый способ обезвоживания ОСВ до влажности 35–45%; определить рациональные способы стандартизации ОМУ по содержанию NPK; разработать технологическую схему производства гранулированного ОМУ производительностью до 14–15 тонн в сутки или более; рассчитать затраты на производства ОМУ; получить в лабораторных условиях прочные гранулы ОМУ, позволяющие вносить их в почву сеялками совместно с семенами зерновых культур.

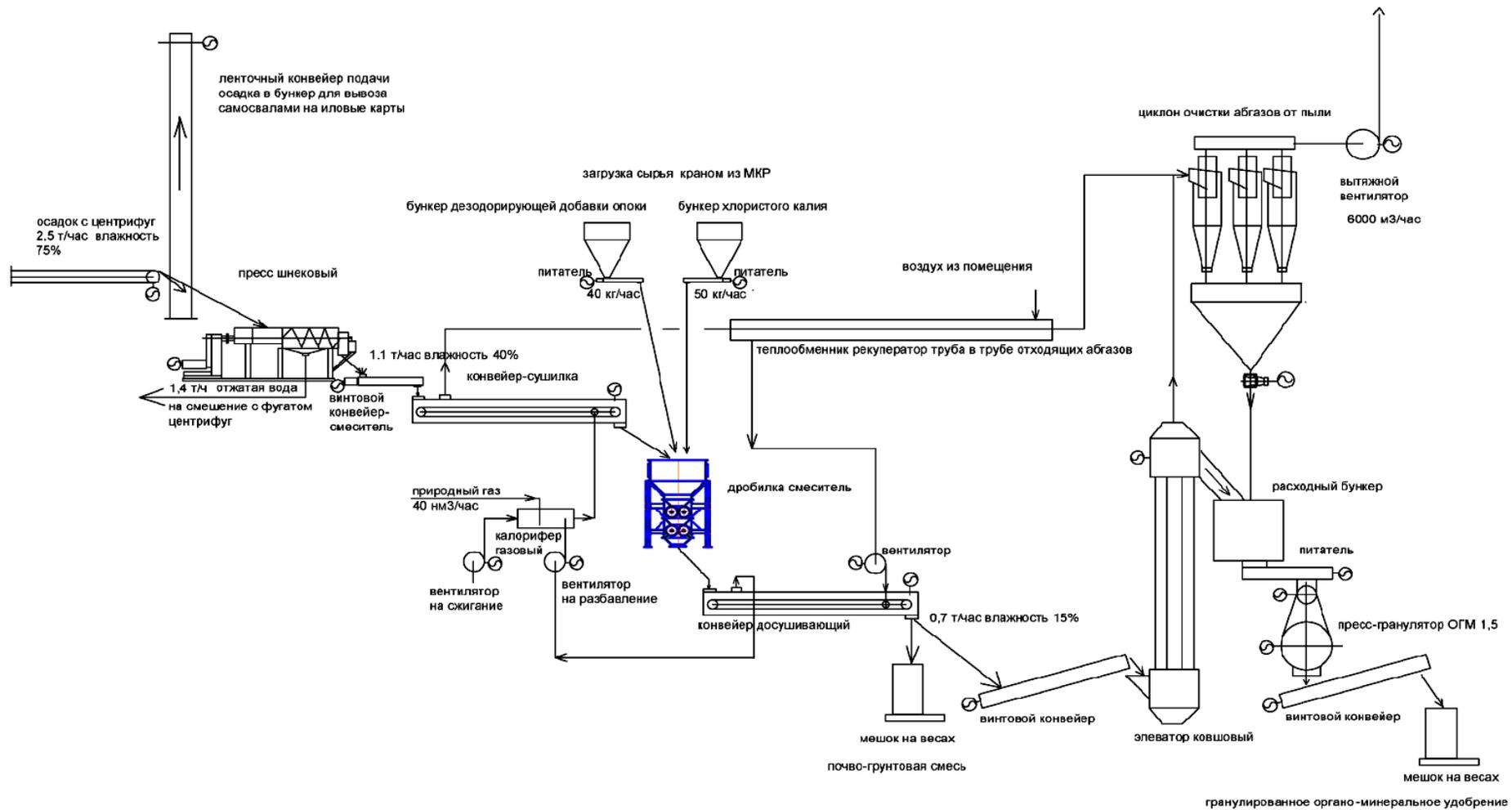


Рис. Аппаратная схема переработки осадка в ОМУ

При изучении способов дезодорации ОСВ установлено, что наилучший эффект достигается при включении в состав смеси для производства ОМУ молотой кремнистой опоки в сочетании с хлоридом калия. За счет этого приема удается устранить запах даже у ОСВ полученных непосредственно после операции центрифугирования. Добавка хлорида калия способствует не только дезодорации, но и обогащает ОМУ калием, содержание которого в осадках значительно ниже, чем содержание азота и фосфора. Расход дезодорирующей смеси может быть увеличен или уменьшен в зависимости от степени выраженности запаха у ОСВ. В среднем расход этой смеси составляет 6–7% от массы ОСВ.

В лабораторных условиях были выполнены эксперименты по получению гранулированного ОМУ из ОСВ с добавкой дезодорирующей смеси. Размер гранул составил 3 мм, что позволяет вносить ОМУ в почву сеялками одновременно с семенами. Гранулы ОМУ имеют черный цвет и практически лишены запаха. Прочность гранулированного ОМУ составляет не менее 2 кг на гранулу. Гранулы стабильны при хранении в сухом помещении.

Полевые испытания ОМУ на основе ОСВ показали их высокую агрохимическую эффективность. Высота всходов озимой ржи на участках с внесенным ОМУ была в 2 раза выше, чем на участках без внесения ОМУ.

На основе результатов лабораторных экспериментов была разработана технологическая схема организации цеха по производству ОМУ (рис.).

Производство ОМУ можно расположить непосредственно на территории очистных сооружений ККС, располагающих всей необходимой для этой цели инфраструктурой (производственные площади, газо- и электроснабжение и т. д.).

Производительность цеха, способного полностью переработать весь осадок, образующийся на очистных сооружениях ККС, должна составлять 14–15 тонн в сутки. Общие затраты на организацию производства составят 20 млн. руб. Отпускная цена на ОМУ (с учетом всех видов затрат и плановую прибыль 20%) не будет превышать 6 тыс. руб. за 1 т. Общий срок окупаемости проекта – 3 года. Если учесть, что производство ОМУ позволит ККС избавиться от затрат на вывоз ОСВ на полигоны (примерно 1,2 тыс. руб. за тонну), то срок окупаемости сокращается до полутора лет.

Полученные результаты показывают целесообразность и экономическую эффективность организации цеха по производству ОМУ на основе ОСВ очистных сооружений Кировских коммунальных систем.

Литература

ГОСТ 17.4.3.07-2001 Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

ГОСТ Р. 54651-2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод.

ГОСТ 12.1.007 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В р. ВЯТКЕ В РАЙОНЕ ЗАВОДСКОГО КОЛЛЕКТОРА ОАО «УРАЛХИМ»

Е. А. Горностаева, С. Л. Фукс, А. А. Сунцова
Вятский государственный университет, g_lentochka@mail.ru

Вода – одно из наиболее важных веществ на Земле, от которого зависит состояние животного и растительного мира (Назаренко и др., 2013). По данным Росгидромета на территории Российской Федерации наблюдается низкое качество воды, в связи с нарастающим антропогенным воздействием. Поэтому проведение анализа качества поверхностных вод, является актуальной задачей.

В данной работе исследовалась вода р. Вятки в районе заводского коллектора ОАО «УРАЛХИМ». Данный завод является одним из крупнейших на рынке минеральных удобрений в Российской Федерации, СНГ и Восточной Европе и, соответственно, оказывает существенное влияние на экологию региона.

Цель работы – оценка качества воды в р. Вятке в районе заводского коллектора ОАО «УРАЛХИМ» методами химического и микробиологического анализа.

Пробы воды для проведения необходимых исследований были отобраны в р. Вятке у г. Кирово-Чепецка на входе в заводской коллектор (ОАО «УРАЛХИМ»). Забор воды осуществлялся в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Пробы были отобраны 11.09.2015 г. и 16.10.2015 г. на глубине 20-30 см от поверхности.

Величина рН и содержание фторид-ионов определяли потенциометрическим методом. Жесткость воды и содержание хлорид-ионов определяли титриметрическими методами, ионы железа (III), алюминия (III), хрома (VI), сульфат-ионы (II), фосфат-ионы (III) – фотометрическим методом.

Микробиологическое исследование проводили путем посева исследуемой пробы воды на среду МПА (Теппер, 2004).

Значения определяемых показателей в пробах воды 1 и 2 не превышают ПДК_{рх} и ПДК_{кб} за исключением железа (табл. 1). Содержание ионов Fe³⁺ в пробе 1 превышает ПДК_{рх} в 11,5 раз, а ПДК_{кб} – в 3,8 раза и составляет 1,15 мг/л. Во 2-й пробе содержание ионов железа составляет 0,995 мг/л: в 9,95 раз больше по сравнению с ПДК_{рх} и в 3,3 раза превышает значение ПДК_{кб}. Высокое содержание данного элемента в воде (более 1 мг/л) значительно ухудшают органолептические показатели, придавая ей неприятный вяжущий вкус, делая воду малопригодной для использования в технических целях, т.к. оказывает влияние на увеличение скорости развития фитопланктона и на качественный состав микроорганизмов (Хитрин, Фукс, 2002).

Во второй пробе, отобранной 16.10.15 г., содержание фторид-ионов находится на уровне ПДК_{кб}. Как известно, интервал безопасного содержания фтора в воде является очень узким – от 0,7 до 1,2 мг/л, поскольку химия фто-

ра отличается специфичностью, которая проявляется в высокой реакционной способности элемента (Орлов, 2002). По деструктивному действию фтор проявляет острую токсичность по отношению ко всем живым организмам (Полонская, Полонский, 2013).

Вероятнее всего, эта ситуация объясняется тем, что длительная эксплуатация водного коллектора и канализационного коллектора, в который поступает часть очищенной сточной воды предприятия, приводит к тому, что на лотке на выпуске сточных вод в р. Елховку, несмотря на то что происходит разведение, все же наблюдается превышение значений ПДК таких компонентов сточных вод как ионы железа и фторид-ионы.

Отмечено, что речная вода в оба периода отбора характеризуется высоким содержанием ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , следовательно, и показателями общей жесткости – 181,5 мг/л ($\text{ПДК}_{\text{рх}}=180$ мг/л) (табл. 1). Высокая жесткость оказывает негативное влияние на свойства воды, ухудшая ее органолептические свойства. Вода характеризуется нейтральным значением pH для первой и для второй пробы – 7,6 и 7,7 соответственно.

Таблица 1

Содержание химических элементов в пробах воды, отобранных в р. Вятке вблизи заводского коллектора ОАО «УРАЛХИМ»

Показатель	Проба 1 (11.09.2015)	Проба 2 (16.10.2015)	$\text{ПДК}_{\text{рх}}$, мг/л	$\text{ПДК}_{\text{кб}}$, мг/л
pH	7,60	7,70	6,6–9,4	6,6–9,4
$[\text{Ca}^{2+}]$, мг/л	152,30	Общая жесткость – 181,5; Карбонатная жесткость – 127,1	180,0	–
$[\text{Mg}^{2+}]$, мг/л	29,20		40,0	50,0
$[\text{Fe}^{3+}]$, мг/л	1,15	0,995	0,10	0,30
$[\text{Al}^{3+}]$, мг/л	0,0011	0,0009	0,04	0,20
$[\text{Cr}^{6+}]$, мг/л	0,008	0,007	0,02	0,05
$[\text{Cl}]$, мг/л	2,13	4,25	300,0	350,0
$[\text{SO}_4^{2-}]$, мг/л	15,00	18,00	100,0	500,0
$[\text{PO}_4^{3-}]$, мг/л	0,10	0,058	0,20	3,50
Полифосфаты, мг/л	0,05	0,063	0,20	3,50
$[\text{F}]$, мг/л	0,20	1,2	0,05	1,20

* – жирным шрифтом выделены показатели, превышающие значение ПДК.

Микробиологический анализ проб показал умеренное загрязнение речной воды в районе заводского коллектора ОАО «УРАЛХИМ» (мезосапробная зона) (табл. 2). Данная зона обычно характеризуется доминированием окислительных и нитрификационных процессов. Качественный состав микроорганизмов может быть разнообразен, однако, преобладают бактерии, что следует из полученных результатов. Во второй пробе число микроорганизмов несколько меньше, поскольку в период отбора 2 пробы температура атмосферы была ниже, чем в первый период отбора, соответственно, численность микроорганизмов уменьшилась (климатический фактор).

**Результаты микробиологического анализа участка р. Вятки
вблизи коллектора завода ОАО «УРАЛХИМ»**

№ пробы	Дата отбора	Температура атмосферы при заборе пробы, °С	Количество микроорганизмов, · 10 ⁴ КОЕ/мл	Сапробность
1	11.09.15	+18	20,33±3,05	Мезосапробная зона (зона умеренного загрязнения)
2	16.10.15	+5	15,33±2,06	

Таким образом, содержание всех компонентов, за исключением ионов железа и фтора в пробах воды из р. Вятки, отобранных в районе коллектора ОАО «УРАЛХИМ» не превышают ПДК. По микробиологическим показателям вода в р. Вятке относится к умеренно загрязненной.

Литература

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб – Введ. -2014-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2012. 40 с.

Назаренко О. Б., Вторушина А. Н., Копытова А. И., Ларионова Е. В., Саранчина Н. В., Шеховцова Н. С. Экология: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 192 с.

Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высш. шк., 2002. 334 с.

Полонский В.И., Полонская Д.Е. Фторидное загрязнение почвы и фиторемедиация // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 1. С. 3–14.

Теппер Е. З. Практикум по микробиологии: учебное пособие. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

Хитрин С. В., Фукс С. Л. Химия окружающей среды. Киров: Изд-во ВятГУ, 2002. 54 с.

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО БАРЬЕРА ГРУНТОВЫХ ВОД

С. А. Шаров^{1, 2}, Т. Я. Ашихмина^{2, 3}

¹ *Объект по хранению и уничтожению химического оружия «Марадыковский»,*

² *Вятский государственный университет,*

³ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

После завершения работ по уничтожению химического оружия на объекте «Марадыковский» важным этапом будет проведение мероприятий по ликвидации последствий деятельности объекта. На этом этапе планируется начать строительство полигона захоронения промышленных отходов рядом с территорией объекта уничтожения химического оружия (УХО), а также провести большой комплекс работ по реабилитации территории, объектов, зданий и сооружений на технической территории № 3, в районе полигона «Долина». Следует иметь в виду то, что при уничтожении химического оружия производственная деятельность объекта была основным источником загрязнения атмосферного воздуха в районе функционирующего объекта. При этом

опосредованно загрязняющие вещества через атмосферный воздух, осадки в виде дождя и снега могли попадать на почву и в грунтовые воды.

Строительство полигона захоронения промышленных отходов, рекультивация технической территории № 3 внесут дополнительную техногенную нагрузку в уже сложившуюся природно-техногенную систему в районе действующего 9 лет объекта УХО «Марадыковский». В первую очередь наибольшая техногенная нагрузка придётся на почвенный покров и непосредственно связанные с ним грунтовые воды. В ходе строительства полигона на его территории и вблизи полигона изменится структура почв, водный и газовый обмен в почвах. В большинстве случаев может повлечь за собой изменение миграции и перераспределение химических элементов и их соединений в почве и грунтовых водах. В связи с этим существующая программа производственного экологического контроля и мониторинга на объекте будет откорректирована.

На территории объекта хранения и уничтожения химического оружия для наблюдения за состоянием подземных (грунтовых вод) были оборудованы и действовали в рамках системы производственного (объектового) мониторинга 11 наблюдательных скважин. Кроме того, вокруг объекта, по границе СЗЗ, были обустроены ещё 11 наблюдательных скважин системы государственного экологического контроля и мониторинга. В рамках выполнения работ по ликвидации последствий деятельности объектов и организации системы мониторинга целесообразно включить в программу производственного (объектового) экологического мониторинга контроль состояния грунтовых вод по всем этим скважинам.

Общее направление потока грунтовых вод в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия западное, на участке проектируемого строительства полигона это направление приобретает северо-западное направление, что объясняется положением реки Вятки, являющейся основной дренажной. В связи с этим необходимо, обустроить дополнительно 2–3 скважины, по потоку грунтовых вод от объекта в сторону р. Вятки, что позволит контролировать их экологическое состояние и воздействие на грунтовые воды полигона.

Территория объекта ХУХО (склады ХО, техническая территория № 3, объект УХО) и проектируемый полигон располагаются в основном на низкой второй надпойменной террасе долины р. Вятки в пределах абсолютных высот от 97 до 115 м. На западе и северо-западе она переходит в первую заболоченную террасу и пойму р. Вятки. Фрагменты поймы с характерным чередованием грив и межгривных понижений выделяются на северо-западе рассматриваемой территории.

На фоне общего депрессионного характера рельефа коллекторы грунтовых вод являются очагами заболачивания и торфообразования. При этом торфяники разделены широкими веретями (грядами), местами значительной высоты; по сути – это останцы древнего пойменного рельефа. В целом, рассматриваемый участок долины р. Вятки отличается высокой заболоченностью

как поймы, так и надпойменных террас, обусловленной современным нисходящим развитием рельефа.

Благодаря подпору вод р. Вятки расположенным ниже по течению Вятским Увалом, пойма реки в этом районе исключительно широкая, изобилующая старицами. Характерными положительными и отрицательными элементами пойменного рельефа являются прирусловые валы и старицы.

Близкие по свойствам аллювиальные болотные и болотные низинные почвы, вследствие значительной мощности (по сравнению с другими почвами) и высокой поглотительной способности органического горизонта (торфа), а также благодаря застою водному режиму аккумулируют загрязняющие вещества, являясь геохимическим барьером на пути их миграции к естественной дрене – руслу реки.

В соответствии с санитарными нормами и правилами вокруг проектируемого объекта наблюдательная сеть за грунтовыми водами должна быть значительно расширена. Это позволит не только выявлять возможное загрязнение грунтовых вод по направлению потока, но произвести качественную и количественную оценку поглотительной способности по отношению к загрязнителям естественного геохимического барьера, представленного «Карповыми озерами» и заболоченной территорией вокруг них.

Если леса сравнивают с лёгкими, ручьи и реки — с кровеносной системой планеты, то роль болот можно сравнить с функцией печени и почек в организме. Болота служат естественным фильтром, преграждающим путь загрязняющим веществам. Многие токсиканты, попадая в мутные болотные воды, прикрепляются к поверхности мельчайших частиц осадочных взвесей или вступают во взаимодействие с частицами глины. Чрезвычайно медленное течение воды в большинстве болот способствует оседанию тяжёлых частиц на дно. Поэтому болотные растения, например, широко распространённый рогоз, концентрируют в своих тканях тяжёлые металлы.

Согласно результатам химического анализа за последние 6 лет состав грунтовых вод из скважин № 1-н, 8-н, 9-н, 10-н существенно не изменился. В скважинах № 1-н и 10-н вода имеет слабощелочную среду, в остальных скважинах – нейтральную. В воде из всех скважин отмечается повышение ХПК. В скважинах № 8, 9 наблюдается повышенное содержание железа общего, что является характерным для четвертичных отложений. По остальным показателям превышение фоновых значений не выявлено.

Таким образом, при подготовке к проведению мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов уничтожения химического оружия, реабилитации территорий и захоронении отходов от производственной деятельности необходимо комплексно проанализировать данные производственного и государственного экологического контроля и мониторинга, провести оценку воздействия на окружающую среду и здоровье населения от всех источников деятельности на объекте. Необходимы оценка состояния почв, геоэкологического состояния грунтов и подземных (грунтовых вод) в районе промплощадки и СЗЗ объекта хранения и уничтожения химического оружия

на этапе выхода из эксплуатации и прогноз развития возможного техногенного воздействия на подземные воды и грунты на этапе ликвидации последствий деятельности объектов.

ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРУЕМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ «МАРАДЫКОВСКИЙ» НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Т. Я. Ашихмина^{1,2}, А. С. Тимонов², Г. Я. Кантор¹

¹ *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,*

² *Вятский государственный университет*

Отрицательное воздействие на поверхностные водные объекты, приводящее к их загрязнению или истощению может быть за счет сброса загрязненных сточных вод, поступления загрязнения с загрязненной территории, с загрязненными грунтовыми водами и за счет выпадения загрязненных атмосферных осадков.

Проектом ликвидации последствий деятельности объекта хранения и уничтожения химического оружия (ХУХО) «Марадыковский» предусмотрено отведение хозяйственных сточных вод по существующему канализационному коллектору на действующие канализационные очистные сооружения в/ч 21288 со сбросом в р. Погиблицу (рис.). Направляемые на очистные сооружения стоки с промплощадки объекта будут только от «чистой зоны», не связанной непосредственно с системой используемых промышленных вод. Количество дополнительных стоков 109,35 м³/сут. не превысит проектную мощность очистных сооружений, в целом не нарушит регламент их работы и не повлияет на качество воды в р. Погиблице.

Большая часть промплощадки, на которой непосредственно будут проводиться ликвидационные мероприятия, имеет твердое покрытие, с которого дождевые и талые воды собираются в систему дождевой канализации и далее направляются на очистку, переработку и использование в ликвидационном процессе. Площадки с жидкими отходами, образующимися в ходе работ, имеют поддоны и приемки для сбора проливов, из которых поступившие в них отходы должны регулярно откачиваться с помощью спецавтомобиля АРС (авторазливочная станция). Сбор строительных отходов, образующихся при очистке строительных конструкций, и твердых бытовых отходов (ТБО) осуществляется на площадках, имеющих стойкое водонепроницаемое покрытие, оборудованных по периметру бордюром, что позволяет исключить возможность поступления отходов в почву, грунтовые и поверхностные воды. Тем самым, при выполнении работ по ликвидации последствий деятельности в штатном режиме, непосредственное попадание загрязненных поверхностных

вод и жидких отходов с промышленной площадки объекта в грунтовые воды и на водосборную площадь исключено.

В поверхностные водные объекты в пруды-копани, расположенные в непосредственной близости от промплощадки и бывших хранилищ химоружия, поступление загрязнений с поверхностным стоком (дождевых и талых вод) исключено, поскольку их питание происходит за счет грунтовых вод и атмосферных осадков. Как было показано выше, поступление загрязнений в поверхностные водные объекты через грунтовые воды практически исключено.

Максимальные приземные концентрации всех ЗВ в выбросах над поверхностными водными объектами в непосредственной близости от промплощадки не превышают ПДК, за исключением диоксида азота. В пятый год выполнения работ по ликвидации последствий деятельности, когда потенциально возможны максимальные выбросы, расчетные приземные концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе могут достигать 0,9–1 ПДК над прудом-копанью № 1 и 1,5 ПДК над прудом-копанью № 3 (рис.).

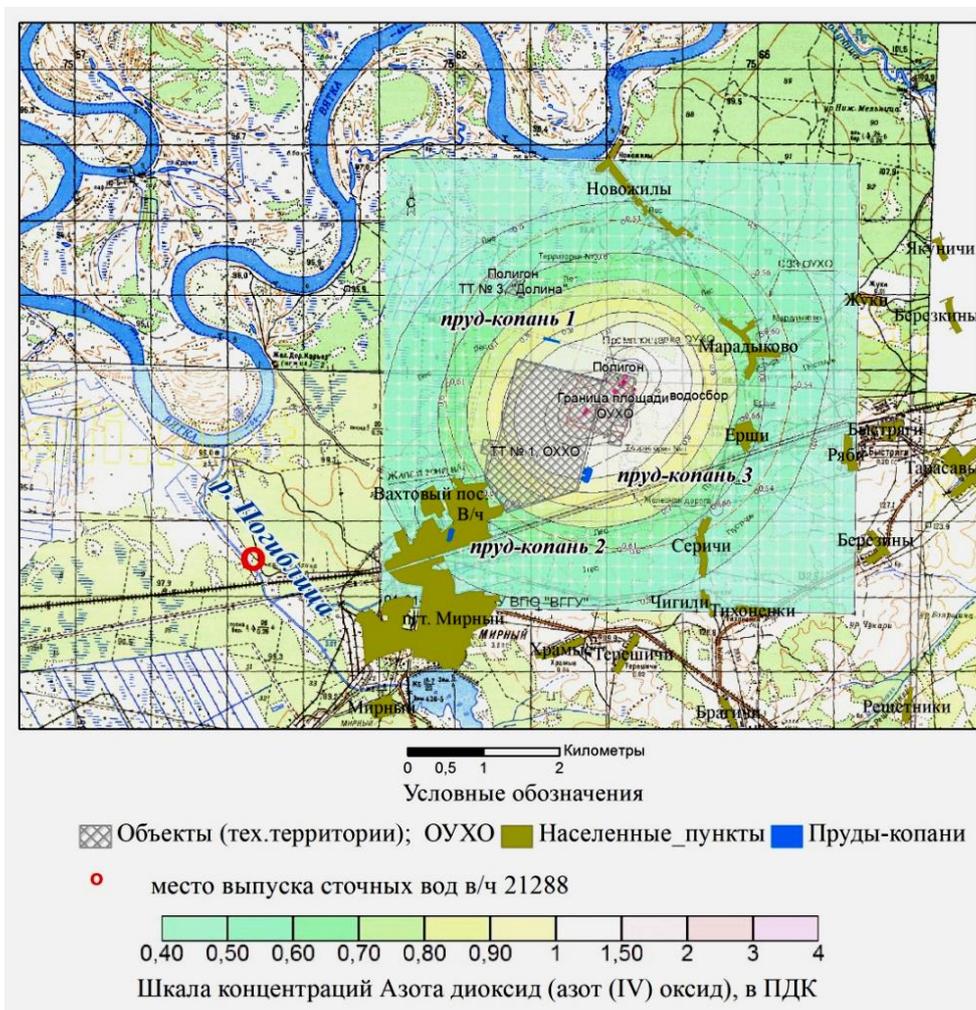


Рис. Распределение (расчетное, прогнозное) максимальных приземных концентраций диоксида азота в пятый год выполнения работ по ликвидации последствий деятельности объекта хранения и уничтожения химического оружия

Это дает основание предполагать, что при определенных атмосферных условиях возможно выпадение осадков с повышенной кислотностью. Однако данное явление, вероятнее всего, не окажет существенного отрицательного воздействия на качество воды в прудах-карьерах.

Таким образом, реализация проекта ликвидации последствий деятельности объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» при строгом соблюдении регламентов и технологий в штатном режиме, не окажет отрицательного воздействия на поверхностные и подземные (грунтовые) воды.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ р. ЧЕЛНОВАЯ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Г. Шалагина

*Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина,
alyacoot@mail.ru*

Из всех видов поверхностных вод наибольшее значение на территории Тамбовской области имеют реки (География Тамбовской области, 1973). Реки Тамбовской области отличаются неравномерностью стока в течение года и по классификации Б. Д. Зайкова (1946) относятся к восточноевропейскому типу, который характеризуется высоким половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком в осенний период. Знание режима реки очень важно для водозаборов, охраны мостов, плотин, для рыбного хозяйства и безопасного пропуска весеннего половодья (Буковский, Коломейцева, 2012).

Гидрологические особенности рек Тамбовской области в разных аспектах в последние годы активно изучаются рядом исследователей (Дудник и др., 2014, Буковский, 2010).

В данной статье проведен анализ изменения стока воды в реке Челновая (в районе деревни Пудовкино, расположенной на территории Тамбовского района Тамбовской области), в целом за год и отдельно по гидрологическим периодам (половодье, летне-осенняя и зимняя межени).

Типовой гидрограф на р. Челновая изображен на рисунке 1.

На рисунке 2 приведены ежегодные объемы стока с 11-летней скользящей средней и линейным трендом изменения годового объема стока р. Челновая. Наблюдается колебательный характер изменения годового стока р. Челновая. Так, до середины 1970-х гг. наблюдается постепенное уменьшение годового стока воды, затем до середины 1980-х гг. – сток увеличивался, до середины 1990-х – падал. С середины 1990-х до настоящего времени годовой объем стока вновь растет. В целом за период с 1956 г. изменения годового стока незначительны.

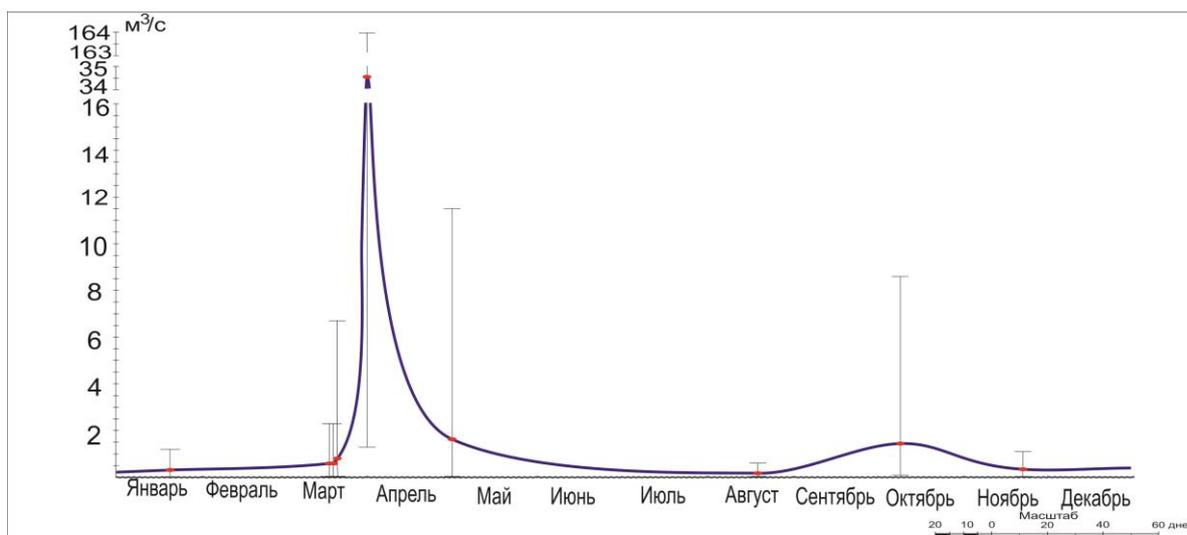


Рис. 1. Типовой гидрограф р. Челновая у д. Пудовкино

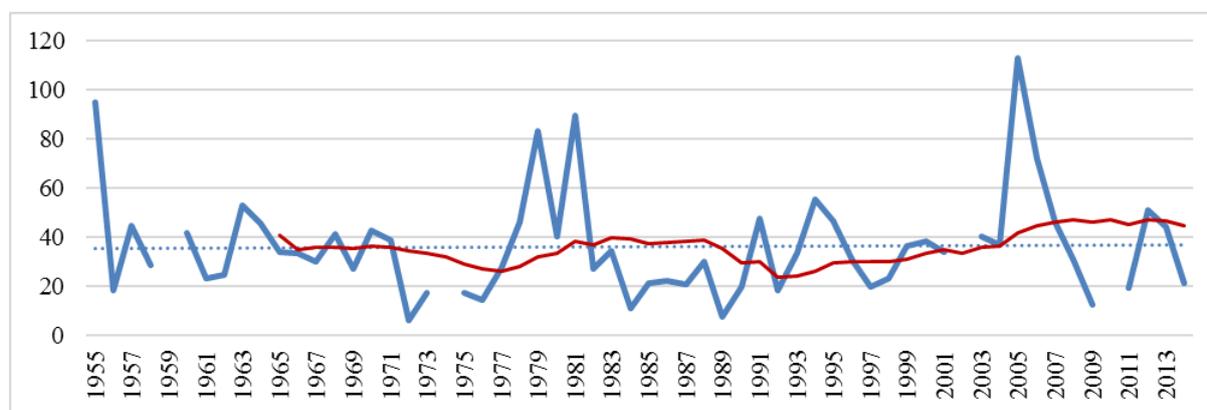


Рис. 2. Временной ряд годового стока воды (млн. м³) на гидрологическом посту Пудовкино Тамбовской области. Кривая соответствует 11-летнему сглаживанию

Весеннее половодье на р. Челновая начинается в конце марта (средняя дата начала половодья 21 марта). В отдельные годы, в зависимости от характера весны, сроки начала половодья могут значительно отклоняться от средних многолетних. Так, например в 1966 г. половодье началось 23 февраля, а в 2011 г. лишь 6 апреля. Максимальный расход воды в половодье на р.Челновой наблюдается в конце марта, однако в некоторые годы могут наблюдаться отклонения от этого периода. В 1990 г. наблюдалась самая ранняя дата наступления максимального расхода половодья 26 февраля. В 1956 г. максимальный расход был достигнут лишь 18 апреля. Заканчивается половодье обычно в конце апреля – начале мая. Самой ранней датой окончания половодья считается 4 апреля 2014 г. В 1988 г. половодье продлилось вплоть до 31 мая, что считается самой поздней датой окончания половодья на р. Челновой.

Средний из максимальных расходов половодья за период с 1955 по 2014 гг. составляет 34,6 м³/с; при этом значения максимального за половодье

расхода воды значительно варьируют от 1,34 м³/с в 1989 году до 164 м³/с в 1955 г. Средняя продолжительность половодья на реке Челновая 43 дня.

Средний многолетний сток весеннего половодья равняется 22 млн. м³, что составляет около 61% от годового стока. Максимальный сток половодья наблюдался в 1955 г. и составлял 69 млн. м³, минимальный сток за половодье наблюдался в 1990 г. (1,5 млн. м³).

На фоне стабильного снижения объема стока за половодье можно выделить некоторые периоды колебания стока половодья. Так, до начала 1990-х наблюдается сокращение стока половодья, затем он растет до конца рассматриваемого периода. В целом, анализ изменения стока половодья за период с 1955 по 2014 гг., показывает его уменьшение почти на 6 тыс. м³ в год.

За весенним половодьем следует низкая летне-осенняя межень, на которую приходится примерно 25% объема годового стока. Летне-осенняя межень обычно наступает в конце апреля-начале мая и заканчивается в основном в ноябре. Наименьшие расходы летне-осенней межени отмечаются в начале-середине августа. Минимальный расход летне-осенней межени наблюдался в 1986 г. (0,01 м³/с), а средний из минимальных расходов составляет 0,17 м³/с. Средняя продолжительность всей летне-осенней межени в среднем 201 день.

В целом, анализируя изменения стока летне-осенней межени за период с 1955 по 2014 гг., можно сделать вывод об его увеличении почти на 1 тыс. м³ в год.

Зимний сток на р. Цна составляет в среднем 14% годового, из них на период закрытого русла (ледостава) приходится 6%. Зимняя межень устанавливается в основном в ноябре; наиболее ранние даты приходятся на конец октября – начало ноября, наиболее поздние – на середину декабря. Заканчивается зимняя межень с началом подъема весеннего половодья в среднем в конце марта. Средняя продолжительность зимней межени 120 дней. Минимальный расход за зимнюю межень наблюдался в 1958 г. и составлял 0,01 м³/с. Средний из минимальных расходов воды составляет 0,3 м³/с. Минимальный расход зимней межени наблюдается во 2–3 декаде января.

Первые ледяные образования на реке появляются в конце ноября. Средняя продолжительность ледостава 102 дня. На протяжении всего анализируемого периода наблюдается ступенчатое повышение стока воды за зимнюю межень с периодами небольшого понижения стока.

В целом, анализ изменения стока за зимнюю межень с 1956 по 2014 гг., показывает его устойчивый рост почти на 1 тысячу кубических метров в год. Анализ процентного соотношения стока воды за различные гидрологические периоды с 1955 по 2014 гг. показывает тенденцию сокращения стока воды за период половодья за счет увеличения стока зимней и летней межени.

Литература

Буковский М. Е., Коломейцева Н. Н. Естественные условия протекания и таксономический состав донных беспозвоночных реки Вороны // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. Т. 19. № 9. С. 82–89.

Буковский М. Е., Коломейцева Н. Н. Оценка влияния реки Лесной Тамбов на экологическое состояние реки Цны // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В. И. Вернадского. 2010. № 7–9. С. 9–13.

География Тамбовской области. Воронеж: Центрально-черноземное книжное изд-во, 1973. 125 с.

Дудник С. Н., Буковский М. Е., Можаров А. В., Колкова К. С., Чернова М. А., Суrowикина И. В. Динамика гидротермического режима в реках донского бассейна на территории Тамбовской области // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1404–1409.

Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение на территории СССР // Тр. НИУ ГУГМС. 1946. Сер. IV. Вып. 24. 147 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ р. ВОРОНЕЖ НА ТЕРРИТОРИИ г. ЛИПЕЦКА

К. В. Марченко

Воронежский государственный университет, ksu31248@mail.ru

В стремлении к повышению водопотребления человек оказывает на гидросферу большое влияние, приводящее к изменению водного баланса и, как следствие, загрязнению вод.

Загрязнение вод проявляется в изменении их биологических, механических, химических, физических и органолептических свойств.

Одной из актуальных экологических проблем современности является возрастание масштаба негативных изменений состояния малых рек.

Цель – оценить экологическое состояние р. Воронеж на территории г. Липецка.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи: определить качество воды в р. Воронеж с помощью различных методов исследования, провести анализ соответствия качества воды в р. Воронеж с нормами ПДК, выявить факторы антропогенного воздействия на р. Воронеж.

Объектом исследований явилась р. Воронеж в границах г. Липецка.

Пробы воды из р. Воронеж отбирались в трех створах (Муниципальная 2013): 1 *створ* – р. Воронеж, г. Липецк, 4,0 км выше черты города, глубина 0,2 м; 2 *створ* – р. Воронеж, г. Липецк, черта города, глубина 0,2 м; 3 *створ* – р. Воронеж, г. Липецк, 4,1 км ниже черты города, глубина 0,2 м.

Оценка состояния гидрохимического режима р. Воронеж приведена в сравнении с нормами ПДК загрязняющих веществ для вод рыбохозяйственных водоемов и с выявлением факторов антропогенного воздействия на р. Воронеж (Росгидромет, 2015).

В данной работе сконцентрировано внимание на изучение веществ, которые имеют наибольшее значение в формировании эколого-химического состояния водных объектов.

В целом комплексные исследования р. Воронеж показали, что вода в реке сохраняет свои природные качества.

Литература

Муниципальная программа «Охрана окружающей среды города Липецка на 2014–2016 годы». Постановление администрации города Липецка от 30 сентября 2013 г. № 2264.

Росгидромет [www.meteorf.ru]. Официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. <http://www.meteorf.ru>. 2015.

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши./ Под ред. А. Д. Семенова // Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 541 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК г. КИРОВА НА ПРИМЕРЕ РЕК ЛЮЛЬЧЕНКА И ХЛЫНОВКА

М. В. Хорошавина, Т. А. Адамович

Вятский государственный университет, khoroshavina.mariya@mail.ru

Проблема чистой воды и охраны водных экосистем становится все более значимой по мере усиления воздействия человека на природу. Малые реки, составляя основу гидрографической сети, в значительной мере определяют своеобразие состава воды и водных биоценозов, формируют гидрологический режим средних и крупных рек. В последние десятилетия, когда резко возросли масштабы хозяйственной деятельности человека, и усилилось его влияние на природные условия, вопросы сохранения и рационального использования малых рек встали особенно остро. Малые реки являются начальными звеньями крупных водных систем, и последствия отрицательного влияния хозяйственной деятельности человека на них проявляются значительно раньше и резче.

Целью работы является оценка экологического состояния малых рек города Кирова на примере рек Люльченка и Хлыновка.

Объектами нашего исследования явились реки Люльченка и Хлыновка. Р. Люльченка является левобережным притоком озера Белужье (старицы р. Вятки) которая в свою очередь впадает в р. Вятку на 660 км от устья. В верховьях и среднем течении река протекает по территории г. Кирова, где в нее осуществляют сброс сточных вод ряд промышленных предприятий: ФГУП «Завод «Сельмаш»», ОАО «Веста», ОАО «Кировский маргаринный завод», ОАО «Кировский завод «Маяк», ОАО «Кировский машиностроительный завод 1 Мая», ОАО «ТГК № 5» (Кировский филиал ТЭЦ-4). В пределах городской территории в водоохранной зоне реки много мусора, отходов производства. Из-за неправильного регулирования русла в отдельных местах пойма заболочена (ОГУ «ВятНТИЦМП», 2005).

Река Хлыновка является левобережным притоком р. Вятки и впадает в нее на 694 км от устья. В нижнем и среднем течении река протекает по территории г. Кирова, промышленные предприятия которого оказывают на нее негативное влияние; в верхнем течении – по незагрязненному ландшафту. В пределах городской территории непосредственно в реке наблюдался мусор, свалки ТБО и отходов производства.

В качестве фона использовали пробы воды, отобранной из р. Ивкинка. Свое начало Ивкинка берет с высокой части Вятского Увала вблизи д. Опаринцы Верхошижемского района и течет на всем протяжении в северном направлении. Она имеет извилистое русло с невысокими, но довольно крутыми и живописными берегами. В долине этой реки на пойме у с. Нижнее Ивкино имеются минеральные источники и лечебные грязи, которые используются больницей, курортом республиканского значения и санаториями промышленных предприятий г. Кирова (Колчанов, Прокашев, 1996).

Точки отбора проб находились на территории, максимально удаленной от возможных источников воздействия, отбор осуществлялся в осенний период 2015 г. Гидрохимический анализ проб воды данных водотоков (табл. 1) был проведен с использованием метода ионной хроматографии. Метод основан на эквивалентном обмене ионов раствора на ионы неподвижной твердой фазы.

Таблица 1

Результаты гидрохимического анализа воды

Показатель	р. Хлыновка	р. Люльченка	р. Ивкинка
Водородный показатель рН	7,7±0,2	8,1±0,2	7,8±0,2
Нитраты, мг/л	14,20±0,05	20,40±0,05	7,80±0,05
Хлорид ион, мг/л	47±5	31,0±3,1	8,1±0,8
Сульфат-ион, мг/л	52±5	43±4	107±16
Гидрокарбонаты, мг/л	287±29	305±31	293±29
Кальций, мг/л	80±6	74±6	82±7
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	6,3±0,3	6,1±0,3	6,0±0,3
Магний, мг/л	28±3	29,2±3,2	23,1±2,5
Цветность	слабо-желтая	слабо-желтая	очень слабая
Запах	отчетливый	слабый	очень слабый
Мутность	мутная	мутная	слабо-мутная
Пенистость	нет	нет	нет
Содержание грубодисперсных примесей, г/л	0,04	0,04	0,02
Жесткость, мг-экв/л	4,65	4,68	4,4

Установлено превышение фонового значения для нитрат-, хлорид-ионов, катионов магния в реках Люльченка и Хлыновка. Это может быть связано со сбросами коммунальных стоков, смывом городских и сельскохозяйственных осадков, а также сбросами сточных вод промышленных предприятий. Высокие концентрации сульфат- и гидрокарбонат-ионов в р. Ивкинка могут быть связаны с тем, что в долине этой реки на пойме у с. Нижнее Ивкино имеются минеральные источники и лечебные грязи, которые по химическому составу относятся к сульфатно-кальциевому типу. Кроме того, в работе приведены данные органолептического анализа проб. Установлено, что неудовлетворительными являются показатель цветности и мутности для проб воды из рек Люльченка и Хлыновка. Это связано с тем, что в реках присутствует большое количество песка, глины и прочих взвесей органического происхождения (Стойкова, 2010).

Для определения содержания тяжелых металлов (цинка, свинца, меди, марганца, кадмия, никеля) в пробах воды применяли метод пламенной атомно-адсорбционной спектроскопии. Результаты анализа проб воды на содержание тяжелых металлов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в пробах воды, мг/л

Химический элемент	ПДК _{рыбхоз}	р. Хлыновка	р. Люльченка	р. Ивкина
Cu	0,001	0,0030±0,0002	0,0200±0,0010	0,0000±0,0000
Zn	0,01	0,0190±0,0013	0,076±0,0050	0,0000±0,0000
Pb	0,1	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
Cd	0,5	0,0060±0,0004	0,0000±0,0000	0,0000±0,0000
Ni	0,01	0,0000±0,0000	0,0100±0,0011	0,0180±0,0018
Mn	0,01	0,1420±0,0110	0,2750±0,0220	0,0630±0,0050

Установлено, что концентрация свинца и кадмия во всех пробах не превышала ПДК. Концентрация марганца во всех проанализированных пробах была выше ПДК (в 6,3–27,5 раз). Максимальное значение отмечено в пробе из р. Люльченка. Кроме того, превышение ПДК по меди (в 3–20 раз) и цинку (в 1,9–7,6 раз) наблюдается в пробах воды из рек Хлыновка и Люльченка.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в пробах воды из рек Хлыновка и Люльченка зарегистрированы высокие концентрации по нескольким определяемым показателям. Хозяйственная деятельность, осуществляемая на водосборах малых рек, сопровождается привнесением значительного количества различных веществ, способствуя тем самым изменению физико-химического состава воды. Оценка качества воды малых рек по отдельным химическим показателям позволяет проводить сравнительный анализ водотоков и выявить те из них, которые подвержены наибольшему антропогенному влиянию.

Литература

Колчанов В. И., Прокашев А. М. Природа, хозяйство, экология Кировской области. Киров, 1996. 591 с.

Оценка состояния малых рек г.Кирова под воздействием антропогенных факторов. ОГУ «ВятНТИЦМП», 2005.

Стойкова Е. Е., Медянцева Э. П., Евтюгин Г. А. Гидрохимический анализ. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. 49 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Д. П. Пономарев¹, Н. В. Сырчина¹, Т. Я Ашихмина^{1,2}
¹ *Вятский государственный университет, 2008Esc@mail.ru,*
² *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН*

Рациональная система водоотведения и очистки промышленных, поверхностных и хозяйственно-бытовых сточных вод является необходимым элементом жизнеобеспечения каждого современного города. Действующие в разных странах технологические схемы очистки стоков имеют аналогичную структуру, однако способы утилизации образующихся в процессе водоочистки отходов весьма разнообразны (Аликбаева, 2008). Одним из факторов, определяющих способ утилизации отходов очистных сооружений, является их состав.

Как правило, общая схема водоочистки предполагает 3 стадии: механическую, биологическую и химическую (обеззараживание). На каждой стадии формируются соответствующие отходы. Больше всего отходов образуется на стадии механической очистки. В процессе механической очистки из сточных вод с помощью специальных решеток удаляется бытовой мусор, затем вода направляется в песколовки, способствующие удалению песка. После песколовок сточные воды поступают в первичные отстойники, где происходит осветление стоков за счет выделения взвешенных частиц в осадок (осадок сточных вод). Осадок сточных вод (ОСВ) является основным отходом, образующимся в процессе работы очистных сооружений. Только в России образуется ежегодно более 2 млн. т. осадков в расчете на сухое вещество (Углов, 2006). Основная масса ОСВ не находит практического применения и складывается на полигонах, вызывая масштабное загрязнение окружающей среды (Аликбаева, 2008).

ОСВ содержат широкий спектр разнообразных органических и неорганических веществ биогенного и абиогенного происхождения, в том числе токсичные элементы (тяжелые металлы, мышьяк, фтор и др.), патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов, нефтепродукты и т.д. Чем выше доля промышленных и поверхностных стоков в общем потоке, направляемых на очистку канализационных вод, тем больше токсичных компонентов накапливается в ОСВ.

Негативное воздействие огромных масс отходов очистных сооружений на окружающую среду требует активизации исследований в направлении поиска рациональных путей их утилизации.

Таблица

Различные способы утилизации ОСВ

Технология	Ограничения применения в зависимости от состава ОСВ	Экономические затраты на реализацию	Получение полезных продуктов	Экологические последствия от внедрения	Количество вторичных отходов	Утилизация вторичных отходов
Сжигание	Нет	Высокие (затраты на обезвоживание ОСВ и очистку дымовых газов)	Нет	Снижение массы отходов на 60–70% (на сухое вещество). Загрязнение окружающей среды выбросами в атмосферу, в том числе диоксинами	30–35% от массы отходов (зола, содержащая токсичные элементы)	Возможность использования золы в дорожном строительстве
Пиролиз (термическая деструкция)	Повышенные требования к пожаровзрывобезопасности	Средние	Пиролизный газ (для получения тепловой энергии)	Снижение массы отходов на 60–70% (на сухое вещество)	От 50% от массы ОСВ. Твердые продукты пиролиза, содержащие токсичные элементы	Возможность использования в дорожном строительстве
Производство удобрений	Соответствие требованиям нормативных документов на использование ОСВ в качестве удобрений и для приготовления почво-грунтов (ГОСТ 17.4.3.07-2001; ГОСТ Р 54651-2011)	Низкие	Удобрение для широкого спектра культур (в зависимости от состава)	Минимальные (при соблюдении требований соответствующих стандартов)	Нет	Не требуется
Производство почвогрунтов	ГОСТ Р 54651-2011)	Низкие	Почвогрунт	Минимальные (при соблюдении требований соответствующих стандартов)	Нет	Не требуется

В настоящее время имеются технологические разработки, позволяющие утилизировать ОСВ путем сжигания или переработки их в полезные продукты (удобрения, субстраты, компосты, биогаз и др.). Каждая технология имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Выбор и практическое внедрение той или иной технологии определяются объемами образующихся отходов, особенностями их химического состава, экономическими затратами на реализацию технологии и экологическими последствиями от ее внедрения. Анализ указанных факторов позволяет оптимизировать схему утилизации отходов в каждом конкретном случае. В таблице представлены данные, позволяющие оценить эффективность и последствия внедрения некоторых способов утилизации ОСВ.

Наиболее эффективным способом утилизации ОСВ, позволяющим полностью избавиться от этого вида отходов, может стать их переработка в удобрения или почвогрунты, однако данный способ имеет существенные ограничения, определяемые составом ОСВ. Осадки, характеризующиеся высоким содержанием тяжелых металлов, мышьяка и фитотоксичных соединений, для использования в сельском хозяйстве и зеленом строительстве не пригодны. Следует отметить, что далеко не все ОСВ следует признавать непригодными для переработки в удобрения, компосты или грунты. ОСВ, получаемые при очистке преимущественно хозяйственно-бытовых стоков, могут иметь вполне благоприятный химический состав, не уступающий по удобрительной ценности подстилочному навозу (Ускова, 2006; Догадина, 2004; Слипец, 2007).

Если ОСВ характеризуются повышенным содержанием токсичных элементов, то перспективным направлением их утилизации может стать сухой пиролиз, позволяющий производить пиролизный газ, пригодный для использования в качестве топлива. За счет сжигания пиролизного газа можно получить необходимую для обезвоживания и высокотемпературного разложения органических веществ тепловую энергию. При работе современных высокотехнологичных пиролизных установок выделяется минимальное количество вредных продуктов, способных привести к загрязнению окружающей среды (Медведев, 2003).

Кроме того, за последнее время в мировой практике и на российских объектах достаточно широкое внедрение по переработке осадков сточных вод отводится биотехнологическим методам с использованием анаэробных бактерий. Для этих целей созданы и действуют биогазовые комплексы, позволяющие из ОСВ получать биогаз с высоким содержанием метана. В настоящее время технология анаэробного сбраживания сырого осадка и вторичного ила из отходов предприятия «Кировские коммунальные системы» отрабатываются на стадии опытно-конструкторской разработки. Выход биогаза по метану достигает 80%. Одновременно проводится комплексное химическое и микробиологическое исследование вторичного осадка для целей дальнейшего его использования.

Литература

Аликбаева Л. А. Научные основы обеспечения гигиенической безопасности эксплуатации городских очистных сооружений с технологией сжигания осадка сточных вод: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2008. 373 с.

Догадина М. А. Агроэкологические аспекты применения осадка сточных вод в цветоводстве: Дис. ... канд. с-х. наук. Орел, 2004. 189 с.

Медведев А. В. Разработка метода электродуговой пиролизной утилизации осадков сточных вод городских очистных сооружений: Дис. ... канд. техн. наук. Тюмень, 2003. 187 с.

Слипец А. А. Агроэкологическая оценка почвенного пути утилизации осадков сточных вод в севообороте: Дис. ... канд. биол. наук. Калуга, 2007. 219 с.

Углов В. А. Экологическая оценка сточных вод и осадков мясоперерабатывающих предприятий и их использование в сельском хозяйстве: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2006. 123 с.

Ускова В. В. Утилизация осадков сточных вод, различающихся по токсичности, с помощью червей *Eisenia foetida* (Sav.): Дис. ... канд. с-х наук. Йошкар-Ола, 2006. 172 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В МОНИТОРИНГЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЗАПОВЕДНИКА «НУРГУШ»

Е. В. Князева, Т. А. Адамович
Вятский государственный университет

В последнее десятилетие космическая съемка прочно закрепилась в системе средств, применяемых при проведении мониторинга окружающей среды и ООПТ в частности. Применение наземных методов исследований в совокупности с современными геоинформационными и аэрокосмическими технологиями позволяет оценить состояние природных комплексов и динамику происходящих на территории процессов.

Для исследования водных объектов были выбраны озера государственного заповедника «Нургуш». Он расположен в центральной части Кировской области на юго-востоке Котельничского района. Площадь участка – 5634 га, что составляет 0,02% территории Кировской области (О создании..., 1994).

В заповеднике «Нургуш» 5 рек и более 85 озер, которые образуют единую систему пойменных водоемов, соединенных между собой многочисленными протоками (рис.).

Заповедник «Нургуш» является природоохранным, научно-исследовательским и эколого-просветительским учреждением. Он создан с целью охраны пойменных комплексов реки Вятки – многочисленных озер и хвойно-широколиственных лесов. Научно-исследовательская деятельность заповедника заключается в проведении стационарных круглогодичных исследований, направленных на изучение природных комплексов и динамики природных процессов для оценки и прогноза состояния экосистем, объектов животного и растительного мира, разработки научных основ охраны природы и сохранения биологического разнообразия.



Рис. Фрагмент синтезированного изображения территории государственного природного заповедника «Нургуш» (Landsat-8 августа 2015 г., пространственное разрешение 30 м)

До настоящего времени данные дистанционного зондирования Земли в научно-исследовательской деятельности заповедника не использовались, что делает тему исследования чрезвычайно актуальной.

Одним из важных направлений применения данных ДЗЗ является мониторинг экологического состояния водных объектов (Лабутина, Балдина, 2011). Технология такого мониторинга включает предварительную обработку космических снимков (радиометрическую калибровку, атмосферную коррекцию) и их автоматизированное дешифрирование. Результаты дешифрирования оформляются в виде серий оперативных тематических карт и становятся информационной базой специализированных геоинформационных систем. Экологическое состояние водного объекта характеризуется рядом признаков, которые в той или иной мере проявляют себя на космических снимках. В данном случае наиболее перспективен анализ мультиспектральных снимков, по которым хорошо выявляются и количественно измеряются объемы механических взвесей и биогенных элементов (Абросимов, Дворкин, 2009). Для большинства водоемов актуальна проблема ухудшения свойств воды в результате эвтрофирования – резкого повышения биологической продуктивности зеленых водорослей, приводящего к негативным последствиям для всей экосистемы водоема. Выявить наличие этого процесса и стадии его развития возможно, изучая изменения спектральных характеристик на серии мультиспектральных снимков. Такие снимки предоставляет спутник Landsat 8. Проводимые на данной территории выборочные полевые исследования позволят перейти к численным показателям объема взвешенных частиц как в случае механического, так и в случае биологического загрязнения.

Таким образом, с помощью данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и программных комплексов по их обработке можно решать многие важные задачи: инвентаризация водохранилищ и других водных объектов; мониторинг экологического состояния водных объектов; мониторинг русловых процессов и картографирование микрорельефа дна на мелководьях; определение биологической продуктивности водоемов, выявление водных биоресурсов, решение рыбоводческих задач и многие другие.

Литература

Абросимов А. В., Дворкин Б. А. Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для мониторинга водных объектов // Геоматика. 2012. № 4. С. 54–63.

Лабутина И. А., Балдина Е. А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие. М., 2011. 88 с.

О создании в Кировской области государственного природного заповедника «Нургуш». Постановление правительства Российской Федерации. 1994. № 5. 805 с.

ВЛИЯНИЕ ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО «КИРОВ-ВЯТКА» НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Д. В. Пестова, Д. Н. Данилов, Е. В. Коваль

Вятский государственный университет, asha994@rambler.ru

В настоящее время проблема химического загрязнения окружающей среды имеет глобальный характер. Специфические и общепромышленные токсиканты представляют серьезную опасность для живых систем. От качества атмосферного воздуха напрямую зависит уровень комфортности жизни и состояния здоровья людей, проживающих вблизи источников загрязнения. Поэтому требуется последовательно выполнять операционные и хозяйственные меры по предупреждению загрязнения и развитию оперативного контроля за состоянием атмосферного воздуха.

В рамках мониторинга атмосферного воздуха создана система оценок выбросов промышленных предприятий конкретной сферы. К предприятиям-загрязнителям атмосферного воздуха можно отнести локомотивные депо и другие предприятия железнодорожного транспорта (Зубрева и др., 1999). Например, выбросы загрязняющих веществ от подвижных источников составляют в среднем 1,65 млн. т в год (Павлова и др., 1998), в том числе 28 кг оксида углерода, 17,5 кг оксидов азота, до 2 кг сажи за час работы одной секции тепловоза (Маслов и др., 1996). Кроме того, на железнодорожном транспорте имеется 35970 стационарных источников выбросов в атмосферу (Павлова и др., 1998). От них поступает в атмосферу 197 тыс. т загрязняющих веществ ежегодно, в том числе 53 тыс. т твердых веществ, 144 тыс. т газообразных. Локомотивные, вагонные депо имеют производства и осуществляют технологические процессы, характерные для технического обслуживания и ремонта подвижного состава всех видов транспорта. Данные процессы служат источниками нефтепродуктов, фенолов, кислот, взвешенных веществ,

тяжелых металлов, которые поступают во все среды (Маслов и др., 1996). Поэтому актуальной является комплексная оценка загрязнений атмосферного воздуха, создаваемая деятельностью локомотивного депо.

Целью работы была оценка загрязнения атмосферы, создаваемой деятельностью локомотивного депо «Киров-Вятка» станции Киров.

Объектом исследования стало локомотивное депо «Киров-Вятка», впрямь именуемое Локомотивное депо или предприятие. Локомотивное депо проводит ремонт, техническое обслуживание электровозов переменного тока. Предприятие работает 250 дней в году. Режим работы односменный. При выполнении технологических процессов происходит загрязнение окружающей среды твердыми частицами и вредными газами. В состав предприятия входят следующие производственные цеха и участки-источники загрязнения: механический цех, где производят ремонт и изготовление деталей с помощью металлообрабатывающих станков; кузнечное отделение, в составе механического цеха; сварочный цех, с постами (отделениями), где осуществляется электродуговая сварка штучными электродами и газовая резка металлов; лакокрасочное отделение, где осуществляется покраска тепловозов после ремонта.

В ходе исследования был рассчитан валовый выброс и максимально разовый выброс наиболее характерных загрязнителей атмосферного воздуха для работ, проводимых локомотивным депо «Киров-Вятка». Расчеты были выполнены в соответствии с методиками определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час (Методика..., 1999); выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей) (Методика..., 1997); проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом) (Методика..., 1992); выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей) (Методика..., 1997). В расчетных формулах по оценке вредных выбросов в атмосферу учитывались географические и метеорологические характеристики исследуемого предприятия.

Установлено, что наибольшее количество загрязняющих веществ поступает в атмосферу при кузнечных работах (табл. 1). Наибольший валовый выброс при кузнечных работах приходится на оксиды углерода и твердые частицы. Отмечены и наибольшие значения максимально разового выброса для этих веществ. Кроме того, при газовой резке металла отмечен высокий максимально разовый выброс оксида железа (0,0370 г/с). Установлено, что сварочные работы являются источником опасных для живых систем (растительных и животных) фтористых соединений (Косицина, 2009).

Таблица 1

**Валовые и максимально-разовые выбросы локомотивного депо
Киров-Вятка**

Источник	Загрязняющие вещества	Валовый выброс, т/г	Максимально разовый выброс, г/с
Кузнечные работы	Твердые частицы (зола углей);	0,1532	0,0296
	Оксиды углерода;	0,2500	0,0482
	Оксиды азота;	0,0017	0,0003
	Диоксид серы;	0,0378	0,0073
	Диоксид азота.	0,0107	0,0021
Газовая резка металла	Диоксид азота	0,0317	0,0147
	Железа оксид	0,0799	0,0370
	Марганец и его соединения	0,0011	0,0005
	Оксид углерода	0,0392	0,0182
Сварочные работы	Железа оксид	0,0336	0,0095
	Марганец и его соединения	0,0060	0,0017
	Фтористые газообразные соединения	0,0014	0,0004

На основании полученных данных провели анализ качественного и количественного состава выбросов всех технологических процессов. Установлено, что наибольшую долю всех выбросов занимают оксиды углерода, железа, диоксид азота, а также соединения марганца (табл. 2).

Таблица 2

**Состав выбросов, образующихся при технологических процессах
локомотивного депо «Киров-Вятка»**

Состав выбросов	Валовый выброс, т/г	Максимально разовый выброс, г/с
Оксид углерода	0,2892	0,0664
Оксид железа	0,1135	0,0465
Диоксид азота	0,0424	0,0167
Марганец и его соединения	0,0070	0,0022

Таким образом, была проведена оценка качественного и количественного состава выбросов локомотивного депо станции «Киров-Вятка». Основными загрязняющими веществами в зоне влияния локомотивного депо «Киров-Вятка» являются оксиды углерода, оксиды железа, диоксид азота, соединения марганца. Основным источником загрязняющих веществ являются кузнечные работы. При сварочных работах в атмосферу поступают токсичные для живых организмов фторсодержащие агенты.

Литература

Зубрев Н. И., Шарпова Н. А. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учебное пособие. М.: УМК МПС России, 1999. 592 с.

Косицина А. А. Влияние водорастворимого фтора на загрязнение почв и растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2009. 19 с.

Маслов Н. Н. Защита от электромагнитных излучений // Охрана окружающей среды

на железнодорожном транспорте. М., 1995. 238 с.

Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час. М., 1999. 27 с.

Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей). Фирма «Интеграл». 1997. 10 с.

Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). Минтранс РФ НИИАТ. М. 1992. 113 с.

Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей). Фирма «Интеграл». СПб., 1997. 26 с.

Павлова Е. И., Буралев Ю. В. Экология транспорта. М.: Транспорт, 1998. 232 с.

СЕКЦИЯ 6

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ ПОСЛЕ ПРОЦЕССА БИОДЕГРАДАЦИИ

В. Э. Сатина, И. А. Нечаева
Тулский государственный университет,
Lerysya-93@mail.ru, nechaeva1902@gmail.ru

Содержание нефтепродуктов относится к одному из важнейших показателей качественного состояния водных объектов, подлежащих систематическому наблюдению и контролю в рамках национальных и международных программ по защите окружающей среды. При использовании физико-химических, химических и биологических методов очистки природных объектов от данного рода токсикантов необходимо контролировать как начальный, так и конечный уровень загрязнения.

Осуществление такого контроля является трудной задачей, так как нефть и нефтепродукты представляют собой очень сложную и разнообразную смесь соединений различных классов, обладающих существенно различающимися между собой свойствами. Методическую задачу контроля нефтяного загрязнения усложняет также распределение поступивших в водоем нефтяных компонентов в различные формы миграции – часть компонентов образует пленку на поверхности воды, часть растворяется в воде или образует эмульсию, часть сорбируется на взвешях и донных отложениях. Распределение нефти и нефтепродуктов по миграционным формам одновременно сопровождается изменением их химического состава, т. е. контроль должен осуществляться за очень сложной, неопределенной и постоянно меняющейся смесью нефтяных веществ (Кленкин, Павленко, 2007).

В нашей стране для определения содержания нефтепродуктов в объектах окружающей среды используют гравиметрический метод, ИК- и УФ-спектрофотометрический, а также газохроматографический методы анализа (Другов, 2000).

Наибольший интерес представляет определение содержания нефтепродуктов с помощью методов газовой хроматографии, позволяющих анализировать как отдельные углеводороды нефти, так и их смеси, например, дизельное топливо. Метод газовой хроматографии основан на разделении углеводородов нефти на неполярной фазе в режиме программирования температуры. Нефтепродукты экстрагируют из пробы органическим растворителем (четырёххлористый углерод или гексан), полученный экстракт закалывают в газо-

хроматографическую колонку для анализа (ISO 9377-2:2000). Аналитическим сигналом является площадь пика индивидуального углеводорода или суммарная площадь пиков начиная с пика н-декана ($C_{10}H_{22}$) и кончая пиком н-тетраконтана ($C_{40}H_{82}$) при анализе нефтепродуктов. Продолжительность регистрации хроматограммы составляет 20–30 мин. Основными достоинствами хроматографического метода анализа являются: возможность разделения смесей любой природы, возможность количественно анализировать достаточно малые количества исследуемых смесей, высокая разделительная способность, возможность разделения смесей веществ, весьма близких по составу, свойствам и строению, высокая чувствительность (Лепявко, 2002).

Целью данной работы являлось определение остаточного количества гексадекана газохроматографическим методом после деградации данного углеводорода бактериями-деструкторами.

Одной из технологий по очистке нефтезагрязнённых территорий является биоремедиация с использованием эффективных микроорганизмов-деструкторов. При проведении данных работ, как уже было сказано выше, необходимо контролировать уровень загрязнения. В данной работе предлагается использование газохроматографического метода анализа. В качестве модельного загрязнителя выбран гексадекан. Для этого было проведено культивирование микроорганизмов-деструкторов углеводородов нефти *Rhodococcus erythropolis* S67 и *Rhodococcus erythropolis* X5, входящих в состав биопрепарата «МикроБак» (Филонов, Кошелева, 2009), в жидкой минеральной среде Эванса с добавлением гексадекана (в количестве 2% по объёму) в качестве единственного источника углерода и энергии при 26 °С. Остаточное количество гексадекана определяли после 3, 6 и 8 суток эксперимента. Экстракцию гексадекана из культуральной жидкости проводили гексаном. Анализ проводили при следующих условиях: температура колонки – 250 °С, температура испарителя – 300 °С, температура детектора – 250 °С, расход газа-носителя (азот) – 17,4 см³/мин, объём пробы, дм³, время анализа – 10 мин.

Для штамма *Rhodococcus erythropolis* S67 заметное снижение концентрации алкана происходило после 3 суток культивирования и составило 0,82%. На протяжении следующих суток убыль гексадекана не происходила. Напротив, для штамма *Rhodococcus erythropolis* X5 снижение концентрации гексадекана происходило и после 3 суток культивирования и по истечении 6 и 8 суток составило 0,23 и 0,18% соответственно (рис.). Таким образом, деградация гексадекана двумя штаммами родококков происходит с разной активностью, что можно объяснить разницей в физиологии их роста на гидрофобных субстратах. Ранее было показано, что активное потребление углеводородных субстратов (гексадекан, дизельное топливо) данными микроорганизмами происходит в течении первых 3-х суток культивирования при таких же условиях (Филонов, Пырченкова, 2007). Однако оценку остаточного содержания дизельного топлива и сырой нефти проводили с помощью гравиметрического анализа, а убыль гексадекана вообще не оценивали.

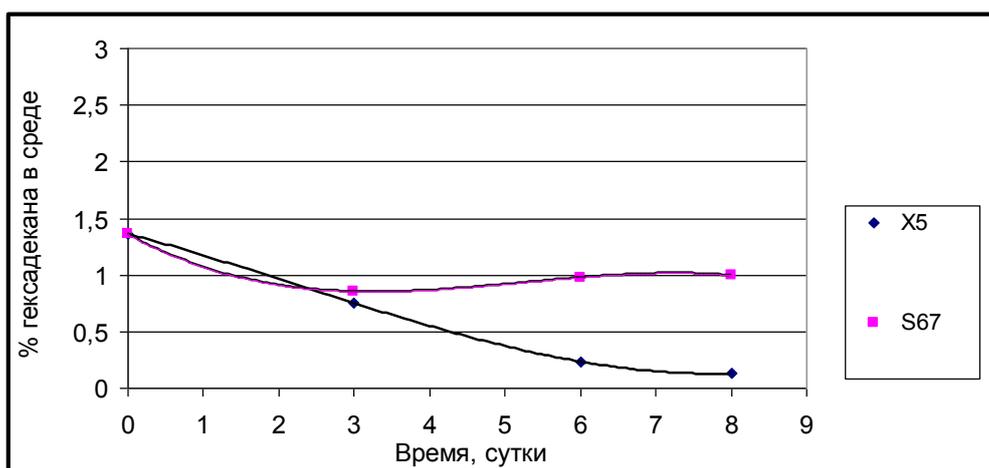


Рис. График убыви гексадекана в процессе биodeградации штаммами *Rhodococcus erythropolis* S67 и *Rhodococcus erythropolis* X5

В результате проведённых экспериментов показана принципиальная возможность применения газохроматографического метода анализа для определения остаточного количества нефтепродуктов на примере гексадекана и возможность дальнейших исследований с применением дизельного топлива.

Литература

Другов Ю. С., Родин А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. СПб.: Анатолия, 2000. 250 с.

Кленкин А. А., Павленко Л. Ф., Темердашев З. А. Некоторые методические особенности определения уровня нефтяного загрязнения водных экосистем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т. 73. № 2.

Лепявко А. П. Газовые хроматографы. Поверка и калибровка М.: АСМС, 2002. 65 с.

Филонов А. Е., Кошелева И. А., Самойленко В. А., Шкидченко А. Н., Нечаева И. А., Пунтус И. Ф., Гафаров А. Б., Якшина Т. В., Боронин А. М., Петриков К. В. Биопрепарат для очистки почв от загрязнений нефтью и нефтепродуктами, способ его получения и применения / Патент № 2378060, Российская Федерация. Опубл. 10.01.2009. Бюл. № 1.

Филонов А. Е., Пырченкова И. А., Гафаров А. Б., Аринбасаров М. У., Пунтус И. Ф., Суни С., Романчук М., Боронин А. М. Биodeградация нефти психротрофными микроорганизмами-деструкторами и её адсорбция растительным сорбентом в жидкой минеральной среде // Биотехнология. 2007. № 2. С. 31–39.

ISO 9377-2:2000. Water quality. Determination of hydrocarbon oil index. Part 2. Method using solvent extraction and gas chromatography.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛКИЛФЕНОЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ГХ-ДЭЗ

А. М. Романова

*Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина,
serebro2509rom@yandex.ru*

Алкилзамещенные фенолы являются одними из наиболее востребованных и распространенных продуктов, применяемых в качестве антиоксидантов в различных видах топлива, масел, смазочных материалов, моющих средств и лекарственных препаратов. Некоторые алкилзамещенные фенолы используют в качестве стабилизаторов пищевых жиров, мясных, молочных, рыбных и мучных изделий, косметических и парфюмерных товаров. Благодаря своей высокой антиокислительной активности, ареал применения и производства этих продуктов имеет все более широкий характер (Елин, 2001).

Хотя алкилфенолы не проявляют прямой токсичности, результаты многочисленных исследований показывают, что соединения этого класса имеют структурное сходство с некоторыми гормонами (рис. 1). В связи с этим, попадая в живые организмы алкилфенолы нарушают эндокринные функции организма, оказывают негативное влияние на репродуктивную систему, а также могут служить причиной ряда онкологических заболеваний (Soares, 2008).

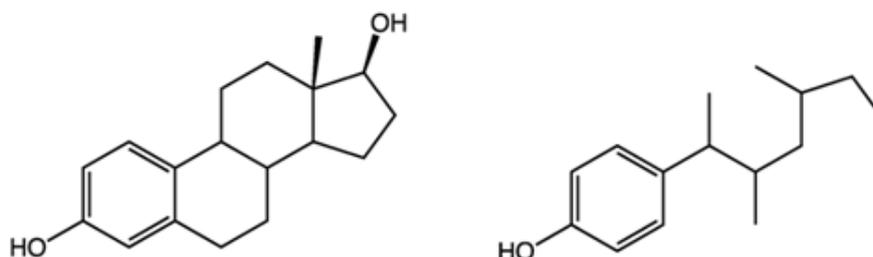


Рис. 1. Структура женского полового гормона – эстрадиола (слева) и 4-(3,5,6-триметилгексил) фенола (справа)

В настоящее время в России в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования нормируются оксиэтилированные алкилфенолы, предельно-допустимая концентрация (ПДК) которых не должна превышать $0,1 \text{ мг/дм}^3$.

Прямые газохроматографические (ГХ) определения алкилфенолов в воде недостаточно чувствительны и не достигают уровня ПДК, что связано с гидрофильностью этих соединений и неудовлетворительными хроматографическими свойствами из-за наличия сильнополярной ОН-группы (Воробьева, 2007). Эффективным приемом улучшения аналитических свойств алкилфенолов служит их химическая модификация.

Наличие в молекуле алкилфенолов реакционноспособной гидроксильной группы, которая активирует и ароматическое ядро, позволяет получать два ряда производных – по реакциям этерификации и электрофильного замещения.

Для газохроматографического определения алкилфенолов в воде нами предлагается двухстадийная химическая модификация, на первой стадии которой в качестве реагента выступает молекулярный бром. Применение этого модифицирующего агента дает ряд очевидных преимуществ:

1. Бромирование алкилфенолов в водной фазе протекает легко, поскольку вода проявляет свойства катализатора, поляризуя молекулы брома и генерируя электрофильные частицы.

2. Введение в молекулы атомов брома значительно повышает гидрофобность алкилфенолов, что обеспечивает при жидкостной экстракции более полное их извлечение из воды в органическую фазу (Коренман, 1992).

3. Галогенселективный детектор электронного захвата (ДЭЗ) обеспечивает максимально возможное по чувствительности газохроматографическое определение бромпроизводных алкилфенолов (Poole, 2013).

Вторая стадия (дериватизация бромпроизводных по функциональной группе) проводится в среде органического растворителя, где исключен гидролиз, как модифицирующих реагентов, так и получаемых производных.

Таблица

Коэффициенты распределения (D) и мольные отклики ДЭЗ(RMR_{ph}) алкилфенолов и их бромпроизводных

Соединение	D _{толуол/вода}	RMR _{ph}
Алкилфенолы		
4-трет-бутилфенол	780	2,8
4-трет-октилфенол	960	2,5
4-октилфенол	980	2,1
4-нонилфенол	1163	1,6
Бромпроизводные алкилфенолов		
2,6-дибром-4-трет-бутилфенол	7680	1880
2,6-дибром-4-трет-октилфенол	8630	538
2,6-дибром-4-октилфенол	8870	308
2,6-дибром-4-нонилфенол	9830	172

Прямое бромирование алкилфенолов в сильноокислых и нейтральных средах не дает положительного результата – выход бромпроизводных здесь составляет только 25–30%, что связано с высокой окислительной активностью брома при этих условиях.

Нами показано, что щелочная среда (pH 8–12) наиболее благоприятна для бромирования фенольных соединений, поскольку здесь они переходят в фенолят-анионы и проявляют максимальную активность в реакциях электрофильного замещения. Для выбранной области значений C необходимо буферирование, поэтому в качестве среды для проведения бромирования рассматривались различные щелочные буферные растворы на основе аминокислот и аммиачный буферный раствор. Из изученных буферных систем наиболее эф-

эффективно бромирование алкилфенолов протекает в β -аланиновом буфере со значением $\text{pH}=10$.

Химическая модификация алкилфенолов в бромпроизводные значительно повышает эффективность их концентрирования методом жидкостной экстракции. Введение в молекулу органического соединения атомов галогена, понижает его растворимость в воде и находит выражение в возрастании коэффициентов распределения (табл.). В результате введения двух атомов брома коэффициенты распределения в системе с толуолом возрастают более, чем в два раза. Значительное повышение гидрофобности позволяет достигать практически количественного переноса ($\sim 95\%$) определяемых соединений в экстракт.

Введение атомов брома в молекулы алкилфенолов приводит к закономерному увеличению чувствительности ДЭЗ к бромпроизводным – их молярные отклики (RMR ph) – значения возрастают более, чем на два порядка (табл.).

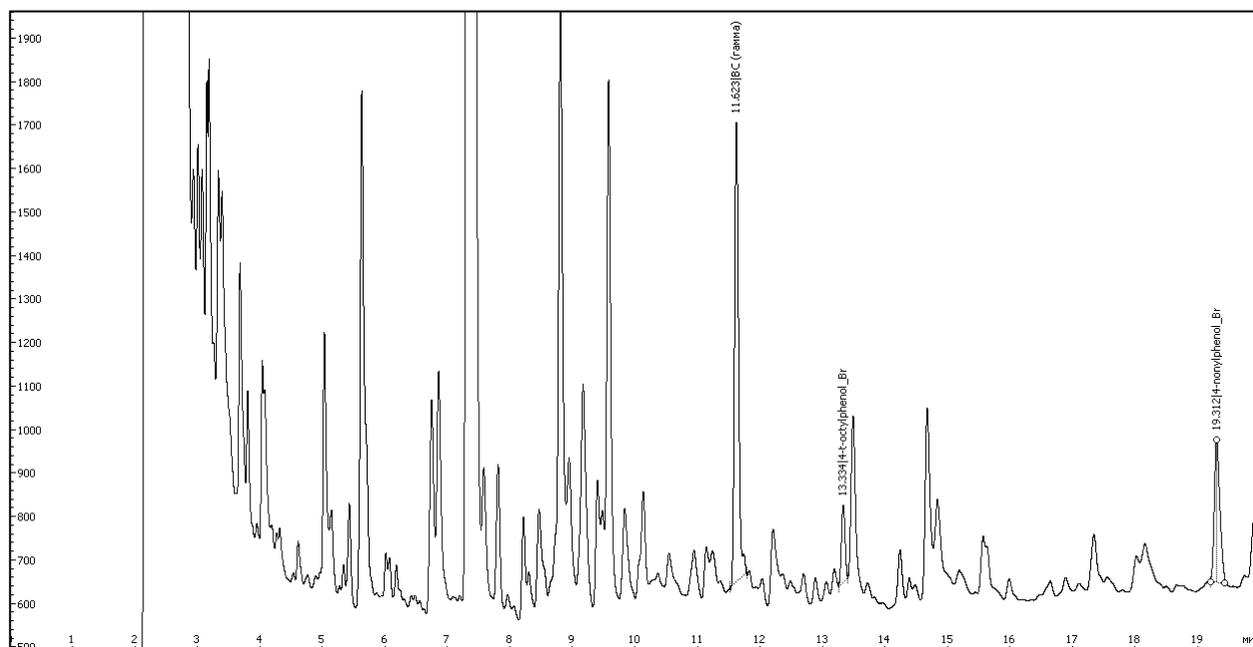


Рис. 2. Хроматограмма экстракта сточной воды

На основе проведенных исследований был разработан способ количественного химического анализа алкилфенолов в различных водных объектах (рис. 2). Высокая эффективность предлагаемой химической модификации позволяет снизить пределы обнаружения алкилфенолов в воде до $0,1 \text{ мкг/дм}^3$, что в 1000 раз ниже значения ПДК, установленной для этих соединений. Интервал определяемых концентраций $0,2\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3$, относительная погрешность $5\text{--}20\%$, продолжительность анализа – 50 мин.

Литература

Воробьева Т. В., Терлецкая А. В., Кушевская Н. Ф. Стандартные и унифицированные методы определения фенолов в природных и питьевых водах и основные направления их совершенствования // Химия и технология воды. 2007. Т. 29. № 4. С. 370–390.

Елин Е. С. Фенольные соединения в биосфере. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения РАН, 2001. 386 с.

Коренман Я. И. Коэффициенты распределения органических соединений. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1992. 336 с.

Poole C.F. Derivatization reactions for use with the electron-capture detector // Journal of Chromatography A. 2013. Vol. 1296. P. 15–24.

Soares A. et al. Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters // Environ. Int. 2008. Vol. 34. № 7. P. 1033–1049.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МАСЕЛ

В. А. Титова

Вятский государственный университет, titova370277@mail.ru

Основным сырьём для производства моторных масел является нефть, добыча которой возрастает с каждым годом. Потребление моторных масел в мире составляет примерно 60 млн. т. и только 25% этого количества после отработки ресурса используется повторно, перерабатывается или сжигается.

На территории России ежегодно собирается около 1,7 млн. т различных отработанных масел. При этом перерабатывается около 0,25 млн. т, или 15%, что составляет 3,3% от общего объема потребления.

В Германии, занимающей первое место в Европе по очистке отработанных масел, производится сбор и использование около 55% всего объема отработанных свежих масел. Законодательство ФРГ обязывает производителей масла, находящихся на территории Германии, добавлять в производимые масла не менее 10% восстановленного масла. В некоторых европейских странах организации и фирмы, сдающие отработанные масла, получают свежее моторное масло со скидкой.

Из 100 т нефти получают около 10 т моторного масла, а при переработке 100 т отработанного масла можно получить более 80 т восстановленного масла.

В процессе эксплуатации моторных масел в них накапливаются продукты окисления. Это асфальтосмолистые соединения, нагар, лаковые отложения и др.

Отработанное моторное масло относится к категории опасных отходов и является источником загрязнения окружающей среды. Его нельзя сливать на землю, в мусорные баки и канализацию. Отработанные масла не растворимы, химически устойчивы и могут содержать токсичные химические соединения. В естественных условиях масло разлагается в течение длительного времени.

Почти для всех транспортных предприятий тема утилизации отработанного масла – одна из самых актуальных. Незначительная часть отработанных масел сжигается предприятиями, а основная часть сливается на почву, в водоемы и канализацию.

Собранное отработанное масло, без внесенных в него дополнительных загрязнений в виде почвенной пыли, воды, газов, топлива и жидкостей не

нефтяного происхождения, можно использовать после очистки и восстановления в среднефорсированных двигателях внутреннего сгорания, в гидравлических системах машин, в коробках передач и трансмиссиях тракторов и автомобилей при умеренных нагрузках, в ходовой части гусеничных тракторов, при консервации техники. С применением современных технологий можно получать такой же объем смазочного масла из 1 л отработанного масла, как и из 42 л сырой нефти.

В процессе восстановления отработанного моторного масла необходимо удалить из него коллоидные вещества, кислоты, битумные отложения, механические частицы, химический осадок, газы, воду. В каждом конкретном случае при выборе метода вторичной переработки отработанного масла необходимо вначале проанализировать имеющиеся технологии.

В процессе регенерации получают несколько фракций базовых масел, из которых путем компаундирования и введения присадок получают товарные масла. Регенерированные моторные масла можно использовать как гидравлические масла, трансмиссионные, СОЖ, пластичные смазки и как компоненты при производстве асфальта.

Для восстановления масел используется несколько этапов:

- механическое удаление воды и твёрдых частиц;
- выпаривание, вакуумная перегонка;
- физико-химическая обработка (коагулирование);
- микрофильтрация.

Для получения масел с характеристиками, превосходящими первоначальные свойства, применяются сложные химические методы регенерации, требующие значительных затрат.

В Вятском государственном гуманитарном университете (ВятГГУ) была проведена научно-исследовательская работа по регенерации отработанных моторных и гидравлических масел предприятий г. Кирова. Отобраны образцы отработанных масел, проведён их анализ, подобраны технологии очистки.

Пробы очищенных моторных и гидравлических масел были направлены на исследование в аккредитованную лабораторию ООО «Поволжский центр сертификации и испытаний» с целью определения их характеристик. Разработаны технические условия и паспорта безопасности химической продукции «Масла моторные минеральные регенерированные» и «Масла гидравлические минеральные регенерированные», получены в Таможенном союзе на заявителя ООО «Аврора» декларации о соответствии требованиям технического регламента ТР ТС 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям», что позволило заказчику выполнения данной работы заняться серийным выпуском названной продукции.

Кроме основной части работы по регенерации отработанных моторных и гидравлических масел специалистами Инновационно-образовательного центра космических услуг ВятГГУ были собраны данные о предприятиях г. Кирова, имеющих отработанные моторные и гидравлические масла, разработана

цифровая карта-схема с оптимальными маршрутами их сбора и доставки к месту переработки.

ИСПЫТАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ

С. В. Потапов^{1,2}, А. И. Фокина²

¹ ЗАО «Интера», *potapovsv@inte.ru*

² *Вятский государственный университет*

Современная промышленность требует постоянного контроля за состоянием атмосферного воздуха в промышленной и жилой зонах в целях безопасности человека. Для мониторинга загазованности широко применяются газоанализаторы, которые позволяют заблаговременно обнаружить и локализовать развитие опасных ситуаций на ранних стадиях для принятия защитных мероприятий и предотвращения аварийных ситуаций.

Основой любого газоанализатора является чувствительный датчик, создание которого связано со многими трудностями. Так, например, в ходе научных исследований по разработке и испытаниям новых чувствительных элементов, сенсоров и датчиков измерения концентрации газов, определение которых имеет эколого-аналитическое значение, возникает потребность использования газовых смесей с различной концентрацией необходимого целевого компонента (ЦК). Для этих целей применяют стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением. В связи с этим возникает необходимость приобретения большого количества баллонов, чтобы иметь в наличии нужные концентрации компонентов газовых смесей. Для газоаналитических измерений существует соизмеримая по значимости и актуальности проблема организации и разработки методов и средств метрологического обеспечения, которые гарантируют достоверность измерений.

Неполнота сведений о зависимостях между значением физического параметра среды и концентрацией определяемого компонента, влияние остальных компонентов среды и условий измерения приводят к погрешности анализа. Поэтому в каждом конкретном случае необходимы предварительные метрологические исследования с целью аттестации методик или нормирования метрологических характеристик газоанализаторов. Одна из задач метрологического исследования – выявление погрешности, возникающей вследствие неполного соответствия между реальной анализируемой смесью и ее моделью, используемой при разработке методик и создании газоанализаторов (Газовый анализ...).

Современные технические решения значительно упрощают получение газовых смесей с необходимой концентрацией ЦК. Данные решения основаны на применении специализированных генераторов газовых смесей, установок динамических, калибраторов и других приборов, относящихся к средствам метрологического обеспечения экоаналитического контроля.

Для решения таких задач компанией ЗАО «Интера» была разработана и выпускается установка динамическая «Микрогаз-Ф», предназначенная для приготовления газовых и парогазовых смесей с заданной массовой концентрацией или объемной долей компонентов, в том числе содержащих коррозионно-активные и легко сорбирующиеся вещества, не подлежащие длительному хранению. В 2016 г. впервые из производства вышла обновленная модификация с применением удобного сенсорного ЖК-дисплея, облегчающего управление и контроль при работе с установкой. В связи с применением современного дисплея было разработано интуитивно понятное пользовательское программное обеспечение, значительно упрощающее работу пользователя с прибором. Теперь задание режимов работы установки возможно в автоматическом режиме, пользователю достаточно выбрать исходный газ или источник микропотоков, газ-разбавитель и задать требуемый получаемый расход на выходе из установки, все остальные необходимые расчеты будут произведены автоматически.

Рассмотрим некоторые метрологические и технические характеристики установки динамической «Микрогаз-Ф» (табл.).

Таблица

Метрологические и технические характеристики установки динамической «Микрогаз-Ф» (Приложение к свидетельству ..., 2013)

Характеристика	Значение характеристики	Допускаемая относительная погрешность
Диапазон регулирования расходов в каналах формирования потоков газов	От 1 до 2500 см ³ /мин	±1,5%
Диапазон коэффициентов разбавления	От 2 до 2500	Не более ± 3%
Регулировка температуры в термостате	От 30 °С до 120 °С	В диапазоне от 30 °С до 60 °С вкл. ±0,1 °С. В диапазоне свыше 60 °С до 120 °С ±0,2 °С.
Диапазон массовой концентрации целевого компонента в приготавливаемых газовых смесях при работе в термодиффузионном режиме	От 1 · 10 ⁻² до 1 · 10 ⁴ мг/м ³	В диапазоне от 0,01 до 1,00 мг/м ³ вкл. не более ±8%. В диапазоне св. 1,0 до 100,0 мг/м ³ вкл. не более ±7%. В диапазоне от 100,0 до 10000 мг/м ³ вкл. не более ±5%.

На рисунке представлен внешний вид обновленной установки динамической «Микрогаз-Ф».

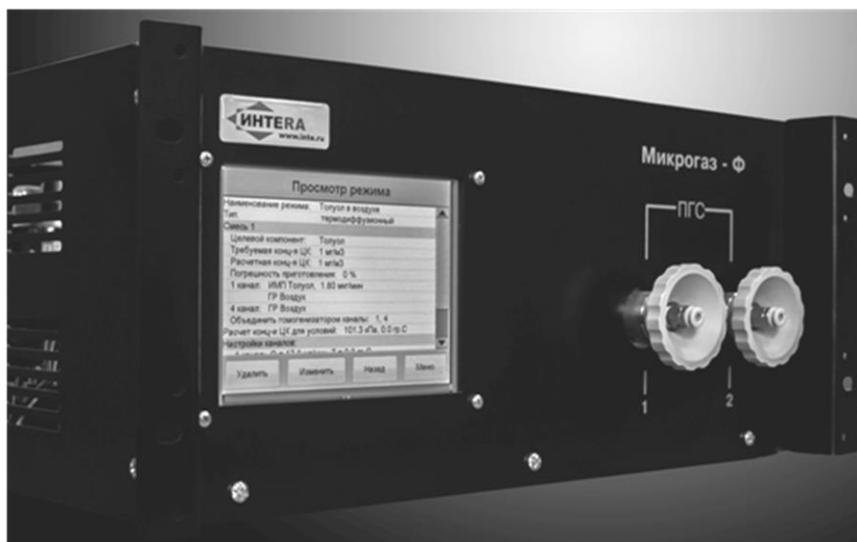


Рис. Внешний вид обновленной установки динамической «Микрогаз-Ф»

Литература

Приложение к свидетельству № 49893 об утверждении типа средств измерений. Описание типа средств измерений. Установки динамические «Микрогаз-Ф». 2013. 5 с.

Газовый анализ, принципы и методы измерений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.analitech.ru/article1.html>.

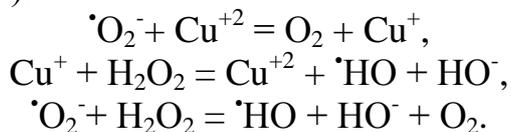
ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В ГЛУТАТИОНСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРАХ СУЛЬФАТА МЕДИ (II)

В. Э. Владыкина, Н. В. Порина, М. Л. Соколова, Ю. С. Ёлкина, В. С. Катаргина, С. А. Сивкова, Е. И. Лялина, А. И. Фокина
Вятский государственный университет, lyalina.ekaterina@inbox.ru

Свободные радикалы и другие активные формы кислорода (АФК) образуются в процессе жизнедеятельности клеток и в высоких концентрациях приводят к окислительному стрессу (Степаненко, 2004). АФК играют существенную физиологическую роль в явлениях онтогенеза. Например, могут выступать в качестве вторичных мессенджеров в сигнальной трансдукции в геном, в т. ч. при стрессе, что может быть связано с изменением редокс-потенциала различных сенсорных белков, которые окисляются непосредственно или через молекулы, контролируемые окислительно-восстановительное состояние клетки (глутатион, тиоредоксин) (Гарифзянов и др., 2011).

К АФК относятся супероксид-радикал $\cdot\text{O}_2^-$, пероксид водорода H_2O_2 и гидроксильный радикал $\cdot\text{OH}$ (Теселкин и др., 1997). Механизмы их образования достаточно обширны. Супероксид-радикал образуется в хлоропластах в результате взаимодействия молекулярного кислорода с хлорофиллом, возбужденным квантом света и находящимся в триплетном состоянии. Супероксид-радикал может протонироваться до гидропероксидного радикала, а дисмутация двух анион-радикалов приводит к образованию перекиси водорода.

Супероксид-радикал и перекись водорода в присутствии ионов меди (Cu^{2+}) могут вступать в реакции Фентона и Габера-Вайса и образовывать гидроксильный радикал, который является самым мощным известным окислителем (Гарифзянов и др., 2011):



Свободные ионы меди Cu^{2+} в организме чаще всего связаны в комплексы с органическими лигандами, одним из которых выступает глутатион, который в свободном виде обладает свойствами антиоксиданта.

Цель работы – исследовать зависимость между интенсивностью люминол-зависимой хемилюминесценции (ИЛХЛ) в глутатионсодержащем растворе сульфата меди (II) с течением времени.

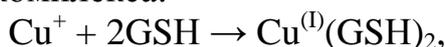
Объекты изучения – растворы сульфата меди (II) с концентрацией ионов меди Cu^{2+} 1 и 0,1 мг/дм³ (ПДК ионов меди (II) в питьевой воде 1 мг/дм³) с добавлением восстановленного глутатиона (GSH) до соотношения 1Cu:4GSH.

Механизм взаимодействия в системе Cu^{2+} –GSH– O_2 сложный, однозначно можно говорить только об общих особенностях, например, образовании меди одновалентной, АФК и некоторых других. Промежуточных продуктов великое множество, на что и указывают литературные данные. Большое количество промежуточных продуктов реакций обусловлено значительным влиянием условий проведения реакций и реализацией процессов через несколько путей (цепной, циклический, активационный). Один из вероятных механизмов образования АФК может быть представлен следующим образом:

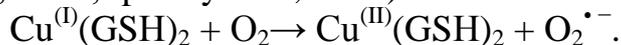
взаимодействие ионов меди (II) с глутатионом приводит к восстановлению иона металла согласно уравнению:



и/или образованию комплекса:



последний может провоцировать образование супероксид-анион радикала (Скурлатов и др., 1994; Speisky et. al, 2009):



Образующиеся АФК окисляют добавляемый в смесь в качестве индикатора люминол, в результате чего появляется молекула монопротонированной аминифталево́й кислоты в электронно-возбужденном состоянии и испускается квант света (ХЛ) (Владимиров и др., 2009).

Регистрацию интенсивности люминол-зависимой хемилюминесценции (ИЛХЛ), определение содержания окисленного и восстановленного глутатиона, а так же ионов меди (II) и растворенного в воде молекулярного кислорода проводили у исследуемых растворов через 0,01; 1; 2; 24 и 72 часа после смешивания CuSO_4 и GSH.

Содержание восстановленного и окисленного глутатиона определяли спектрофотометрически с реактивом Элмана. Для определения ионов меди

(II) использовали метод потенциометрии. Содержание кислорода определяли кондуктометрически.

В глутатионсодержащем растворе сульфата меди (II) ($1\text{Cu}:4\text{GSH}$) с исходной концентрацией ионов Cu^{2+} 1 мг/дм^3 в первые три временных отрезка (от 0,01 до 2 часов) наблюдается явный рост образования АФК. Концентрация пероксида водорода составила $0,48 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 . В последующих двух временных отрезках (от 24 часов до 72 часов) происходит снижение образования АФК.

Анализ состава растворов показывает, что через 2 часа снижается концентрация восстановленного глутатиона. Содержание кислорода в момент смешивания падает с 7,24 до 6,88 мг/ дм^3 . Далее с увеличением времени хранения исследуемого раствора содержание кислорода постепенно увеличивается до 7,37 мг/ дм^3 , его увеличение связано с растворением в воде кислорода из воздуха. На фоне снижения концентрации восстановленного глутатиона доля окисленного увеличивается, так же увеличивается и доля ионов меди. Причиной таких изменений может служить разрушение образованных на первом этапе комплексов. Полученные данные согласуются с результатами исследований Н. Speisky и говорят о том, что в первую очередь, на образование АФК оказывают влияние комплексные соединения образованные между Cu (II) и GSH.

Для раствора с исходной концентрацией ионов Cu^{2+} $0,1\text{ мг/дм}^3$ наблюдается похожая зависимость, но содержание пероксида водорода, спустя 2 часа, выше и составляет $2 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 . Такая закономерность может быть обусловлена тем, что ионы меди (II) в первом растворе являются тушителями люминесценции (Владимиров и др., 2009).

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1. Доработана методика определения концентрации АФК в глутатионсодержащих растворах соли меди (II).

2. Полученные экспериментальные данные не только подтверждают литературные данные об образовании АФК в водных растворах, содержащих ионы меди двухвалентной и GSH, но и расширяют сведения об изменении динамики их образования во временном интервале.

3. Полученные сведения полезны как в теоретическом плане, так и прикладном аспекте. Они расширяют знания о методах исследования, помогают понять механизмы токсичности соединений ТМ, роль GSH в живой природе, помогают в интерпретации результатов биотестирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации МК – 3964.2015.5.

Литература

Владимиров Ю. А., Проскурнина Е. В. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция // Успехи биологической химии. 2009. Т. 49. С. 341–388.

Гарифзянов А. Р., Жуков Н. Н., Иванищев В. В. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 2. С. 2.

Скурлатов Ю. И., Дука Г. Г., Мизити А. М. Введение в экологическую химию. М.: Высшая школа, 1994. 400 с.

Степаненко И. Л. Регуляция генных сетей стрессового ответа активными формами кислорода // Экологическая генетика. 2004. Т. 2. № 1. С. 4–12.

Теселкин Ю. О., Бабенкова И. В., Любицкий О. Б., Клебанов Г. И., Владимиров Ю. А. Ингибирование сывороточными антиоксидантами окисления люминола в присутствии гемоглобина и пероксида водорода // Вопросы медицинской химии. 1997. Т. 43. С. 87–93.

Speisky H., Gyme M., Burgos-Bravo F., Lypez-Alarcyn C., Jullian C., Olea-Azar C., Aliaga M. E. Generation of superoxide radicals by copper–glutathione complexes: Redox-consequences associated with their interaction with reduced glutathione // Bioorg. Med. Chem. 2009. Vol. 17. № 5. P. 1803–1810.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЩЕЛОЧНОГО КОНЦЕНТРАТА ПРОИЗВОДСТВА ϵ -КАПРОЛАКТАМА

С. А. Ревякин, Е. Г. Ханжина

*Вятский государственный университет,
revaclasst@gmail.com, akiele@mail.ru*

Капроновая кислота была выделена в 1817–1823 гг. М. Шеврелем в процессе систематического изучения жиров. Синтез и полимеризация ϵ -капролактама (КЛ) были впервые осуществлены в конце 19-го столетия. Промышленное производство КЛ, как мономера для получения капронового волокна, было организовано на основе исследований В. Карозерса (1930 г.) и Шлака (1940 г.) в конце 40-х годов по фенольному методу. В последующие годы были внедрены в промышленность методы производства КЛ фотонитрованием (1951 г.), из циклогексанона через капролактон (1966 г.) и другие.

В нашей стране на основе работ З. А. Роговина, И. Л. Кнунянца, А. А. Стрепихеева, Э. В. Хайта и др. на Дзержинском химическом комбинате создается первое в стране производство КЛ из фенола. В 1961–1965 гг. подобные производства строятся на химических заводах в Чернигове, Рустави, Курске, Кемерово и Барнауле. В 1963 г. на Лисичанском химическом комбинате организуется производство КЛ из бензола через циклогексан. В период 1967–1977 гг. создаются новые производства КЛ более экономичным методом прямого окисления циклогексана до циклогексанона, который к 1977 г. стал преобладающим (Соколов, 2000).

Российское потребление КЛ связано с изготовлением полиамида-6 (ПА-6). На его основе изготавливаются технические нити, инженерные пластики, кордные ткани. Большая часть товарного ПА-6 (гранулята) идет на экспорт.

На рынке РФ действуют три основных производителя КЛ: «Куйбышев Азот» (г. Тольятти), «Азот» (г. Кемерово), «Азот» (г. Щекино, Тульская обл.).

Целью данной работы является исследование состава и свойств щелочного концентрата производства КЛ кемеровского ОАО «Азот» с дальнейшей возможностью выделения из него ценных продуктов.

На стадии окисления циклогексана кислородом воздуха образуется щелочной концентрат производства КЛ (ЩКПК), содержащий смесь моно- и дикарбоновых кислот (в виде натриевых солей). Многие исследователи пытаются решить проблему выделения и очистки этих соединений из отходов крупнотоннажного производства КЛ (патенты и заявки США, Японии, СССР).

Нами был исследован ЩКПК, который представляет собой тяжелую жидкость бурого цвета. Физические свойства концентрата приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Физические свойства щелочного концентрата производства
ε-капролактама**

№	Наименование показателей	Нормы для марки		Определены в результате эксперимента
		ЩКПК	ЩКПК-М	
1	Внешний вид	Жидкость от коричневого до темно-коричневого цвета, непрозрачная, без видимых механических примесей		Соответствует
2	Плотность, г/мл	1,180–1,215	1,13–1,18	1,127
3	pH раствора	10,0–14,0		9
4	Температура кип., °С	–	–	101
5	Температура заморзания, °С	Не нормируется	Не выше минус 50	–

Примечание: прочерки обозначают отсутствие данных.

Концентрат хорошо растворим в полярных растворителях (вода, этиловый спирт), не растворяется в неполярных растворителях (гексан, четыреххлористый углерод и бензол).

Хроматографический анализ показал, что ЩКПК содержит карбоновые кислоты: уксусную, масляную, валериановую, капроновую и дикарбоновые кислоты: щавелевую, янтарную, глутаровую, адипиновую, причем массовая доля адипиновой кислоты в концентрате достигает 46%. В связи с большим содержанием адипиновой кислоты в ЩКПК представляет научный интерес возможность извлечения ее из концентрата. Адипиновая кислота является сырьем при производстве полигексаметиленадипинамида, ее полиуретанов и эфиров. Также имеет важное значение для получения промежуточных продуктов синтеза (Фрейдлин, 1978).

Левановой (2006) предложен способ извлечения карбоновых и дикарбоновых кислот в виде их сложных эфиров из водно-кислого и щелочного стоков производства КЛ и использование их в качестве пластификаторов для поливинилхлорида.

Литература

- Соколов Р. С. Химическая технология. Т. 2. М.: Гуманит. изд. центр «Владос», 2000. 320 с.
- Патент США № 3329712, заявл. 20.07.1966.
- Патент Японии №53-79815, заявл. 22.12.1976.
- Заявка Японии № 53-79815, заявл. 22.12.1976.
- Фрейдлин Г. Н. Алифатические дикарбоновые кислоты. М.: Химия, 1978. 264 с.
- Леванова С. В., Герасименко В. И., Глазко И. Л., Соколов А. Б., Сумарченкова И. А., Канаев А. В. Синтез сложных эфиров из жидких отходов производства капролактама // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2006. Т. L. № 3. С. 37–42.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОЛИГОМЕРОВ НА ОСНОВЕ ϵ -КАПРОЛАКТАМА

А. Д. Хохлова, Е. Г. Ханжина
Вятский государственный университет,
ania.hohlova2013@yandex.ru, akiele@mail.ru

В настоящее время человечество не обходится без применения новых синтетических материалов. Полимеры могут расщепляться в условиях окружающей среды под действием микроорганизмов, влаги, температуры и других факторов. Однако полимерные отходы в естественных условиях разлагаются чрезвычайно медленно и практически не подвержены действию микроорганизмов воздуха и почвы. Поэтому актуальным является создание новых экологически безопасных биodeградирующих материалов, способных разлагаться естественным образом под действием факторов окружающей среды. Для создания биodeградирующих полимеров наиболее перспективно и экономически выгодно использование природных соединений (углеводы, целлюлоза, крахмал, полипептиды), которые постепенно воспроизводятся, а также материалов, создаваемых на основе смесей природных и синтетических полимеров. Выбор исходных веществ для создания подобного рода соединений осуществляется исходя из их доступности, дешевизны, экологической безопасности.

При производстве полимерных материалов из реакционноспособных олигомеров необходимо централизованное производство олигомеров с использованием высоких технологий (с соблюдением всех современных экологических требований), получающих полимерные материалы, где уже не требуется решать сложные вопросы экологии, поскольку олигомеры позволяют получать полимерные материалы по безотходной экологически чистой технологии.

Целью исследования является изучение физических, физико-химических и экотоксичных свойств олигомеров на основе ϵ -капролактама (ϵ -КЛ).

Для проведения исследования были получены олигомеры на основе ϵ -капролактама и углевода (глюкоза); ϵ -КЛ и многоатомного спирта (маннит).

Синтез олигомеров проводился в запаянных ампулах. Брали 0,01 моль ϵ -КЛ, затем добавляли к нему, исходя из соотношения, эквимольное количество маннита/глюкозы. После этого ампула запаивалась со свободным объёмом около 1/3 от общего объёма ампулы. Синтез проводили при температуре 170 °С с точностью до ± 1 °С. Продолжительность синтеза составляла 48 часов. При достижении заданного времени ампулы извлекались и охлаждались (Вольф, 1977; Шехирева, 2003).

В таблице приведены условия синтеза и характеристика полученных олигомеров.

Таблица

Характеристика олигомеров на основе ϵ -КЛ и маннита/глюкозы, полученных при 170 °С

Вид олигомера	Соотношение	τ , час	Выход, %
ϵ -КЛ + маннит	6:1	48	46
ϵ -КЛ + глюкоза	6:1	48	54

Полученные олигомеры представляют собой твердые вещества бежевого цвета, со сладковатым запахом, не растворимые в воде. Проверка растворимости олигомеров в различных растворителях, (гексан, четыреххлористый углерод, изоамиловый спирт, ДМФА, триэтаноламин, дихлорэтан) выяснили, что образцы не полностью переходят в раствор (Аввакумова, 1990). Поэтому предполагаем, что полученные олигомеры имеют частично сшитую структуру.

Для выделения олигомеров реакцию смесь суспензировали в избытке прокипячённой дистиллированной воды. Отмывали от исходных веществ и отфильтровывали. Очищенные олигомеры сушили в эксикаторе над твёрдым гидроксидом натрия (Семчиков, 2003).

Исследование экотоксичности олигомеров проводили методом биотестирования олигомеров (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 2004). Для получения водной вытяжки исследуемый олигомер измельчают, помещают в колбу, заливают водой. Колбы встряхивают, затем отстаивают и фильтруют воду. Методика с использованием тест-системы «Эколюм» основана на определении изменений интенсивности билюминесценции при воздействии токсичных веществ, присутствующих в анализируемой пробе, в сравнении с контрольной, не содержащей вредных веществ. Время токсичности для обоих биотестеров составляет 30 мин. Количественная оценка параметра тест-реакции выражается в виде индекса токсичности и группы токсичности. Индекс токсичности характеризует воздействие токсических веществ на объект.

В ходе исследования олигомеров на основе ϵ -КЛ с маннитом возникла необходимость разведения концентрированной суспензии бактерий в 10 (проба 1), 20 (проба 2), 100 раз (проба 3), так как значения прибора превышали норму.

Методика допускает три пороговых уровня индекса токсичности:

а) допустимая степень токсичности образца: индекс токсичности Т меньше 20;

- б) образец токсичен: индекс Т равен или больше 20 и меньше 50;
в) образец сильно токсичен: индекс токсичности Т равен или более 50.

В ходе исследования токсичности олигомеров были получены следующие результаты.

Анализируемая проба 1, у которой проводилось разбавление в 10 раз, обладает токсичностью, так как индекс токсичности равен $44,09 \pm 6,56$. Данное значение находится в интервале 20–50, что соответствует 2 степени токсичности. Оказалось, что при большем разбавлении (20, 100 раз) пробы обладают допустимой степенью токсичности.

Для олигомера, который был синтезирован из ϵ -КЛ и глюкозы, также проводилось исследование токсичности. В пробе 1 с глюкозой (разбавление в 10 раз) индекс токсичности равен $T_1 = 99,48 \pm 0,22$, следовательно, проба является сильно токсичной. Пробы 2, 3 (разбавление суспензии в 20 и 100 раз) являются токсичными, так как индекс токсичности равен $T_2 = 46,53 \pm 1,25$ и $T_3 = 36,50 \pm 0,87$.

При проведении эксперимента были выявлены основные закономерности протекания реакции между ϵ -капролактамом и маннитом/глюкозой, в результате которых образуются олигомеры. Результаты опытов показали, что исследуемые образцы оказывают острое токсическое действие, поэтому целесообразно использовать олигомеры с низкой концентрацией.

Литература

Аввакумова Н. И., Бударина Л. А., Дивгун С. М., Заикин А. Е., Кузнецов Е. В., Куренков В. Ф. Практикум по химии и физике полимеров / Под ред. В. Ф. Куренкова. М.: Химия, 1990. 304 с.

Вольф Л. А., Хайтин Б. Ш. Производство поликапроамида. М.: Химия, 1977. 207 с.

Методика определения воды и водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системы «Эколюм». (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04). М., 2004.

Семчиков Ю. Д. Высокмолекулярные соединения. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского; М.: Издательский центр «Академия», 2003. 157 с.

Шехирева Е. Г. Синтезы олигомеров на основе ϵ -капролактама и фенолсодержащих соединений. ВКР. 2003. 67 с.

НЕПРЕРЫВНЫЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВОЗДУХА

З. Л. Баскин

Вятский государственный университет, baskin.zakhar@mail.ru

Бурно развивавшейся атомной промышленности СССР в 50–60-х годах XX-го века требовался надежный непрерывный автоматический контроль технологических процессов получения фтора, неорганических и органических фторидов и хлоридов, загрязнения выбросных технологических газов и загазованности воздуха рабочих, санитарно-защитных и жилых зон.

На Кирово-Чепецком химическом заводе (КЧХЗ) для решения этой проблемы быстрыми темпами разрабатывались и внедрялись в производство фторопластовые датчики расхода, уровня, давления, температуры и концентрации экологически значимых параметров жидкофазных технологических процессов. Впервые создавались методы и средства лабораторного и промышленного автоматического и автоматизированного хроматографического анализа технологических фторсодержащих газовых потоков и микропримесей токсичных органических, неорганических фторидов, хлоридов в воздухе рабочих зон и выбросных технологических газах (Баскин, 2008).

Многие объекты экоаналитического, токсиканалитического и техноаналитического контроля (ЭАК, ТоАК и ТеАК) были сложными открытыми динамическими системами со случайными изменениями контролируемых параметров.

Для обеспечения надежного непрерывного определения примесей токсичных фторорганических соединений и фтористого водорода в воздухе рабочих зон были созданы новые хроматографические системы типа «искусственный нос» (электронный нос). Они были основаны, как и системы обоняния человека и животных, на непрерывной сорбции микро-количеств анализируемых токсичных веществ из контролируемого потока воздуха, импульсной термической десорбции сконцентрированных примесей, разделении их и детектировании, когда концентрации веществ превышали предел обнаружения системы.

Разработанные методы были названы непрерывными хроматографическими методами анализа (НХМА), так как в них применен непрерывный сорбционный пробоотбор (НСП) – одна из основных операций хроматографического анализа.

НХМА позволили наиболее полно решить проблему непрерывного ЭАК воздуха рабочих и жилых зон, организованных и неорганизованных выбросов, газовой выделений из химических веществ, материалов и изделий, индивидуального химического дозиметрического контроля сконцентрированных примесей.

Основные операции НХМА: непрерывный сорбционный пробо- отбор, анализ отбираемых проб и метрологическое обеспечение измерений динамическими методами в условиях, соответствующих рабочим. Основанные на НХМА специализированные промышленные хроматографы типов «ПАФОС», «ТОКСИГАЗ», «МИКРОФТОР» применены в промышленности, экологии и токсикологии.

НХМА – это новая концепция ЭАК динамических объектов: воздуха рабочих, жилых и природных зон и выбросных технологических газов.

Литература

Баскин З. Л. Промышленный аналитический контроль. Хроматографические методы анализа фтора и его соединений. М.: Энергоатомиздат, 2008. 224 с.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВЕРХСЛАБОГО СВЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И МЕТОДЫ ИХ РЕГИСТРАЦИИ

В. И. Жаворонков¹, И. О. Рясик²

¹ *Вятский государственный университет, vizhavoronkov@mail.ru*

² *AD Medicine LLC, ryasikio@mail.ru*

Актуальной задачей биофизики является определение физических основ возникновения сверхслабого свечения живых организмов (Бинги, 2001).

К сверхслабому свечению относят невидимые невооружённым глазом световые потоки с интенсивностью 10^1 – 10^3 квантов/с·см², попадающих на фотокатод фотоэлектронного умножителя или электронно-оптического преобразователя. К слабому свечению относят световые потоки 10^5 – 10^6 квантов/с·см², которые улавливает адаптированный в темноте глаз как слабое мерцание (Журавлёв, 2011).

С точки зрения научной школы А. И. Журавлёва, основой спонтанного сверхслабого свечения (биохемиллюминесценции) тканей, клеток и биосубстратов животных и человека является метаболизм эндогенных электронных возбуждённых состояний и излучение ими квантов света (Журавлёв, 2001). Открытие на фотоэлектронных умножителях (ФЭУ) сверхслабого прижизненного свечения поверхности мозга, мышц и печени крыс и кроликов в области 360–1200 нм произошло в 1961 г. в ходе работ Б. Н. Тарусова и соавторов (Тарусов и др., 1961). Спонтанное свечение органов крыс интенсивностью 39–43 имп./см²·мин при температуре 37 °С (при фоне установки 23–28 мп./см²·мин) было связано с наличием ненасыщенных жирных кислот в свободном виде и в составе жиров клеток. Свечение выделенных из тканей жиров было на 1–2 порядка (10^2 квантов/с·см²) интенсивнее, чем свечение органов животных (10^1 квантов/с·см²) в том же диапазоне (360–1200 нм).

Сыворотка и плазма крови человека при температуре 37 °С на воздухе обладает непрерывным спонтанным сверхслабым свечением в спектральном диапазоне 360–1200 нм интенсивностью $260 \pm 5,0$ имп./10 с, основным энергетическим субстратом для генерации которого служат липиды (Журавлёв, Журавлёва, 1975). Свободные липиды, извлечённые из сыворотки эфиром, дают бóльшую интенсивность свечения ($385 \pm 7,0$ имп./10 с), что связано с тушением и поглощением излучения липидов в тканях другими веществами. В этих исследованиях один регистрируемый импульс создаётся одним электроном и информирует о попадании на фотокатод ФЭУ 10 квантов, то есть квантовый выход фотокатода равен 0,1 (Журавлёв, 2001).

Ненасыщенные жирные кислоты оказались способными индуцировать сверхслабое свечение благодаря их способности создавать энергию для эндогенного электронного возбуждённого состояния (ЭВС) за счёт распада липидных перекисей с образованием новых прочных связей.

Химическая активность молекул с ЭВС определяется потенциальной энергией электрона, переведённого на более высокий энергетический уро-

вень. Эндогенный синтез ЭВС в тканях животных и человека объясняет появление электромагнитного поля («биополя») и излучения в видимом и близком инфракрасном диапазонах в результате размена энергии (80–90 ккал/моль) в электронных переходах на колебательных подуровнях (инфракрасное излучение) и на вращательных подуровнях (электромагнитное излучение в миллиметровом, сантиметровом, дециметровом и метровом диапазонах – СВЧ, УВЧ, КВЧ) (Журавлёв, 2001).

В настоящее время высокой чувствительностью и возможностью отказаться от охлаждения внешнего фотокатода отличаются ФЭУ-130 и ФЭУ-140 с коэффициентом вторичной эмиссии на первом диноде из фосфида галлия 20-40 (Журавлёв, Асанов, 1991), а также зарубежные ФЭУ «LKB Wallas 1251», «Berthold Biolumat LB 9500».

Изучение спонтанной хемилюминесценции ненасыщенных жирных кислот при помощи исследования их спектров поглощения и флуоресценции позволяет оценивать степень их окисления и качество жиров, так как накопление окисленных продуктов (альдегидов и кетонов), которые являются активными излучателями-люминофорами, приводит к увеличению интенсивности спонтанной хемилюминесценции и сдвигам спектров поглощения и флуоресценции в длинноволновую область. Это изучено М. А. Асановым (1993), А. И. Журавлёвым и соавторами (Журавлёв и др., 1965), Б. Н. Тарусовым и А. И. Журавлёвым (1965).

Так, интенсивность хемилюминесценции жиров, бедных естественными антиоксидантами (оливковое масло, олеиновая кислота), равны в синей и зелёной областях спектра, а у богатых антиоксидантами липидов максимум излучения смещён в более длинноволновую зелёную и красную области спектра. Эти данные из работы Б. Н. Тарусова и А. И. Журавлёва (1965), полученные на ФЭУ-18, представлены в таблице.

Таблица

Интенсивность хемилюминесценции свободных липидов

Липиды	Температура, °С	Фон, имп./100 с•см ²	Интенсивность хемилюминесценции, имп./100 с•см ²		
			Суммарная λ=380–600 нм	В синей области λ=410–430 нм	В зелёной области λ = 510–530 нм
Олеиновая кислота	50	30–42	160–220	70–86	80–120
Подсолнечное масло	60	30–35	210–230	70–80	120–130
Оливковое масло	60	64–74	490–530	200–220	220–230

Интенсивность спонтанного сверхслабого свечения свидетельствует о степени окисления и антиокислительной активности соответствующих масел, коррелирует с их перекисным числом (титруемыми перекисями). Нерафинированные масла имеют более низкую интенсивность спонтанного свечения, чем рафинированные, лишённые антиоксидантов масла.

Тканевые липиды человека и животных, защищённые антиоксидантами, изученные на ФЭУ-22 при температуре 50 °С, имеют больший удельный вес излучения (250–700 имп./100 с•см²) в красной и инфракрасной областях спектра ($\lambda > 640$ нм) по сравнению с синей (24–50 имп./100 с•см²) и зелёной (52–120 имп./100 с•см²) спектральной областью (при фоновых значениях 28–43 имп./100 с•см² (Журавлёв и др., 1965).

Таким образом, в основе сверхслабого свечения (биохемиллюминесценции) тканей, клеток и биосубстратов животных, растений и человека лежит образование эндогенных электронных возбуждённых состояний и излучение ими квантов света, что может свидетельствовать о степени свободнорадикального перекисного окисления липидов, мощности антиокислительной защиты организма, а также качестве пищевых липидов, полученных из растительных источников.

Другим способом регистрации сверхслабого свечения биологических объектов является применение многокамерных электронно-оптических преобразователей. Так, использование электронно-оптических преобразователей возможно для изучения биологических систем, например для оценки процессов фотосинтеза растений на основании измерения флуоресценции хлорофилла (Жаворонков и др., 2001). Этот метод, например, позволяет выявлять ранние нарушения метаболизма растений, не обнаруживаемые другими методами (Венедиктов и др., 1999; Заворуев и др., 2000).

Для регистрации интенсивности окислительных процессов возможно как использование биохемиллюминометров, так и электронно-оптических преобразователей. Нами было проведено сравнение результатов исследования реакции Фентона (каталитическое разложение перекиси водорода двухвалентным железом с образованием свободных радикалов, распадающихся с выделением квантов света) на биохемиллюминометре БХЛ-07 и двухкамерном электронно-оптическом преобразователе типа У-51.

Исследование реакции Фентона на БХЛ-07 было проведено в лаборатории криофизиологии крови Института физиологии Коми НЦ УрО РАН (заведующая лабораторией – д.б.н. Т. В. Полежаева). Чувствительность биохемиллюминометра БХЛ-07 была настроена по эталону на величину $1,5 \times 10^4$ квант/с/мВ $\pm 30\%$ (Владимиров и др., 1998).

Интенсивность свечения, зарегистрированная на биохемиллюминометре БХЛ-07, выраженная в виде показателя светосуммы (полной интенсивности светоизлучения за 30 секунд измерения), составила 82 мВ•сек (рис. 1).

Исследование реакции Фентона на электронно-оптическом преобразователе типа У-51 с электростатической фокусировкой (рис. 2) было выполнено в лаборатории функциональной электроники Вятского государственного гуманитарного университета (руководитель – д.т.н., профессор В. И. Жаворонков). Оптическая чувствительность данного электронно-оптического преобразователя составляет 10^{-3} лк в спектральном диапазоне длин волн 300–1200 нм, квантовый выход фотокатода 0,1 (Жаворонков, 1996; Информационный листок 43-009-14).

На рисунке 3 представлена кювета, сфотографированная с люминесцентного экрана электронно-оптического преобразователя, до проведения реакции Фентона, а на рисунке 4 представлено свечение в кювете без внешней подсветки во время протекания реакции Фентона.

Авторы выражают благодарность м.н.с. лаборатории функциональной электроники С. И. Жаворонкову, студентам В. Э. Владыкиной, В. А. Григорьеву и И. Е. Агалакову за помощь в проведении эксперимента.

Параметры сигнала:

$S(30.0) = 82 \text{ мВ}\cdot\text{сек}$

$I_{\max}(0.7) = 31 \text{ мВ}$

$SI_{\max} = 78 \text{ мВ}\cdot\text{сек}$

$a = 0.088$

$Z(30.0) = 2.645$

$ZI_{\max}(30.0) = 2.516$

$\text{tg}2(0.7) = -12.600$

$\text{Dec}(2.7-0.7) = -0.616 \text{ 1/сек}$

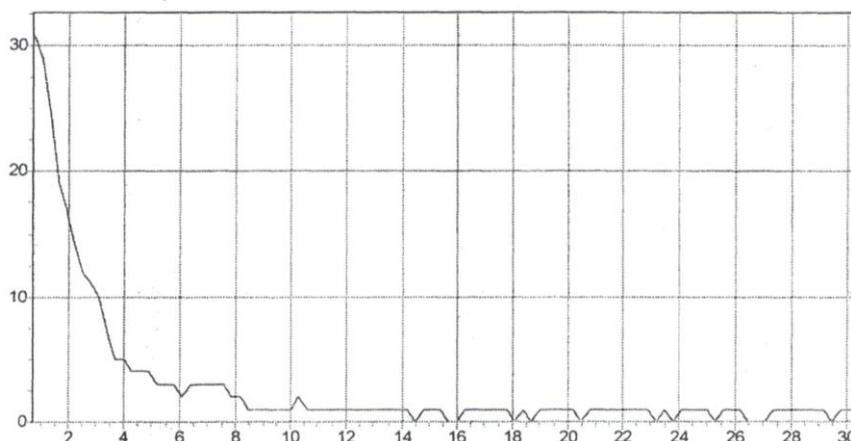


Рис. 1. Результаты оценки реакции Фентона на биохемилюминетре БХЛ-07



Рис. 2. Электронно-оптический преобразователь типа У-51



Рис. 3. Визуализация кюветы до проведения реакции Фентона



Рис. 4. Свечение кюветы во время протекания реакции Фентона

Таким образом, сверхслабое свечение биологических объектов и химических реакций возможно убедительно зарегистрировать как при помощи биохемиллюминометров с количественной оценкой полной интенсивности светоизлучения, так и с использованием электронно-оптического преобразователя, что является необходимым этапом перед количественной оценкой данных процессов, учитывая высокую чувствительность данного прибора. Преимущество электронно-оптического преобразователя при этом состоит в том, что он позволяет получить картину пространственного распределения свечения в исследуемых объектах.

Литература

- Асанов А. А. Зависимость спонтанной хемиллюминесценции олеиновой кислоты от давления и температуры // *Биофизика*. 1993 № 3. С. 397–405.
- Бинги В. Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 592 с.
- Венедиктов П. С., Волгин С. Л., Казимирко Ю. В. и др. Использование флуоресценции хлорофилла для контроля физиологического состояния зелёных насаждений в городских экосистемах // *Биофизика*. 1999. Т. 44. Вып. 6. С. 1037–1047.
- Владимиров М. Г., Шерстнёв Н. П. и соавт. Квантометрическая характеристика хемиллюминесценции биологических объектов // *Прикладная спектроскопия*. 1988. 50. № 2. С. 341.
- Жаворонков В. И. Оптико-физические методы и средства регистрации однократных быстропротекающих и слабосветящихся процессов // *Вестник Верхне-Волжского отделения Академии технологических наук РФ. Серия Физико-математические основы наукоёмких технологий*. Н. Новгород. 1996. № 2. С. 162–168.
- Жаворонков В. И., Зыкина Н. А., Резник Е. Н. Наблюдение флуоресценции хлорофилла с использованием электронно-оптического преобразователя // *Вестник Вятского государственного педагогического университета*. 2001. № 5. С. 22–23.
- Журавлёв А. И. Квантовая биофизика животных и человека: учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. 398 с.
- Журавлёв А. И., Асанов М. А. Чувствительность и рабочие характеристики современных хемиллюминометров // *Биофизика*. 1991. Т. 36. № 6. С. 489–497.
- Журавлёв А. И., Журавлёва А. И. Сверхслабое свечение сыворотки крови и его значение в комплексной диагностике. М.: Медицина, 1975. 128 с.

Журавлёв А. И., Филиппов Ю. Н., Симонов В. В. Хемилюминесценция и антиоксидательные свойства липидов человека // Биоломинесценция. М.: Наука. 1965. С. 75–89.

Заворуев В. В., Заворуева Е. Н., Шелегов А. В. Флуоресценция, возбуждаемая светом в диапазоне длин волн 380–540 нм, в листьях огурца в зависимости от времени вегетации и светового режима // Биофизика. 2000. Т. 45. Вып. 4. С. 704–711.

Информационный листок 43-009-14. Высококочувствительный фотоприёмник оптического излучения в широком спектральном диапазоне. УДК. 621.384.3; 681.883.

Тарусов Б. Н., Журавлёв А. И. Биохемилюминесценция липидов // Биоломинесценция. М.: Наука, 1965. С. 125–132.

Тарусов Б. Н., Поливода А. И., Журавлёв А. И. Изучение сверхслабой спонтанной люминесценции животных клеток // Биофизика. 1961. Т. 6. № 4. С. 490–492.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ГЕРМАНИЯ

А. В. Бузмакова, Д. Н. Данилов, Д. В. Будина

Вятский государственный университет, anastasiya.buzmakova.94@mail.ru

В настоящее время изучение и применение наноразмерных объектов признано приоритетным направлением научно-технического прогресса, от которого зависит дальнейшее развитие самых разных сфер жизнедеятельности современного общества. С развитием нанотехнологий появляется множество материалов, содержащих наноразмерные (<100 нм) частицы. Уже сейчас объем промышленного производства наноматериалов в развитых странах достигает нескольких тысяч тонн в год.

В наноразмерном состоянии любые вещества приобретают новые химические, физические и биологические свойства, существенно отличающиеся от их свойств в макрообъемном состоянии. На сегодняшний день существует огромное разнообразие наноматериалов, созданных человеком: квантовые точки, нанопористые и нанокерамические материалы, аэрогели, нанотрубки, фуллерены, нановолокна, наночастицы различных веществ. Все они находят широкое применение во многих областях науки, медицины и народного хозяйства (Годымчук и др., 2012).

Нанотехнологии, как и любые новые технологии, несут не только несомненные преимущества, но и потенциальную опасность вредного воздействия на здоровье человека и природные экосистемы. В связи с этим для управления рисками, связанными с производством и оборотом продукции, содержащей наноматериалы, необходимо уже на стадии их разработки проводить комплексные исследования по оценке степени вредного влияния новых нанопродуктов.

Эксперименты по воздействию наночастиц на живые организмы и биоматериалы проводились лишь с некоторыми типами наночастиц и лишь на отдельных видах животных (дафнии, окуни, мыши, крысы) и растений (кукуруза, соя, капуста, морковь) (Рыжонков и др., 2008). Значительное число исследований посвящено токсичности и экологической безопасности квантовых точек (полупроводниковых флуоресцирующих наночастиц). Было показано,

что квантовые точки CdSe/ZnS способны проникать при ингаляционном воздействии в головной мозг и центральную нервную систему (Трифонова, 2012). Кроме того, было установлено, что квантовые точки CdSe/ZnS вызывали наиболее выраженные воспалительные изменения и повреждения ДНК в легких и бронхах при ингаляции, возможно, за счет прямого воздействия ионов кадмия (Глушкова, 2007).

Изучение возникающих потенциальных рисков при контактах человека и других биологических систем с наноматериалами представляется актуальной и важной задачей.

Диоксид германия используется как компонент композитных наноматериалов. Из композита, содержащего диоксид германия и оксид кремния, получают нанотрубки, а из композита, содержащего диоксид германия и оксид железа, получают нанонити и нанопровода. Такие нанонити являются перспективным материалом для оптических, электрических и магнитных устройств (Елисеев и др., 2010).

Целью работы было изучение токсичности коллоидного раствора диоксида германия. Исследования проводились в Научно-исследовательской экоаналитической лаборатории Института естественных наук ВятГГУ.

В качестве тест-объекта использована бактериальная система «Эколюм», представляющая собой лиофилизированные культуры люминесцентных генно-инженерных бактерий *Escherichia coli* M-17. В процессе исследования отслеживалось изменение интенсивности биолюминесценции бактерий на приборе «Биотокс-10» при воздействии химических веществ, присутствующих в анализируемой пробе, по сравнению с контролем. Уменьшение интенсивности биолюминесценции пропорционально токсическому эффекту (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 16.1:2:3.8-04, 2010).

Для проведения анализа брали по 15 мл коллоидного раствора диоксида германия, полученного при гидролизе раствора тетраоксида германия в тетрагидрометане (прекурсор). Концентрация такого раствора варьировалась: 1,0 моль/л; 0,1 моль/л; 0,01 моль/л; 0,001 моль/л. Доводили данные растворы до 1,5 л дистиллированной водой.

При определении индекса токсичности проводили параллельное измерение контрольных (не содержащих токсических веществ) и опытных проб. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов трех параллельных измерений индекса токсичности. Индекс токсичности T вычисляли по формуле 1.

$$T = 100 (I_{\text{контр.}} - I_{\text{опыт}}) / I_{\text{контр.}} \quad (1)$$

$I_{\text{контр}}$ и $I_{\text{опыт}}$ – интенсивности биолюминесценции бактерий в контрольной и опытной пробах.

В ходе исследования были получены следующие результаты (табл.).

**Оценка токсичности коллоидных растворов диоксида германия
с различным содержанием прекурсора**

Концентрация прекурсора (моль/л)	Результат биотестирования	Заключение о токсичности
1,0	93,19±27,96	III группа* – образец сильно токсичен
0,1	77,69±23,31	III группа* – образец сильно токсичен
0,01	72,76±21,83	III группа* – образец сильно токсичен
0,001	9,88±2,96	I группа* – образец не токсичен

Примечание: * – I группа – «образец не токсичен», II – «образец токсичен», III группа – «образец сильно токсичен» (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 16.1:2:3.8-04, 2010).

По полученным данным можно сделать вывод о том, что растворы диоксида германия, полученные при использовании прекурсора с концентрациями 1,0 моль/л; 0,1 моль/л; 0,01 моль/л являются сильно токсичными («Т»≥50). Раствор с концентрацией прекурсора 0,001 моль/л является не токсичным (допустимая степень токсичности: «Т»<20).

Таким образом, результаты экотоксикологического анализа по бактериальной системе «Эколюм» показали, что индекс токсичности коллоидного раствора диоксида германия зависит, в первую очередь, от концентрации германия. Концентрированные растворы имеют высокую токсичность и не могут быть использованы в химико-технологическом процессе.

Была определена безвредная кратность разбавления, которая равна 1000 и не оказывала токсического действия на тест-объект.

Литература

- Годымчук А. Ю., Савельев Г. Г., Зыкова А. П. Экология наноматериалов / Под ред. Л. Н. Петрикеева и А. А. Ревинной. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 272 с.
- Глушкова А. В., Радилов А. С., Рембовский В. Р. Нанотехнологии и нанотоксикология – взгляд на проблему // Токсикологический вестник. 2007. № 6. С. 4–8.
- Елисеев А. А., Лукашин А. В. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю. Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2010. 456 с.
- Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л. Наноматериалы: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 3 с.
- Трифоновна Т. А., Ширкин Л. А. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий: учебное пособие. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. 64 с.
- Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «Эколюм». ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 16.1:2:3.8-04. 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КЕФИРА РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В. С. Морщинкина, Л. В. Даровских
Вятский государственный университет,
victoria_sergeevna@inbox.ru, larisa.darovskich@mail.ru

Кефир – кисломолочный продукт, произведенный путем смешанного (молочнокислого и спиртового) брожения с использованием закваски, приготовленной на кефирных грибках, без добавления чистых культур молочнокислых микроорганизмов и дрожжей (ГОСТ 31454-2012). Кефир вырабатывают из пастеризованного молока с применением закваски из кефирных грибков, вызывающих молочнокислое и спиртовое брожение. Кефир содержит 2,8–3,0% белка, 3,8–4,1% углеводов. Энергетическая ценность 100 г кефира 30–56 ккал (Матюхина и др., 1998).

Пищевая ценность кисломолочных продуктов определяется в основном содержанием в них белков, жиров, кальция, фосфора и витаминов А, β-каротина и В₂. Однако ценность кисломолочных продуктов заключается также в том, что они содержат в своем составе микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, которые угнетают гнилостные бактерии в желудочно-кишечном тракте человека. Этому же способствует молочная кислота, которая, снижая рН среды, также препятствует деятельности гнилостных микроорганизмов (Скурихин и др., 1991).

Полезен кефир при лечении ожирения, атеросклероза, гипертонии и диабета, при заболеваниях печени. Он возбуждает аппетит, утоляет жажду, хорошо усваивается организмом (Матюхина и др., 1998).

Целью работы была оценка некоторых показателей качества кефира.

Объектами исследования явились: кефир «Вятушка» (производитель ЗАО «Кировский молочный комбинат», г. Киров, 2,7% жирности), кефир «Биокефир» (производитель ОАО «Городской молочный завод», г. Кирово-Чепецк, 2,5% жирности), кефир «Красногорский» (производитель Кировская обл., Кирово-Чепецкий район, Пасеговское сельское поселение, 2,5% жирности), кефир «Соцпакет» (производитель Кировская обл., Кирово-Чепецкий район, Пасеговское сельское поселение, 2,5% жирности)

Был проведен эксперимент по определению некоторых показателей качества кефира. Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве кефира по следующим показателям: содержание сухого вещества, кислотность и наличие фермента пероксидазы в кефире.

Определение содержания сухого вещества проводилось методом, основанным на высушивании навески исследуемого продукта при постоянной температуре (ГОСТ 3626-73).

Определение кислотности проводилось методом, который основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина (ГОСТ 3624-92).

Анализ на содержание фермента пероксидазы в кефире проводился методом разложения перекиси водорода ферментом пероксидазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляет йодистый калий, освобождая йод, образующий с крахмалом соединение синего цвета (ГОСТ 3623-73).

Определение сухого вещества показало, что все исследуемые продукты соответствуют ГОСТу (табл. 1).

Таблица 1

Определение сухого вещества в кефире

«Вятушка»,%	«Биокефир», %	«Красногорский»,%	«Соц пакет», %	Норма, %
12,775±0,0898	12,765±0,0898	12,62±0,18	12,645±0,0898	12,5–13,2

Таблица 2

Определение кислотности в кефире

«Вятушка», °Т	«Биокефир», °Т	«Красногорский», °Т	«Соц пакет», °Т	Норма, °Т
102,50±1,28	101,50±1,27	100,00±1,25	97,50±1,22	85–130

Таблица 3

Определение содержания фермента пероксидазы в кефире

«Вятушка»	«Биокефир»	«Красногорский»	«Соц пакет»	Норма
цвет не изменился	цвет не изменился	цвет не изменился	цвет не изменился	пероксидаза не допускается

Определение кислотности показало, что все объекты соответствуют ГОСТу (табл. 2).

По результатам анализа был сделан вывод о том, что в исследуемых продуктах фермента пероксидазы не содержится, так как цвет не изменился (табл. 3).

В ходе исследований не было замечено отклонений от ГОСТ, значит, исследуемые продукты являются качественными и соответствуют ГОСТу.

Литература

ГОСТ 31454-2012. Кефир. Технические условия. Введен 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2014.

ГОСТ 3626-73 Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. Введен 1974-07-01. М.: Стандартинформ, 2009.

ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Введен 1994-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.

ГОСТ 3623-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации. Введен 1976-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.

Матюхина З. П., Королькова Э. П. Товароведение пищевых продуктов: Учеб. для нач. проф. образования. М.:ИРПО; Изд. центр «Академия», 1998. С. 178.

Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика: Справ. издание. М.: Высшая школа, 1991. С. 157.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРИМЕРЕ БИСВИТНЫХ ПИРОЖНЫХ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

К. С. Абрамова, Л. В. Даровских
Вятский государственный университет,
ksusha.abramowa2014@yandex.ru, larisa.darovskich@mail.ru

Пирожное — это мучное кондитерское изделие, которое характеризуется художественным декоративным оформлением, высокой калорийностью и огромным разнообразием вкусов и ароматов (ГОСТ 18-102-72). Пирожные изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по рецептурам и технологическим инструкциям, с соблюдением действующих санитарных правил, утвержденных в установленном порядке (ГОСТ 10-060-95).

В настоящее время проблема качества выпускаемой продукции пирожных является актуальной, так как она напрямую зависит от качества сырья и оборудования для кондитерского цеха. К тому же пирожные более востребованный продукт потребления, в отличие от тортов, как более недорогой товар.

Целью работы было определение органолептических показателей, содержание влаги, сернистой кислоты, сахара и редуцирующих веществ в бисквитных пирожных.

Объекты исследования: пирожное «Бисквитное» с кремом (производитель «Булочно-кондитерский комбинат», г. Киров); пирожное «Крем-брюле» (производитель ООО Ресторан «Хлынов», г. Киров); пирожное «Соблазн» (производитель «ИП Смирнова Т.Ю. ОГРН 30459031030008», г. Пермь).

Были проведены следующие эксперименты: 1. Определение органолептических показателей (ГОСТ 5897-90).

По органолептическим показателям пирожные должны соответствовать следующим требованиям: характеристика полуфабриката; поверхности; форма; вкус, запах и цвет

Таблица 1

Определение органолептических показателей бисквитных пирожных

Показатель	«Бисквитное» с кремом	«Крем-брюле»	«Соблазн»
Характеристика полуфабриката	Без следов непромеса, пропитан сиропом		
Поверхность изделия	Поверхность художественно отделана кремом, чёткий рисунок, опрятный вид		
Форма	Прямоугольной формы с округлым верхом, без изломов и вмятин, с ровным обрезаем	Прямоугольной формы, без изломов и вмятин, с ровным обрезаем	
Вкус, запах и цвет	Вкус, запах и цвет соответствуют данному наименованию изделий, без посторонних привкусов и запахов		

В ходе исследования органолептических показателей было установлено, что все пирожные соответствуют стандарту.

2. Определение содержания влаги высушиванием. Сущность метода заключается в высушивании навески изделия и полуфабриката при определенной температуре до постоянно сухой массы и определении потери массы по отношению к навеске (ГОСТ 5900-73).

Таблица 2

Определение массовой доли влаги

Наименование исследуемого продукта	Результат исследования, %	Норма, %
«Бисквитное» с кремом	44±0,90	Не более 50
«Крем-брюле»	43,80±0,26	Не более 50
«Соблазн»	42,79±0,90	Не более 50

В ходе исследования массовой доли влаги было установлено, что все пирожные соответствуют стандарту.

3. Определение сахара и редуцирующих веществ с помощью фотоколориметрического метода. Метод основан на колориметрировании избытка раствора феррицианида после реакции с редуцирующими веществами (ГОСТ 5903-89).

Таблица 3

Определение редуцирующих веществ

Наименование исследуемого продукта	Результат исследования	Норма
«Бисквитное» с кремом	0,29±0,06	Не более 0,6
«Крем-брюле»	0,28±0,06	Не более 0,6
«Соблазн»	0,30±0,05	Не более 0,6

В ходе исследования редуцирующих веществ было установлено, что все пирожные соответствуют стандарту.

Таблица 4

Определение сахара

Наименование исследуемого продукта	Результат исследования	Норма
«Бисквитное» с кремом	11,870±0,820	8–25
«Крем-брюле»	12,51±0,79	8–25
«Соблазн»	12,38±0,89	8–25

В ходе исследования сахара было установлено, что все пирожные соответствуют стандарту.

4. Определение массовой доли общей сернистой кислоты. Метод основан на переводе свободного и связанного сернистого ангидрида в натриевую соль сернистой кислоты, которую затем в кислой среде титруют йодометрически (ГОСТ 26811-86).

Таблица 5

Определение общей сернистой кислоты

Наименование исследуемого продукта	Результаты исследования	Норма, %
«Бисквитное» с кремом	0,0042±0,0009	Не более 0,01
«Крем-брюле»	0,0062±0,0012	Не более 0,01
«Соблазн»	0,0050±0,0010	Не более 0,01

Из данных приведенной выше таблицы 5 видно, что исследуемые образцы пирожных по содержанию общей сернистой кислоты соответствуют требованиям ГОСТа 26811-86.

Из полученных в ходе анализа данных следует, что исследуемые образцы пирожных соответствуют предельно допустимым значениям ГОСТов и являются безопасными для употребления.

Литература

Бутейкис Н. Г., Жукова А. А. Технология приготовления мучных кондитерских изделий. М.: ПрофОбрИздат, 2001.

ГОСТ 10-060-95 Торты и пирожные. Технические условия (утв. Департаментом пищевой и перерабатывающей промышленности Минсельхозпрода РФ от 30 марта 1995 г.).

ГОСТ 18-102-72 Торты и пирожные.

ГОСТ 26811-86 Метод определения массовой доли общей сернистой кислоты.

ГОСТ 5900-73 Методы определения влаги и сухих веществ.

ГОСТ 5903-89 Методы определения сахара.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ЧАЕ РАЗНЫХ СОРТОВ

Е. Л. Рычкова, Е. Н. Резник

Вятский государственный университет

В настоящее время производится столько сортов чая, что сложно понять какой самый лучший, самый полезный. В связи с этим становится актуальной задача определения антиоксидантной активности (АОА) чая разных сортов.

Для исследования антиоксидантной активности чая были выбраны следующие сорта:

1) чай черный байховый цейлонский «Принцесса Канди», крупнолистовой (кр. л.);

2) чай черный байховый индийский «Красная цена», мелколистовой (м. л.);

3) чай зеленый байховый китайский «Принцесса Ява», кр. л.;

4) чай белый байховый «Lipton», мелколистовой м. л.;

5) напиток чайный мята перечная «Milford».

Для экспериментального исследования были проведены опыты по определению количественного содержания антиоксидантов на примере содержания аскорбиновой кислоты, витамина Р (рутин), танина (табл. 1).

Для выполнения данной работы были отобраны следующие методики:

– метод йодиметрического титрования для определения содержания аскорбиновой кислоты;

– метод осаждения таната свинца ацетатом свинца для количественного определения танина;

– метод перманганатометрии для определения содержания рутина в чае.

Таблица 1

Содержание витамина С, танина, рутина в разных сортах чая

Сорт чая	Чай чер- ный (м. л.) «Красная цена»	Чай черный (кр. л.) «Принцесса Канди»	Чай зеле- ный (кр. л.) «Принцес- са Ява»	Чай бе- лый (м. л.) «Lipton»	Чайный напиток мята переч- ная «Milford»
Содержание аскор- биновой кислоты, мг/100 г продукта	7,0	14,0	22,0	16,5	13,8
Содержание танина в чае, г/100 г продукта	3,30	4,02	8,16	6,04	1,10
Содержание рутина, % (на 100 г продукта)	11,2	12,8	33,6	27,5	9,6

Из полученных результатов видно, что содержание витамина С, рутина и танина зависит от сорта чая. Сравнение черного и зеленого чая показывает, что в зеленом чае аскорбиновой кислоты, танина и рутина содержится больше, чем в черных чаях. Анализ зеленого и белого чаев говорит, практически, об одинаковой полезности этих чаев. Также была замечена взаимосвязь содержания исследуемых веществ от размера чаинок – чем крупнее чаинки в чае, тем больше в нем антиоксидантов.

При изучении антиоксидантной активности чая также были рассмотрены разные методы определения суммарной антиоксидантной активности. Из всех методов был подобран наиболее оптимальный – метод FRAP ((ferric reducing antioxidant power) – железо восстанавливающая антиоксидантная способность). Этот метод основан на использовании свойства антиоксидантов участвовать в окислительно-восстановительных реакциях за счет енольных и сульфгидрильных групп. Антиоксиданты, взаимодействуя с медиаторной системой Fe(III)/Fe(II), приводили к изменению окислительно-восстановительного потенциала, который измеряли рН-ионометром (Темердашев и др., 2011). С помощью этого метода был проведен эксперимент по определению общей антиоксидантной активности чая разных сортов (табл. 2).

Таблица 2

Общая АОА чая разных сортов по методу FRAP

Сорт чая	АОА, моль экв./дм ³		
	3 мин	5 мин	15 мин
Чай черный (м.л.) «Красная цена»	2,16	2,19	2,45
Чай черный (кр.л.) «Принцесса Канди»	3,78	3,81	4,10
Чай зеленый (кр.л.) «Принцесса Ява»	8,15	8,21	8,50
Чай белый (м.л.) «Lipton»	6,73	6,79	7,05
Чайный напиток мята перечная «Milford»	4,87	4,94	5,25

Получены разные значения АОА для разных сортов чая. Наибольшее значение зафиксировано для зеленого чая «Принцесса Ява» – 8,15 моль экв./дм³; наименьшее для черного чая «Красная цена» –

2,16 моль экв./дм³. Также были проведены измерения в течение 15 минут, после введения экстракта чая. Была выявлена зависимость увеличения антиоксидантной активности со временем.

При рассмотрении технологии производства чая, нужно отметить различие при производстве черных, зеленых и белых чаев (например, если черный чай подвергается ферментации и завяливанию, то зеленый проходит только стадии сушки и скручивания листа). В связи с этим можно предположить, что содержание антиоксидантов зависит от способа приготовления того или иного чая.

Литература

Абдулин И. Ф., Турова Е. Н., Будников Г. К. Органические антиоксиданты как объекты анализа // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. Т. 167. Н. 6. 2001. С. 3–13.

Будников Г. К., Зиятдинова Г. К. Антиоксиданты как объекты биоаналитической химии // Аналит. химия. Т. 60. Н. 7. 2005. С. 678–691.

Лапин А. А., Борисенков М. Ф., Карманов А. П. Антиоксидантные свойства производств растительного происхождения // Химия растительного сырья. Н. 2. 2007. С. 79–83.

Темердашев З. А., Цюпко Т. Г., Николаева Н. А. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP // Аналит. химия. Т. 15. Н. 3. 2011. С. 287–297.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

С. А. Кириллова, Л. В. Даровских

Вятский государственный университет,

larisa.darovskich@mail.ru, sveta-chemist.kirillova@yandex.ru

Пряники принадлежат к числу важных и излюбленных компонентов пищевого рациона всех возрастных групп населения. Пряники обладают достаточной калорийностью и возможностью длительного хранения. В связи с такими положительными качествами могут появиться фальсификации данного продукта. Поэтому возникает необходимость оценки качества (Нечаев и др., 2000).

Целью нашей работы является исследование физико-химических свойств и показателей безопасности кондитерских изделий (на примере пряников).

Объектами исследования явились: пряники «Северные» (производитель ООО «Нолинская кондитерская фабрика» г. Нолинск); пряники «Фестивальные» (производитель ОАО «Кирово-Чепецкий хлебокомбинат» г. Кирово-Чепецк); пряники «Комсомольские» (производитель ООО «КировхлебПром» г. Киров); пряники «Медовые» (производитель ООО «Новые технологии» Республика Адыгея).

По определению некоторых показателей качества пряников был проведен эксперимент, отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве пряников по следующим показателям: органолептические показатели (форма, поверхность, цвет, вкус и запах, вид в изломе), химические

показатели (влажность, щелочность, массовая доля золы, плотность, содержание тяжелых металлов).

Органолептическими методами определяют качество пряников с помощью органов чувств – зрение, осязание, обоняние, вкус, слух. Начинают оценку качества пряников с внешнего вида, а затем определяют запах, вкус, консистенцию.

Органолептические методы отличаются быстротой определения и не требуют больших материальных затрат. Точность органолептической оценки пряников зависит от знаний, навыков, практического опыта работников, производящих оценку (ГОСТ 15810-96).

Органолептические показатели качества пряников определяли при их осмотре и дегустации. При этом были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Определение органолептических показателей пряников

Наименование показателя	«Медовые»	«Комсомольские»	«Фестивальные»	«Северные»
Форма	Овальная, не расплывшаяся	Круглая, не расплывшаяся		
Поверхность	Сухая, ровная, без трещин, вздутий и подгорелостей, гладкая			
Цвет	Коричневый			
Вкус и запах	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом меда	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом корицы и имбиря	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом какао	Свойственные свежим пряникам с выраженным запахом и вкусом фруктов
Вид в изломе	Без следов непромеса, с равномерной пористостью			

При сравнении результатов экспериментальных исследований органолептических показателей качества пряников с требованиями ГОСТ 15810-96, сделан вывод о том, что исследуемые образцы пряников, реализуемых в магазине, полностью отвечают требованиям ГОСТа 15810-96.

Влажность является очень важным показателем качества пряников, так как по этому показателю можно судить о свежести пряников, поскольку пряники с низким содержанием влаги имеют твердую консистенцию.

Избыток влаги в пряниках является дефектом, так как он приводит к быстрому плесневению пряников, а также свидетельствует о нарушении технологического процесса производства (передозировка воды при замесе, недостаточная выпечка), либо о нарушении режимов хранения (при влажности воздуха более 75%), несоблюдение товарного соседства (совместное хранение с продуктами, имеющими высокую влажность).

Метод определения влаги основан на высушивании навески изделия и полуфабриката при определенной температуре до постоянно сухой массы и определении потери массы по отношению к навеске. Проведя измерения

влажности пряников по ГОСТу 5900-73 были получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Определение содержания влаги

«Медовые» %	«Комсомольские» %	«Фестивальные» %	«Северные» %	Норма %
8,5700±0,3130	12,58000±0,11510	10,6900±0,2309	11,0300±0,3307	не >20

Из данных таблицы 2 видно, что исследуемые образцы пряников полностью отвечают требованиям ГОСТа 5900-73.

Такой химический показатель качества пряников, как щелочность свидетельствует о соблюдении количества сырья по рецептуре, правильности течения технологического процесса, но характеризует в некоторой степени вкусовые качества пряников.

Как известно, в производстве пряников применяют щелочные разрыхлители для получения пористой структуры.

Щелочная реакция пряников обусловлена наличием в них частично не разлагающихся при выпечке химических разрыхлителей.

Избыточное содержание щелочных соединений в пряниках нежелательно, так как влияет на вкусовые достоинства пряников и поэтому строго контролируется по рецептуре и соответствию показателем щелочности, выражаемом в градусах в ГОСТе 5898-87.

Метод определения щелочности основан на нейтрализации щелочных веществ, содержащихся в навеске, кислотой в присутствии бромтимолового синего до появления желтой окраски. Проведя измерения щелочности пряников по ГОСТу 5898-87 были получены результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Определение щелочности

«Медовые» град.	«Комсомольские» град.	«Фестивальные» град.	«Северные» град.	Норма град.
0,7290±0,2610	0,9900±0,3220	0,973±0,315	0,6170±0,2510	не >2,0

Результаты, полученные при проведении экспериментальных исследований, свидетельствуют о том, что все исследованные образцы пряников по показателю щелочности отвечают требованиям ГОСТа 5898-87, то есть не превышают 2 град.

Однако стоит отметить, что все исследуемые пряники (кроме «Фестивальных») имеют достаточно низкую щелочность, что обычно ухудшает вкусовые достоинства пряников, но при проведении органолептической оценки качества пряников пороков вкуса обнаружено не было. Следовательно, в производстве пряников использовали кислотно-щелочные разрыхлители (смесь двууглекислого натрия и пищевых кислот), так как при их добавлении происходит полное разложение бикарбоната натрия, а изделия получаются более высокого качества.

Массовая доля золы в пряниках является важным показателем качества пряничных изделий. Данный показатель характеризует количество минеральных веществ, остающихся в результате сжигания органических веществ пряников.

Метод основан на обработке при нагревании общей золы соляной кислотой и осаждении нерастворимого осадка. Проведя измерения массовой доли золы, не растворимой в соляной кислоте с массовой долей 10 %, пряников по ГОСТу 5901-87 были получены результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4

Определение массовой доли золы, не растворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%

«Медовые» %	«Комсомольские» %	«Фестивальные» %	«Северные» %	Норма %
0,0840±0,0130	0,0795±0,0064	0,0925±0,0019	0,088±0,013	не >0,1

Из данных приведенной выше таблицы 4 видно, что исследуемые образцы пряников по содержанию массовой доли золы соответствуют требованиям ГОСТа 5901-87.

Определение плотности основано на измерении объема индикатора, вытесненного погруженным в него готовым мучным кондитерским изделием (далее – лабораторной пробой). В качестве индикатора используют шлифованное пшено с размерами частиц порядка 1,5 мм (ГОСТ 15810-2014).

Таблица 5

Определение плотности

«Медовые» г/см ³	«Комсомольские» г/см ³	«Фестивальные» г/см ³	«Северные» г/см ³	Норма г/см ³
0,3890±0,0102	0,4532±0,0011	0,4572±0,0160	0,3871±0,0079	0,35–0,55

Из данных приведенной выше таблицы 5 видно, что исследуемые образцы пряников по плотности соответствуют требованиям ГОСТа 15810-2014.

Определение содержания тяжелых металлов основано на инверсионно-вольтамперометрическом методе определения массовых концентраций элементов в растворе подготовленной пробы (ГОСТ Р 51301-99).

Таблица 6

Определение содержания тяжелых металлов

Показатели	«Медовые»	«Комсомольские»	«Фестивальные»	«Северные»	Норма
Содержание кадмия, мг/кг	0,095	0,008	0,006	0,048	0,05–50
Содержание свинца, мг/кг	0,264	0,251	0,169	0,416	0,04–10
Содержание меди, мг/кг	5,475	5,870	3,200	5,338	0,05–30

Из данных приведенной выше таблицы 5 видно, что исследуемые образцы пряников по содержанию тяжелых металлов соответствуют требованиям ГОСТа 51301-99.

В ходе исследований было установлено, что по определяемым показателям продукты являются качественными и соответствуют ГОСТам.

Литература

ГОСТ 15810-96 Изделия кондитерские пряничные. Общие технические условия. Дата введения 1998-01-01. М.: Стандартиформ, 2008.

ГОСТ 5900-73 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. Дата введения 1975-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности. Дата введения 1989-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 5901-87 Изделия кондитерские. Методы определения золы и ферропримесей. Дата введения 1989-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 15810-2014 Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия.

ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди и цинка).

Технический регламент Таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки (ТР ТС 022 / 2011).

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВАРЕННЫХ КОЛБАС ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

В. В. Шамова, Е. Н. Резник

*Вятский государственный университет,
shamova.viktoriya@mail.ru, reznick@yandex.ru*

Контроль качества продуктов питания очень важен с точки зрения региональной экологии. Особую актуальность приобретает усовершенствование имеющихся и разработка новых методов анализа продуктов.

Одним из основных сегментов продуктов питания, традиционных для Кировской области, являются мясопродукты. Абсолютным лидером в их производстве (более 34% рынка) является ОАО «Кировский мясокомбинат» (Халявина, 2013). На потребительский рынок города Кирова активно продвигается мясная продукция ЗАО «Йошкар-Олинского мясокомбината» и ЗАО «Дороничи».

Повышенным спросом у населения пользуются вареные колбасы. По данным опросов населения вареная колбаса «Докторская», изготовленная по ГОСТу стала настоящим брендом, которому до сих пор отдают предпочтение покупатели города Кирова (Халявина, Плехов, 2013). По химическому составу колбасы представляют ценный пищевой продукт, являющийся источником белка в питании человека.

Сорт колбасы «Докторская» был разработан НИИ Мясной Промышленности в 30-х годах прошлого века как диетический продукт. По оригинальному рецепту в ее составе была только говядина, свинина, яйца, молоко, соль и пряности (<https://roscontrol.com/journal/articles>, 2015). По действующему в наше время ГОСТу, которым руководствуется большинство производителей, можно использовать и обрезки шпика, говяжий жир, свиные шкурки и огром-

ное количество пищевых добавок – стабилизаторов, антиокислителей и усилителей вкуса. Уже этот факт делает такую колбасу далеко не полезным продуктом.

В связи с этим возникает необходимость проведения массового контроля и оценки качества колбасы «Докторская». Имеющиеся в литературе данные по основным производителям Кировской области, показывают, что качество колбасы соответствует ГОСТу. Однако данные по другим регионам говорят о том, что значительный процент колбас наименования «Докторская» произведены с нарушением ГОСТа. Например, проверка в Московской области показала, что 10 из 13 различных производителей выпускают колбасу неудовлетворительного качества (<https://roscontrol.com/journal/articles>, 2015).

Целью данной работы явилось изучение качества вареных колбасных изделий трех производителей путем выявления их соответствия органолептическим требованиям и химическому составу. В качестве *объекта исследования* были выбраны вареные колбасные изделия трёх производителей:

1. Колбаса вареная «Докторская» (производитель: ЗАО Агрофирма «Дороничи», Кировская область, пос. Дороничи).
2. Колбаса вареная «Докторская» (производитель: ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат» Республики Марий-Эл. г. Йошкар-Ола).
3. Колбаса вареная «Докторская» (производитель: ОАО «Кировский мясокомбинат», г. Киров).

Согласно ГОСТ Р 52196-2011 качество колбасных изделий оценивается по органолептическим, химическим и физико-химическим показателям.

К показателям, которые определяют физико-химическими методами относятся: содержание влаги, нитритов и хлорида натрия. Содержание влаги определяли по ГОСТ 9793-74, хлористого натрия по ГОСТ 9957-73, нитритов по ГОСТ 29299-92.

Метод определения содержания влаги основан на высушивании навески с прокаленным песком при температуре 150 °С. Определение содержания нитритов выполняется методом прямой потенциометрии с применением ионоселективного электрода. Содержание хлорида натрия определяют методом аргентометрии.

Важную информацию о качестве мясopодуKтов может дать изучение спектров отражения (Антипова и др., 2001). Мы исследовали характер спектров отражения срезов исследуемых колбас путем компьютерной обработки цифровых фотографий при помощи программы «Спектр – Анализатор».

Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Результаты определения органолептических свойств
вареных колбасных изделий различных производителей**

Показатели	Образец № 1 «Дороничи», баллы	Образец № 2 «Йошкар-Ола», баллы	Образец № 3 «КМК», баллы
Внешний вид	5	5	5
Консистенция	5	5	4
Вид на разрезе	5	4	5
Вкус и запах	5	4	5

По данным оценки внешнего вида все образцы получили наивысшие баллы (по пятибалльной системе) и отвечают установленным требованиям. Батоны вареных колбас имели чистую поверхность, без повреждений оболочки. Наилучшие показатели по консистенции были у образцов производителей ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат», ЗАО «Дороничи», так как они имели упругую консистенцию. У образца ОАО «КМК» была недостаточно упругая консистенция, в результате чего набрано 19 баллов из 20. По виду на разрезе наивысшие баллы получили ЗАО «Дороничи», ОАО «КМК». Фарш этих колбасных изделий был равномерно перемешан, розового цвета, без серых пятен и пустот. У образца «Йошкар-Олинский мясокомбинат» были отмечены незначительные пустоты. По вкусу и запаху лучшими из образцов оказались ЗАО «Дороничи» и ОАО «КМК». Меньшее количество баллов получил ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат» за более выраженный соленый вкус колбасы.

Таблица 2

**Результаты определения физико-химических показателей вареных
колбасных изделий различных производителей**

Показатель	Допустимые уровни по стандарту	Образец № 1 «Дороничи»	Образец № 2 «Йошкар-Ола»	Образец № 3 «КМК»
Массовая доля влаги в колбасе, % не более	65	63	64	63
Массовая доля хлорида натрия в колбасе, % не более	2,10	1,81	1,98	1,64
Массовая доля нитрита натрия в колбасе, % не более	0,005	0,0028	0,0043	0,0039

Колбаса «Докторская» г. Йошкар-Ола соответствует ГОСТ, но в ней присутствует большее содержание нитрита натрия и хлорида натрия, которые сразу чувствуются на вкус. Избыточное количество нитритов вызывает негативное воздействие на человека и животных. В колбасе производства «Дороничи» меньше всего нитрита, поэтому она серо-розовая. Физико-химические показатели подтверждают данные органолептического анализа.

Сравнение спектров показало, что они имеют различный характер для колбасных изделий разных производителей. У всех колбас наибольшая интенсивность отраженного света наблюдается в области 595–610 нм. У образцов 1 и 2 наблюдается отражение в области 560–580 нм, которого нет у образца 3. Наибольшее отражение в красной области спектра при 630–650 нм наблюдается у образца 2, что коррелирует с повышенным содержанием нитритов. Таким образом, колбаса каждого из производителей обладает характерными свойствами спектра и может быть легко определена. Этот метод является перспективным для проведения массовых анализов. По результатам исследования, все изученные виды колбас отвечают требованиям нормативных документов, что определяет высокий уровень качества продукции.

Литература

Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. С. 376.

Халявина М. Л. Экспериментальное прогнозирование доли рынка мясоперерабатывающих предприятий // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 134–139.

Халявина М. Л., Плехов А. А. Оценка степени удовлетворенности потребителей на рынке мясной продукции города Кирова // Вестник Удмуртского Университета. 2013. Вып. 2. С. 100–103.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Ю. Н. Рахимова, Л. В. Даровских

Вятский государственный университет, larisa.darovskich@mail.ru

Ряженка – настоящий кладезь множества веществ, необходимых человеку, она крайне полезна для здоровья кожи, костно-мышечной системы, ногтей, волос и слизистых оболочек, поскольку в больших количествах содержит кальций и фосфор. Польза ряженки напрямую зависит от ее качества. В связи с таким количеством положительных качеств могут появиться фальсификации данного продукта. Поэтому возникает необходимость оценки качества кисломолочных продуктов.

Целью нашей работы является исследование физико-химических свойств и показателей безопасности кисломолочных продуктов (на примере ряженки).

Объектами исследования явились: ряженка «Вятушка» (производитель ЗАО «Кировский молочный комбинат» г. Киров), ряженка «Вятская дымка» (производитель ОАО «Кирово-Чепецкий городской молочный завод» г. Кирово-Чепецк), ряженка «Славянская» (производитель ОАО «Вожгальский маслодельно-сыродельный завод» Кировская область, Куменский район, с. Вожгалы), биоряженка «Бифидум Неженка» (производитель ООО МНПК «Вяткабиопром» г. Киров).

Был проведен эксперимент по определению некоторых показателей качества ряженки. Для выполнения данной работы были отобраны методики, которые позволяют сделать заключение о качестве ряженки по следующим показателям: органолептические показатели (консистенция, вкус, цвет, запах), химические показатели (кислотность, влага, пастеризация, рН, содержание тяжелых металлов).

Определение органолептических показателей ряженки (ГОСТ 31455-2012). Метод позволяет определять такие показатели качества сырья и продукции, как внешний вид, цвет, консистенцию, вкус и запах. Недостатками органолептического метода является его субъективность и невозможность быстрой оценки качественных показателей некоторых продуктов. Органолептические показатели качества ряженки определяли при ее осмотре и дегустации. При этом были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Показатели	«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, с небольшим газообразованием жидкость			
Вкус и запах	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации	Чистый, кисло-молочный, с выраженным привкусом пастеризации
Цвет	Кремовый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе	Кремовый, равномерный по всей массе	Светло-кремовый, равномерный по всей массе

Все исследуемые образцы ряженки, реализуемые в магазине, по органолептическим показателям качества полностью отвечают требованиям ГОСТа 31455-2012.

Определение кислотности (ГОСТ 3624-92). Основным показателем качества кисломолочных продуктов является кислотность. Для кисломолочных продуктов характерно повышенное содержание молочной кислоты, образующейся в процессе молочно-кислого брожения и обуславливающей высокую кислотность. Продукция с пониженной кислотностью имеет невыраженный (пресный) вкус.

Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Проведя измерения кислотности ряженки по ГОСТу 3624 были получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2

«Вятушка» °Т	«Вятская дымка» °Т	«Славянская» °Т	«Бифидиум Неженка» °Т	Норма °Т
72,75±1,07	73.75±1,07	71,75±1,07	73,75±1,07	70-110

Из данных, приведенных выше, видно, что исследуемые образцы ряженки по показателю кислотности отвечают требованиям ГОСТа 3624-92.

Определение содержания влаги (ГОСТ 3626-73). При оценке качественных показателей ряженки, важное значение имеет содержание влаги в готовом продукте. Показатели влаги необходимо соблюдать в пределах, соответствующих нормативам.

Метод основан на высушивании навески исследуемого продукта при постоянной температуре. Проведя измерения содержания влаги в ряженке по ГОСТу 3626, были получены результаты, представленные в таблице 3.

Таблица 3

«Вятушка» %	«Вятская дымка» %	«Славянская» %	«Бифидиум Неженка» %	Норма %
86,146±0,156	84,321±0,439	86,062±0,241	84,732±0,385	не >85,3

Из данных таблицы 3 следует, что исследуемые образцы ряженки не все соответствуют требованиям ГОСТа 3626-73.

Определение пероксидазы (ГОСТ 3623-73). Метод основан на разложении перекиси водорода ферментом пероксидазой, содержащейся в молоке и молочных продуктах. Освобождающийся при разложении перекиси водорода активный кислород окисляет йодистый калий, освобождая йод, образующий с крахмалом соединение синего цвета. Проведя измерения содержания в ряженке пероксидазы по ГОСТу 3623-73 были получены результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4

«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»	Норма
отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	не допускается

Из данных таблицы 4 видно, что исследуемые образцы ряженки полностью отвечают требованиям ГОСТа 3623-73.

Определение рН (ГОСТ Р 53359-2009). Метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным и электродом сравнения), погруженными в анализируемую пробу. Проведя определения в ряженке значений рН по ГОСТу Р 53359-2009 были получены результаты, представленные в таблице 5.

Таблица 5

«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»	Норма
4,815±0,030	4,670±0,030	4,695±0,030	4,975±0,030	От 3 до 8 включ.

Из данных таблицы 5 видно, что исследуемые образцы ряженки полностью отвечают требованиям ГОСТа Р 53359-2009.

Определение содержания тяжелых металлов (ГОСТ Р 51301-99). Тяжелые металлы из окружающей среды по пищевым цепочкам могут поступить в сырое молоко и вырабатываемые из него продукты. Соединения тяжелых ме-

таллов так же могут проникать в кисломолочные продукты из оборудования и устройств, используемых в молочном деле, но самым опасным источником тяжелых металлов является корм растительного происхождения.

Метод основан на инверсионно-вольтамперометрическом методе определения массовых концентраций элементов в растворе подготовленной пробы.

Таблица 6

Тяжелый металл	«Вятушка»	«Вятская дымка»	«Славянская»	«Бифидиум Неженка»	Норма
Содержание кадмия, мг/дм ³	0,026	0,0587	0,0043	0,0456	0,005–1,5
Содержание свинца, мг/дм ³	0,321	0,278	0,666	0,356	0,02–2
Содержание меди мг/дм ³	1,550	2,025	0,875	1,678	0,1–15

Таким образом, исследования показали, что исследуемые образцы ряженки требованиям ГОСТа.

Литература

ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Введен 2009-01-01. Стандартиформ, 2007.

ГОСТ 3624 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности». Введен 1994-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 3626 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги». Введен 1974-07-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ 3623-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения пастеризации». Введен 1976-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

ГОСТ Р 53359-2009 «Молоко и продукты переработки молока. Метод определения рН». Введен 2010-07-01. М.: Стандартиформ, 2009.

ГОСТ Р 51301-99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсичных элементов.

Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции (ТР ТС 033 / 2013).

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРАВЯНЫХ ЧАЕВ НА ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Ю. В. Денъгина, А. А. Тюлькина, Л. В. Даровских
Вятский государственный университет,
dengina1996@mail.ru, albinatulkina077@gmail.com,
larisa.darovskich@mail.ru

Иван-чай узколистный (*Chamérion angustifólium*) или кипрэй узколистный (*Epilóbium angustifolium*) многолетнее травянистое растение семейства Кипрейные (*Onagraceae*).

Иван-чай содержит: флавоноиды (кверцетин, кемферол, оказывающее спазмолитическое желчегонное и мочегонное действие); дубильные вещества

(до 20% дубильных пирогаловой группы, обладающих вяжущим противовоспалительным и кровоостанавливающим действием); слизи (до 15%, что обеспечивает мягчительные и обволакивающие свойства, способность снимать воспаления, утолять боли, успокаивать и снимать судороги); небольшое количество алкалоидов (эти вещества в больших дозах ядовиты, но в малых обладают замечательными лечебными свойствами, способны улучшать обмен веществ, кровообращение, состояние нервной системы, являются хорошими обезболивающими); хлорофилл (зеленый пигмент растений, поглощающий световую энергию, стимулирует заживление ран, улучшает обмен веществ); пектин (это вещество увеличивает срок хранения чая).

В листьях присутствуют витамины, особенно много каротина (провитамин А) и витамина С (до 200–388 мг – в 3 раза больше, чем в апельсинах). Корни богаты крахмалом (это запасной углевод растений), полисахаридами (эти углеводы участвуют в иммунных реакциях), органическими кислотами (участвуют в биохимических реакциях, играют важную роль в поддержании кислотно-щелочного баланса). Кроме того, в листьях Иван-чая найдено большое количество микроэлементов стимулирующих кроветворение – железо, медь, марганец и другие микроэлементы, необходимые для обмена веществ – никель, титан, молибден, бор.

В последнее время наблюдается заметное повышение интереса к производству и потреблению травяных чаев, на основе местного дикорастущего сырья. Кировские предприниматели возрождают производство традиционного для России копорского чая. Так именовали напиток, который в старину готовили из Иван-чая. Большие запасы дикорастущего Иван-чая характерны для Кировской области. Вятский Иван-чай пользуется определенным спросом на территории всей России. Большое значение имеет выявление особенностей вятского Иван-чая по сравнению с чаем китайским и цейлонским. Систематические исследования в этом направлении являются актуальными, представляют практический интерес и коммерческое значение (Барабанов, 2006).

Целью исследования явилось изучение некоторых показателей качества Иван-чая, производимого в Кировской области из местного дикорастущего сырья.

В качестве объектов исследования были выбраны следующие виды травяного гранулированного чая: образцы под № 1–6 («Иван-чай черный», «Иван-чай зеленый», сырье – кипрей узколистный, заготовленный на территории Кировской области в 2015 г., производитель ИП Онуфриенко «Чуваши хлеб», нумерация образцов идет в порядке возрастания времени их ферментации); чай «Июнь»; чай «Август», произведенные ИП Попыванова из кипрея узколистного, заготовленного на территории Кировской области в 2015 г. Для получения сравнительных данных параллельно с чаем из кипрея узколистного анализировались популярные сорта чая цейлонского и китайского: чай «Curtis» (цейлонский черный крупнолистной, 100 г); чай «Зелёный дракон» (китайский, зелёный байховый, крупнолистной с жасмином, 100 г).

База проведения исследований: химико-аналитическая лаборатория ВятГГУ. Для Иван-чая нет специальной методики определения влажности, этот показатель определялся гравиметрическим методом согласно ГОСТ 24027.2 – 80 «Сырье лекарственное, растительное. Метод определения влажности». Метод основан на определении потери в массе за счет гигроскопической влаги и летучих веществ при высушивании сырья до абсолютно сухого состояния (табл.).

Повышенная влажность вызывает химическую и микробиологическую порчу чая, вплоть до разрушения гранул. Если влажность чая больше 8%, то в нем в процессе хранения могут развиваться сапрофитные бактерии, чай приобретает затхлый вкус и аромат. Максимальное значение массовой доли влаги в чае не должно превышать 10% (Кородецкий, 2005).

Таблица

Характеристика образцов чая

Названия чаев	Содержание влаги, %	pH
Чай № 1	5,815	5,2
Чай № 2	5,905	5,2
Чай № 3	5,33	5,0
Чай № 4	5,095	5,0
Чай № 5	5,06	5,0
Чай № 6	5,185	5,0
Чай «Июнь»	3,165	5,0
Чай «Август»	3,98	5,1
Чай «Curtis»	3,915	5,0
Чай «Зеленый дракон»	3,445	5,4

Согласно полученным данным, влажность образцов чая «Июнь», «Август», цейлонского и китайского ниже, чем влажность иван-чая № 1–6.

Влажность Иван-чая, выпускаемого ИП Онуфриенко («Чуваши-хлеб») так же соответствует нормативным показателям, однако выше, чем влажность китайского чая.

Вероятными причинами более высокой влажности Иван-чая могут быть: недостаточно отработанная технология сушки; слишком крупные гранулы иван-чая, не позволяющие получить равномерно высушенный продукт (наружные слои гранул в процессе сушки пересыхают, а внутренние участки остаются влажными).

Измерение pH проводилось потенциометрическим методом с помощью pH-метра- иономера «Эксперт-001». Метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным и электродом сравнения), погруженными в исследуемую пробу (ГОСТ 26188 – 84).

Из таблицы видно, что наибольшее значение pH у китайского чая (зеленый чай) – 5,4, наименьшее значение pH у образцов №№ 3-6 (кипрей узколистный), чая «Июнь», чая «Curtis» (черный чай) – 5,0. Такие значения pH можно объяснить тем, что сырье отбиралось в разное время. Чем позднее отбиралось сырье, тем значение активной кислотности ниже и наоборот. Также

значение активной кислотности снижается с увеличением времени ферментации чая (ИП Онуфриенко «Чуваши-хлеб»).

Литература

ГОСТ 26313-85 Продукты переработки плодов и овощей. Правила приемки, методы отбора проб.

ГОСТ 26671-85 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов.

3. ГОСТ Р ИСО 7513-2012 Чай растворимый. Метод определения массовой доли влаги.

4. Барабанов Е. И. Ботаника: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 448 с.

5. ГОСТ 26188-84 Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Определение рН.

6. Кородецкий А. Лопух, Целитель и его друзья. Подорожник. Мать-и-мачеха. Иван-чай. Крапива. Спб: Питер, 2005, 92 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ

А. С. Шубин, Е. В. Береснева

*Вятский государственный университет,
hb31@yandex.ru, evberesneva@mail.ru*

По недавним проверкам Роспотребнадзора в Кировской области были выявлены нарушения состава сливочного масла (Масло коровье..., 2014, электронный ресурс). Фальсификат обнаружен у некоторых предприятий из «районов». Вследствие этого потребитель недополучает большое количество нутриентов, таких как жирорастворимые витамины А, Е, К, холестерин, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, входящие в состав масла (Вышемирский, 1998). Всемирной организацией союза потребителей были сформированы основные права потребителя, одно из которых звучит как «право на достоверную информацию» (Всемирный день ..., электронный ресурс). В связи с существенностью проблемы, работа по проверке качества и безопасности сливочного масла является актуальной и общественно значимой.

Цель исследования – изучение состава и физико-химических показателей сливочного масла трех производителей и их изменение при хранении.

Для исследования было взято масло сливочное «Крестьянское» трех производителей из районов Кировской области.

Объекты исследования:

– образец № 1 – масло сливочное «Крестьянское» ООО «Котельничский молочный завод», с массовой долей жира 72,5% (состав: пастеризованные сливки, масса нетто – 100 г),

– образец № 2 – масло сливочное «Крестьянское» ООО «Богородский молочный завод», с массовой долей жира 72,5% (состав: пастеризованные сливки; масса нетто – 100 г),

– образец № 3 – масло сливочное «Крестьянское» ОАО «Унинский маслозавод», с массовой долей жира 72,5% (состав: пастеризованные сливки; масса нетто – 100 г).

Все объекты относятся к не соленому маслу, упакованы в одинаковую тару и исследовались в одно время.

Чтобы быть действительно полезным продуктом для человека, сливочное масло должно соответствовать показателям качества и безопасности. Это регламентирует национальный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р 52969-2008), в котором указаны требования к хранению, технологии производства, качеству и упаковочному материалу, санитарному режиму производства.

Сначала оценку качества масла проводят по органолептическим показателям в соответствии с ГОСТ-37-91. По этим показателям масло подразделяют на высший и 1-й сорта. Общая балльная оценка масла высшего сорта составляет 13–20 баллов, в том числе по вкусу и запаху – не менее 6 баллов. Масло 1-го сорта: общая оценка – 6–12 баллов, по вкусу и запаху – не менее 2 баллов.

Результаты эксперимента по определению органолептических показателей выявили следующее:

1. Цвет – во всех образцах от белого до желтого, однородный по всей массе.

2. Запах и вкус – выраженный сливочный вкус и привкус пастеризации, без посторонних привкусов и запахов (образец № 1); недостаточно выраженный привкус пастеризации (образцы № 2 и № 3).

3. Внешний вид и консистенция – во всех образцах плотная, однородная, пластичная, поверхность на срезе блестящая, сухая на вид.

4. Упаковка и маркировка – во всех образцах упаковка правильная, маркировка четкая.

В результате проведенных испытаний все образцы получили оценку 19–20 баллов, что соответствует сливочному маслу высшего сорта, заявленному на упаковке.

Лабораторные методы по определению химического состава применяются, когда нужно узнать содержание отдельных веществ (поваренной соли, влаги, жира). Результаты исследований продукции представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования состава сливочного масла

Показатель	Допустимые уровни по нормативным техническим документам (НТД)	Фактическое		
		Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Массовая доля влаги в масле, % не более	25,0±0,2	24,3±0,2	25,0±0,2	25,0±0,2
Массовая доля сухого остатка, % не более	1,8±0,2	1,7±0,3	1,5±0,2	1,6±0,1
Массовая доля жира, % не менее	72,5±0,2	74,0±0,3	73,5±0,2	73,4±0,2

Сравнивая фактические исследования с требованиями ГОСТов, можно сказать, что массовая доля влаги составила около 25% (по НТД также 25%); массовая доля сухого остатка – около 1,6% (НТД – 1,80%), расчетная массовая доля жира – чуть выше 73% (НТД – 72,5%). Таким образом, по составу все образцы масла соответствуют норме. Также методом определения растительного жира с помощью люминескопа не было выявлено фальсификата, то есть образцы не имеют добавок растительного происхождения.

Содержание ионов тяжелых металлов (меди, свинца и кадмия) нами было определено ранее (Шубин, Береснева, 2015). По показателям безопасности полученные результаты не превышают установленные допустимые уровни и находятся в фоновых пределах. Это свидетельствует о хорошем качестве крестьянского масла, так как соли тяжелых металлов обладают окислительно-восстановительными свойствами.

Важной проблемой является стабильность масел к окислению. Значительную роль в окислительных реакциях играет активный кислород в синглетном состоянии, который образуется при диссоциации молекул атмосферного кислорода, например при фотохимических реакциях в присутствии сенсбилизаторов (Пищевая химия, 2001).

Нами исследовано изменение показателей окислительной порчи (кислотность и перекисное число) при хранении масла. Для анализа было взято свежее масло (7 дней с даты изготовления). Хранение осуществляли при температуре 4 ± 2 °С в течение месяца. Интервал между исследованиями составил 14 суток. Показатели окислительной порчи представлены в табл. 2.

Таблица 2

Измерение кислотного и перекисного числа масла во времени

Срок хранения	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
	Кислотное число, °К	Перекисное число, (1/2O ₂)/кг	Кислотное число, °К	Перекисное число, (1/2O ₂)/кг	Кислотное число, °К	Перекисное число, (1/2O ₂)/кг
7 дней	2,1	0,15	2,4	0,2	2,3	0,19
14 дней	4,6	0,31	3,9	0,46	3,7	0,4
28 дней	13	0,47	9,4	0,6	9,7	0,56

Срок хранения всех масел составляет 35 суток. При хранении у образца № 1 изменился цвет от бледно-желтого до желтого, появился неприятный запах, масло приобрело рыхлую структуру. У остальных образцов не отмечено изменений при хранении.

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

– у исследуемых масел наблюдалось постепенное увеличение перекисного числа, что связано с образованием первичных продуктов окисления, однако оно укладывается в норму (не более 0,4 (1/2O₂)/кг);

– все полученные масла в начале срока хранения по кислотности соответствовали норме (не более 4,0°К). При исследовании в процессе хранения наблюдалось повышение кислотности, и больше всего в образце №1.

Литература

Всемирный день защиты прав потребителей 15 марта. открытый режим: <http://www.goodsmatrix.ru/articles/353.html>.

Вышемирский Ф. А. Производство сливочного масла. Справочник. М.: ВО Агропромиздат, 1988. 302 с.

Масло коровье – наше здоровье, 2014 открытый режим: <http://www.43.rospotrebnadzor.ru/news/detail.php?ID=6717>.

Пищевая химия / Под ред. А. П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2001. 592 с.

Шубин А. С., Береснева Е. В. Исследование качества и безопасности сливочного масла на потребительском рынке Кировской области // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем: Матер. XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2015. С. 332–335.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ

Н. А. Глазырина, Е. В. Береснева

*Вятский государственный университет,
natalady-777@mail.ru, evberesneva@mail.ru*

Сыр – пищевой продукт, получаемый из сыропригодного молока с использованием свёртывающих молоко ферментов и молочнокислых бактерий или путём плавления различных молочных продуктов и сырья немолочного происхождения с применением солей-плавителей.

Сыры содержат 20–60% молочного жира, полноценные белки, большое количество солей кальция и фосфора.

Существует огромное количество сортов и разновидностей сыров: свежие сыры, невареные прессованные, вареные прессованные, мягкие сыры с плесневой корочкой, мягкие сыры с обмытыми краями, голубые сыры с плесенью, сыры из козьего и овечьего молока, плавленые (Все о сыре ...).

Плавленый сыр – молочный продукт, который вырабатывается из сычужных сыров, сыров для плавления, творога, масла и других молочных продуктов с добавлением специй и наполнителей путём плавления сырной массы при температуре 75–95 °С. Этот сыр привлекает внимание покупателей, потому что он вкусный, имеет низкую стоимость и может добавляться во многие блюда.

Вопросы соответствия сырной продукции государственным нормативным показателям качества и безопасности становятся сегодня исключительно важными и актуальными.

В связи с этим целью данной работы явилось исследование органолептических и некоторых физико-химических свойств сыров трех производителей.

В качестве объекта исследования были выбраны плавленые сыры следующих производителей:

- 1) сыр «Дружба» ОАО «Рязанский завод плавленых сыров» (г. Рязань, Рязанская область),
- 2) сыр «Российский» ООО «Ястро» (г. Омск, Омская область),

3) сыр «Ломтик солнца» ОАО «Янтарь» (г. Котельнич, Кировская область),

4) сыр «Янтарь» ОАО «Янтарь» (г. Котельнич, Кировская область).

Сыры Дружба и Российский относятся к группе твердых сычужных (1), а сыры Янтарь и Ломтик солнца к группе пастообразных (2). Данная продукция приобреталась свежей в сети магазинов г. Кирова («Пятерочка»). Сроки годности сыров, указанных на упаковке: «Дружба» – 2 месяца; «Российский» – 6 месяцев; «Ломтик солнца» – 2 месяца; «Янтарь» – 4 месяца.

Отбор проб и подготовку их к анализу проводили в соответствии с ГОСТ 26809 и ГОСТ 3622-68 (ГОСТ 26809, ГОСТ 3622-68, 2004). Согласно ГОСТ 31690-2013 (ГОСТ 31690-2013,2014) была проведена оценка органолептических показателей. Также были исследованы некоторые физико-химические показатели: массовая доля влаги определялась по ГОСТ 3626-73, активная кислотность – по ГОСТ 3627-57, массовая доля поваренной соли методом Мора – по ГОСТ 3627-57 (ГОСТ 3626-73, ГОСТ 3627-57, 2004).

Органолептические показатели сыров определяли с помощью органов чувств. Исследования проводились на всех объектах в одно и то же время в трех повторностях. Были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Результаты органолептических исследований плавленых сыров разных производителей

Наименование показателя	Сыр «Дружба»	Сыр «Российский»	Сыр «Ломтик солнца»	Сыр «Янтарь»	Показатели по требованиям ГОСТ
Консистенция	Плотная, упругая	Плотная, слегка пластичная	Мажущая	Пластичная, кремообразная	(1) В меру плотная, и/или слегка упругая, и/или слегка пластичная (2) Нежная, пластичная, мажущая, и/или кремообразная
Вкус и запах	Слабовыраженный сырный вкус	Слабокислый	Сливочный вкус	Сливочный вкус, слегка кисловатый	(1) от слабовыраженного сырного до сырного и/или кисломолочный (2) сливочный, допускается кислый
Цвет массы	белый	желтоватый	Светло-коричневый (так как шоколадный)	Светло-желтый	От белого до интенсивно желтого. При использовании компонентов и/или ароматизаторов, и/или красителей цвет продукта обусловлен цветом внесенных компонентов и/или ароматизаторов, и/или красителей

Таким образом, из таблицы видно, что все органолептические показатели соответствуют нормам и не отклоняются от ГОСТа.

Однако органолептические показатели опираются на наши органы чувств и могут не дать точной информации о продукте, так как каждый человек ощущает вкус и запах по-разному. Поэтому особо важными показателями являются физико-химические, которые дают точную информацию об исследуемом объекте.

Согласно ГОСТ 31690-2013 физико-химическая оценка сычужных сыров предполагает определение следующих показателей: массовая доля влаги; активная кислотность; содержание поваренной соли.

В результате исследования были получены следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты физико-химической оценки плавленых сыров
разных производителей**

Показатель	Сыр «Дружба»	Сыр «Российский»	Сыр «Ломтик солнца»	Сыр «Янтарь»	Требования ГОСТ
Массовая доля влаги (%)	61,78±0,2	51,43±0,9	57,87±0,2	60,20±0,2	От 35,0 до 70,0 включительно
Активная кислотность%	5,44±0,49	6,44±0,13	5,52±0,34	6,02±0,17	От 5,40 до 6,50
Массовая доля хлорида натрия, %	1,93±0,3	2,34±0,4	1,58±0,2	1,84±0,2	1,5–4,0

Из полученных результатов можно сделать вывод, что методом контрольной закупки проведена оценка физико-химических показателей следующих сыров и производителей: сыр Дружба (ОАО «РЗПС»), сыр Российский (ООО «Ястро»), сыр Ломтик солнца (шоколадный), сыр Янтарь (ОАО «Янтарь»). Показано, что на момент исследования:

а) по органолептическим показателям сыры всех трех производителей соответствуют нормам государственного стандарта;

б) основные показатели (массовая доля влаги, активная кислотность, массовая доля хлорида натрия) также соответствуют требованиям.

В целом отобранные плавленые сыры выбранных производителей являются качественными, а также полезными, питательными и приятными на вкус. В дальнейшем планируется продолжить работу, исследовав другие показатели качества, а также показатели безопасности плавленых сыров.

Литература

Все о сыре: классификация сыров, основные виды сыра. <http://fromage.narod.ru/class.htm>

ГОСТ 26809. Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. М.: ИПК изд-во стандартов, 2004.

ГОСТ 31690-2013 Сыры плавленые. Общие технические условия. Дата введения 2014-07-01.

ГОСТ 3622-68. Молоко и молочные продукты. Отбор проб и подготовка их к испытанию. М.: ИПК изд-во стандартов, 2004.

ГОСТ 3626-73. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества. М.: ИПК изд-во стандартов, 2004.

ГОСТ 3627-57. Молочные продукты. Методы определения хлористого натрия. М.: ИПК изд-во стандартов, 2004.

ОЦЕНКА УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ЙОДИРОВАННОЙ СОЛИ НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕГО СРОКА ГОДНОСТИ

Д. Д. Утробина, Е. В. Береснева

*Вятский государственный университет,
daria.utrobina@yandex.ru, evberesneva@mail.ru*

Ранее нами проводилась оценка уровня содержания йода в йодированной соли трех производителей и выявили некоторое количественное и качественное несоответствие состава соли тому, что написано на упаковке (Утробина, Береснева, 2015). Мы предположили, что это могло произойти из-за того, что соль – это относительно нестойкая форма йодсодержащего продукта и по истечении 6 месяцев она превращается в практически обычную соль.

В связи с этим, мы увеличили количество объектов исследования и поставили цель – исследовать количественное содержание компонента, которым обогащаются образцы йодированной соли, реализуемые на потребительском рынке города Кирова, на протяжении всего срока годности соли.

В качестве объекта исследования была выбрана йодированная соль пяти производителей:

1. Соль поваренная пищевая каменная молотая йодированная. РФ, Республика Татарстан, г. Казань, ООО «Солена».

2. Соль поваренная пищевая выварочная экстра «Полесье» йодированная. Республика Беларусь, Гомельская обл., г. Мозырь.

3. Соль поваренная пищевая каменная йодированная, сорт высший помол № 1. РФ, Иркутская обл., Заларинский р-н, п. Тыреть.

4. Соль Илецкая йодированная пищевая, помол № 1. РФ, Оренбургская обл., Соль-Илецкий р-н, г. Соль-Илецк.

5. Соль морская пищевая йодированная «Sea Salt». РФ, Ростовская область, г. Азов.

Йодирование соли достигается путем внесения солей йода (йодида или йодата калия). Практически каждый человек потребляет 5–6 г соли в день (рекомендуемое суточное потребление соли), поэтому использование обогащенной йодом соли – это дополнительное регулярное потребление 100–150 мкг йода. При этом отсутствует какой-либо риск «передозировки».

Выбор соли в качестве источника йода обусловлен тем, что она является единственным минералом, который добавляется в пищу непосредственно, без специальной химической обработки и используется практически всеми людьми. Йодировать соль можно на любом этапе ее производства, а технология йодирования дешева, проста и дает быстрый эффект (Золотов и др., 2002).

Для исследования были закуплены соли с близкой датой изготовления. Первое исследование было проведено в ноябре (вскрыты пачки), затем в январе и в марте с уже открытыми пачками. Второе – в январе (определялось содержание йода во вновь открываемых пачках соли из той же партии) и в марте с открытыми пачками. И третий раз были открыты пачки соли из той же партии в марте для проведения аналогичного исследования. Это позволило нам провести сравнительный анализ изменения количественного содержания йода в нераспечатанных и открытых пачках соли с течением времени. Количественные показатели каждый раз определялись в трех повторностях и брался средний результат (табл.).

Таблица

Результаты эксперимента по определению содержания йода в процессе его хранения

	Соль ООО «Соленая»	Соль «Полесье»	Соль «Тырецкий солерудник»	Соль «Илецкая»	Соль «Sea Salt»
Дата изготовления	04.09.15	01.04.15	17.09.15	15.10.15	24.08.15
Содержание йода, заявленное на упаковке, мкг/г	40±15	–	40±15	40±15	11,25-40
Форма добавленного йода	KIO ₃	KIO ₃	KIO ₃	KIO ₃	KIO ₃
Срок годности	9 месяцев	1 год	9 месяцев	9 месяцев	2 года
Результат исследования 1					
– ноябрь	36,0±0,4	58,2±0,3	52,9±0,3	65,6±0,4	37,0±0,6
– январь	21,2±0,6	34,9±0,2	33,9±0,3	51,8±0,6	26,5±0,5
– март	19,0±0,5	31,7±0,3	32,8±0,5	48,9±0,4	25,4±0,7
Результат исследования 2					
– январь	35,8±0,5	47,4±0,3	49,2±0,3	59,0±0,4	33,6±0,2
– март	29,6±0,2	42,3±0,4	42,3±0,6	55,4±0,7	27,6±0,4
Результат исследования 3					
– март	34,0±0,4	46,7±0,6	47,6±0,3	57,5±0,7	31,7±0,6

В ходе исследования пяти образцов солей было выявлено, что содержание йода, написанное на упаковке, в основном соответствовало измеренному в трех образцах. В соли «Илецкая» содержание йода оказалось больше заявленного на упаковке, а в соли «Полесье» производитель не обозначил на упаковке, чему равно содержание йода в данной соли, поэтому сравнивать было не с чем. В ходе анализа удалось выяснить, что в нераспечатанных пачках содержание йода все же уменьшается, хотя и незначительно. Больше всех улетучивание йода произошло в соли «Полесье». В открытых пачках уменьшение содержания йода было гораздо больше, особенно в первые два месяца, но

ниже нормы оно опустилось только в соли «Солена». Данный эксперимент не закончен, он будет продолжаться до окончания срока годности солей.

Литература

Золотов Ю. А., Иванов В. М., Амелин В. Г. Химические тест-методы анализа. М.: Эдиториал-УРСС, 2002. 304 с.

Заборовская Н. Н., Конюков В. А. Социально-гигиенический мониторинг и профилактика йоддефицитных заболеваний. М., 2000. 124 с.

Материалы интернет-сайта ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кировской области». Режим доступа // sanepid/content/articles/index.php?article=338.

Утробина Д. Д., Береснева Е. В. Оценка уровня содержания йода в йодированной соли // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2015. С. 432–436.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ В-КАРОТИНА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

М. В. Вавилова, Е. Н. Резник

*Вятский государственный университет,
purova.m@mail.ru, reznick@yandex.ru*

Важной региональной экологической проблемой является обеспечение населения Кировской области полноценным питанием, в том числе витаминами. Человеку требуется около 30 разных витаминов, поддерживающих работоспособность и устойчивость к заболеваниям. Витамины – это группа органических соединений, обладающих высокой биологической активностью. Они поступают с пищей или синтезируются в живом организме. В отдельных случаях вместо витаминов организм может удовлетворяться получением органических веществ, генетически связанных с витаминами, но не синтезируемых самим организмом, однако в процессе обмена веществ способных превращаться в организме. Такие вещества получили название провитаминов. Важнейшими провитаминами являются каротиноиды, широко распространенные в растительном мире и являющиеся предшественниками витамина А (Березов, Коровкин, 2002).

Недостатком витамина А страдает примерно 17% жителей России, именно он защищает слизистые оболочки рта и носа от вирусов и бактерий, а еще помогает сохранить зрение. Витамин А образуется в организме из β -каротина под действием фермента β -каротин-15,15'-диоксигеназы. β -каротин – это сложный желтого цвета пигмент, который можно обнаружить в большинстве желтых, оранжевых или темно-зеленых овощах (Софронова, 2004). Доля потребляемых овощей человеком растет, но количество потребляемого с продуктами питания β -каротина уменьшается в результате кулинарной обработки.

Целью нашей работы было выявить влияние видов кулинарной обработки на содержание β -каротина в распространенных овощах и плодах.

Для исследования были отобраны образцы растительного материала, окрашенные в красно-оранжевый цвет: корнеплоды моркови красной, плоды перца красного, тыквы, томатов, рябины (выращены на дачном участке пгт. Даровской) и абрикосов (приобретены в магазине).

При проведении эксперимента были использованы следующие способы кулинарной обработки:

1. Варка растительных продуктов в воде ($t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$) до готовности. Из абрикосов и рябины был приготовлен компот: продукты заливали сиропом, доводили до кипения и настаивали в течении 60 мин. Морковь и тыкву варили в течении 60 мин, перец – 15 мин. Из абрикосов был приготовлен соус (абрикосы отваривали, протирали через сито и проваривали с добавлением масла).

2. Жарка в масле ($t=130\text{--}150^{\circ}\text{C}$). Морковь, перец, томаты, тыкву жарили в разогретом масле до готовности.

3. Тушение ($t=110\text{ }^{\circ}\text{C}$). Слегка обжаренные (морковь, перец, томат, тыкву) тушили до готовности.

4. Запекание ($t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$). Запекали в духовке до готовности.

5. Микроволновая обработка (700 Вт). Растительный материал варили в воде до полной готовности.

6. Воздействие температуры на продукты питания в мультиварке ($t=180\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение часа и мультиварке-скороварке под давлением в течении 15 мин.

Содержание β -каротина до и после обработки определяли при помощи спектрофотометра ПЭ-5300 В. Для этого была апробирована методика с применением спектрофотометрического анализа (Гамаюрова, Ржечицкая, 2006). Отбор проб к анализу проводится в соответствии с ГОСТ 7074-55 «Витамины А, С, D, В(1), В(2) и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов».

Потери β -каротина (в %) в продуктах питания при различных способах обработки приведены ниже (табл. 1, 2).

Таблица 1

Потери β -каротина (в %) в продуктах питания

Исследуемый образец	Потери β -каротина (в %)						
	варка	жарка	тушение	запекание	МВ обработка	мультиварка	мультиварка-скороварка
Морковь красная	18,2	29,9	29,3	46,1	20,6	21,8	12,3
Перец красный	22,6	44,3	33,1	59,4	35,4	23,0	18,1
Томаты свежие	47,4	53,2	36,4	53,2	29,2	48,7	35,2
Тыква	27,0	53,2	45,5	55,0	26,1	35,2	20,3

Таблица 2

Потери β -каротина при приготовлении компота и соуса

Исследуемый образец	Потери β -каротина (в %)	
	компот	соус
Абрикос	16,3	22,0
Рябина	23,5	26,2

Проведенные эксперименты показали, что содержание β-каротина после различных способов обработки зависят от времени воздействия температуры.

Наибольшие потери β-каротина наблюдаются при запекании, т.е. при воздействии температур свыше 170 °С. При варке (100 °С) потери β-каротина значительно сокращаются по сравнению с тушением и жаркой. Для абрикосов потери β-каротина в компоте меньше, чем в соусе. Это связано с увеличением времени обработки и частичной экстракцией β-каротина в масло. При микроволновой обработке (700 Вт) сохранность β-каротина получается выше, чем при жарке и запекании. При обработке продуктов в мультиварке-скороварке потери β-каротина наименьшие, чем при любом другом способе обработки. Поэтому чтобы сохранить больше витаминов в овощах, необходимо отдавать предпочтение герметично закрытой посуде. Так как под давлением время готовки значительно сокращается, то соответственно потери витаминов наименьшие.

Таким образом, можно сделать вывод о сохранности β-каротина: чем выше температура тепловой обработки, тем больше потери β-каротина. Можно предположить, что наряду с разрушением β-каротина под воздействием высоких температур происходит экстракция β-каротина в жир, т.е. β-каротин разрушается не весь и остается биодоступным в виде экстракта. Поскольку исходное содержание β-каротина в исследуемых свежих растительных образцах различно, то и А-витаминная ценность данных продуктов будет разной. Среди исследованных образцов свежих растительных продуктов наибольшей А-витаминной ценностью обладают: морковь, рябина, абрикосы. В тыквах, томатах, перце количество β-каротина значительно ниже.

Литература

- Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 2002. 704 с.
Гамаюрова В. С., Ржечицкая Л. Э. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2006. 65 с.
Кузнецов В. И., Каррер П. Основополагающие работы в области химии каротиноидов и витаминов // Химия в школе. 2001. № 3. С. 89–91.
Софронова Л. А. Кармины, каротины, каротиноиды // Пищевые добавки. 2004. № 3. С. 22–28.
ГОСТ 7047-89. Витамины А, С, D, В1, В2 и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. М.: Изд-во стандартов, 1989. 4 с.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ СКВАЖИНЫ

М. С. Зайцева, Е. В. Береснева
Вятский государственный университет,
mariyazaitseva@mail.ru, evberesneva@mail.ru

Роль воды в жизни человека трудно переоценить. Вода активно участвует в химических реакциях, проходящих в организме, доставляет питательные вещества в каждую клетку, выводит токсины, шлаки и излишки солей, содей-

ствуется понижению кровяного давления. Она служит основой для хорошего функционирования всех живых организмов (Ефремов, 2010).

Около 80% всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Употребление недоброкачественной воды является одной из основных причин ухудшения состояния здоровья населения (Ахманов, 2002).

В 2014 г. по результатам государственного санитарно-эпидемиологического надзора за организациями, осуществляющими холодное водоснабжение, были получены превышения гигиенических нормативов уровней содержания загрязняющих веществ в питьевой воде в д. Кардаковы Котельничского района Кировской области, о чем главу Биртяевского сельского поселения уведомил территориальный отдел Управления Роспотребнадзора по Кировской области. Были высказаны замечания по качеству питьевой воды и от жителей деревень Кардаковы и Липичи, которые пользуются водой из этой скважины.

В связи с этим, *объектом* нашего исследования явилась питьевая подземная вода в д. Кардаковы Котельничского района Кировской области.

Цель работы – проанализировать качество и безопасность питьевой подземной воды в д. Кардаковы Котельничского района Кировской области.

Для выполнения цели были определены следующие *задачи*: изучить литературу и Интернет-ресурсы по теме исследования; отобрать методики оценки качества и безопасности питьевой подземной воды; провести эксперимент по определению основных органолептических и физико-химических показателей качества и безопасности питьевой воды из скважины, проанализировать полученные данные.

Качество и безопасность употребляемой нами воды можно оценить, проведя органолептический, химический и физико-химический анализы воды, которые позволяют определить различные её показатели.

Органолептические показатели, такие как прозрачность, цвет, запах, вкус, пенность определяли с помощью органов чувств по ГОСТ 3351-74.

Анализируя химический состав и физико-химические свойства воды, определяли рН воды, количество взвешенных частиц, общую жёсткость воды по ГОСТ 4151-72, количество сульфат-ионов по ГОСТ 4389-72, ионов аммония – по ГОСТ 4192-89, активного хлора – по ГОСТ 18190-72, сухого остатка – по ГОСТ 18164-72, нитрит ионов – по ГОСТ 23268.8-78, общее железо – по ГОСТ 4011-72.

Жёсткость воды и количество сульфат-ионов определяли комплексонометрическим методом, содержание ионов аммония, нитрит-ионов и общего железа было определено фотометрическим методом, для определения активного хлора использовался йодометрический метод. Сухой остаток определялся путём выпаривания профильтрованной анализируемой воды на водяной бане, после чего чашку с сухим остатком помещали в термостат и сушили до постоянной массы.

Количественное содержание взвешенных веществ в воде определяли фильтрованием определенного объема воды с последующим высушиванием осадка на фильтре до постоянной массы.

Водородный показатель (рН) характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде и выражает степень кислотности или щёлочности воды. Определение рН выполняется колориметрическим или электрометрическим методом. Вода с низкой реакцией рН отличается коррозионностью, вода же с высокой реакцией рН проявляет склонность к вспениванию (Барабанов, 2011).

Все исследования проводились в трёх повторностях осенью (Зайцева, Береснева, 2015) и в трех повторностях весной. Полученные значения сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), которые были взяты из СанПиН 2.1.4.559-96 (СанПин, 2002).

В ходе эксперимента были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты эксперимента по определению качества
питьевой воды из скважины**

Показатели	Вода	ПДК
Запах, балл	0	2
Цвет, балл	0	0
Прозрачность, балл	0	2
Пенистость	Пены нет	Пены нет
Вкус, балл	0	2
Жёсткость, мг/дм ³	6,75±0,52	7,0
Ионы аммония, мг/дм ³	Менее 0,05	0,5
Сульфат-ионы, мг/дм ³	314,50±3,85	500
рН	6,8	6–9
Содержание взвешенных частиц, мг/дм ³	32,3	5–15
Активный хлор, мг/дм ³	Менее 0,3	0,3–0,5
Сухой остаток	553,2±0,76	1000–1500
Нитрит ионы, мг/дм ³	3,15±0,03	3,3
Общее железо, мг/дм ³	Менее 0,1	0,3–0,5

Наличие в питьевой подземной воде некоторых токсичных металлов и их концентрации были определены методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием воздушно-ацетиленового пламени и пламени ацетилен-оксид азота. Были получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты эксперимента по определению безопасности
питьевой воды из скважины**

Определяемый металл	Диапазон полученных концентраций, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³
Cu	0,0056±0,0011	1,0
Zn	0,043±0,0110	5,0
Fe	Менее 0,1	0,3–1,0
Pb	0,0075±0,0020	0,03
Cd	Менее 0,0005	0,001

Результаты, проведенные в разное время года, практически не отличаются, что можно объяснить большой глубиной скважины (97 м), кроме содержания взвешенных частиц (оно осенью было больше).

Из полученных экспериментальных данных следует, что на момент проведения исследования подземная питьевая вода в д. Кардаковы Котельничского района по органолептическим показателям (цвет, запах, прозрачность, вкус и пенистость) соответствует нормам СанПиНа. Также нормам соответствуют значения и следующих показателей: рН, содержание активного хлора, сульфат-ионов, ионов аммония, сухого остатка, нитрит-ионов, общего железа и жёсткость воды. Превышает предельно допустимые значения только количество взвешенных частиц.

Исследуемые показатели безопасности воды (наличие тяжелых металлов) также вписываются в предельно допустимые значения, что говорит о том, что подземная вода в д. Кардаковы Котельничского района Кировской области является безопасной для питья.

Литература

Ахманов М. И. Книга о проблеме качества питьевой воды. СПб.: Невский проспект, 2002. 192 с.

Барабанов В. И. Жизнь – движение воды в организме. М., 2011. 64 с.

Ефремов О. П. Вся правда о воде. М.: Изд-во Вектор, 2010. 128 с.

Зайцева М. С., Береснева Е. В. Анализ качества подземной питьевой воды // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем: Матер. XIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров, 2015. С. 327–330.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1116-02. М., 2002. Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/41/41662/index.htm.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

К. А. Иванкова, Е. С. Соловьёва

Вятский государственный университет, ivankova-94@mail.ru

Вода – это жизненно необходимое вещество на Земле, без которого не может существовать ни один живой организм. Каждый человек ежедневно пользуется водой из водопроводного крана. Но в современной жизни все чаще мы используем бутилированную воду, за которую платим деньги. Сегодня остро стоит проблема состояния питьевой воды, её качества, влияние на здоровье человека.

Цель работы: проанализировать качество водопроводной и бутилированной воды г. Кирова.

Для исследования в ноябре 2014 и 2015 гг. были отобраны пробы водопроводной воды в следующих районах города: Киров центр, мкр. Лянгасово, мкр. Чижи, мкр. Нововятск. А также образцы бутилированной воды под марками: «Ключ Здоровья», «Русскосельская» и «Фруто Няня».

Для определения качества питьевой воды использовались методы органолептического анализа (запах, привкус), гравиметрии (сухой остаток) и титриметрические методы анализа (Стойкова и др., 2010). Результаты эксперимента по водопроводной воде представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели качества водопроводной воды в 2014 и 2015 гг.

Характеристики	Лянгасово		Киров		Чижи		Нововятск		По ГОСТу
	2014 г.	2015 г.							
1. Запах (баллы)	1	0	2	1	2	1	0	0	Не более 2 баллов
2. Привкус (баллы)	0	0	0	0	2	1	0	0	Не более 2 баллов
3. Грубодисперсные примеси (мг/л)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	Не более 0,25(мг/л)
4. Общая кислотность (г-экв/л)	0,002	0,004	0,002	0,001	0,020	0,009	0,014	0,022	Не более 10^{-4} (г-экв/л)
5. Свободная кислотность (г-экв/л)	0,003	0,001	0,004	0,003	0,005	0,006	0,004	0,006	Не более 10^{-4} (г-экв/л)
6. Карбонат-анионы (мг/л)	45	41	51	47	39	40	60	58	Не нормируется
7. Гидрокарбонат-анионы (мг/л)	30,5	32	33,6	35	21,4	19,7	45,8	40,2	Не нормируется
8. Сульфаты (мг/л)	105	109	273	287	209	193	84	89	Не более 500(мг/л)
9. Хлориды (мг/л)	20	18	135	166	98	103	55	37	Не более 350(мг/л)
10. Сухой остаток (мг/л)	164	170	371	284	497	425	105	99	Не более 1000(мг/л)
11. Жесткость (мг-экв/л)	1,95	1,89	4,17	4,31	4,59	4,26	2,13	2,07	Не более 7 (мг-экв/л)
12. Кальций (мг/л)	31,26	28,8	70,54	51,39	72,75	77,34	21,79	27,55	Не нормируется
13. Магний (мг/л)	4,74	12,63	7,91	10,22	11,67	17,92	4,62	5,01	Не более 50(мг/л)
14. Железо (III) (мг/л)	0,15	0,17	0,18	0,17	0,20	0,18	0,07	0,04	Не более 0,3(мг/л)

Отмечено увеличение значений общей и свободной кислотности во всех пробах водопроводной воды, что может быть связано как с природной особенностью вод, так и с методом её очистки на водозаборе.

В водопроводной воде из центра г. Кирова содержится наибольшее количество хлора. Это можно объяснить методом обеззараживания питьевой

воды при помощи хлора. Максимальные показатели по содержанию сульфатов отмечены также в воде из центра г. Кирова.

Наибольшее содержание сухого остатка, кальция и магния отмечено в пробах воды микрорайона Чижи.

Сравнив результаты водопроводной воды за ноябрь 2014 и 2015 гг., видно, что особых изменений в качестве воды по изученным показателям не наблюдается. Пробы питьевой воды по исследованным показателям, за исключением кислотности, соответствуют требованиям нормы.

Также был проведен анализ химических показателей качества бутилированной воды под марками: «Ключ Здоровья», «Русскосельская» и «Фруто Няня». Результаты эксперимента по бутилированной воде представлены в таблице 2. Несмотря на то, что ни в одном образце не было отмечено превышение нормы по исследованным показателям, результаты эксперимента значительно отличаются друг от друга. Сухой остаток в образце воды «Русскосельская» более чем в 10 раз превышает этот показатель для воды «Фруто Няня». По сравнению с другими образцами в воде «Русскосельской» отмечено высокое содержание магния, сульфатов и хлоридов (табл. 2).

Таблица 2

Показатели качества бутилированной воды

Характеристики	Вода «Ключ Здоровья»	Вода «Русскосельская»	Вода для детей «Фруто Няня»	По ГОСТу
1. Жесткость (мг-экв/л)	2,7	4,0	3,22	Не более 7 (мг-экв/л)
2. Сухой остаток (мг/л)	267	482	34	Не более 1000(мг/л)
3. Кальций (мг/л)	31	35	50	Не более 130(мг/л)
4. Магний (мг/л)	18	42	13,7	Не более 65(мг/л)
6. Калий (мг/л)	6	7	12	Не более 20(мг/л)
7. Сульфаты (мг/л)	53	84	54	Не более 250(мг/л)
8. Хлориды (мг/л)	15	125	71	Не более 250(мг/л)

Особое внимание хочется уделить качеству детской воды «Фруто Няня», в которой содержится значительно количество кальция и калия. Это связано с тем, что ребенку необходимо в сутки получать достаточное количество кальция, магния и калия.

Сравнивая показатели качества водопроводной и бутилированной воды можно отметить, что жесткость водопроводной воды по среднему значению равноценна жесткости бутилированной воды. По содержанию кальция и магния водопроводная вода ни хуже бутилированной воды. Содержание сульфатов и хлоридов в водопроводной воде по значениям несколько выше, чем в бутилированной воде.

Хотелось бы пожелать всем жителям г. Кирова для подготовки воды к употреблению использовать специальные фильтры, которые предназначены для удаления из различных примесей.

Литература

Стойкова Е. Е., Медянцева Э. П., Евтюги Г. А. Гидрохимический анализ. Казань, 2010. 48 с.

Третьяков Ю. Д., Олейников Н. Н., Кеслер Я. А. и др. Справочные материалы: Кн. для учащихся / Под ред. Ю. Д. Третьякова. 3-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1993. 287 с.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ВЫТЯЖЕК ИЗ ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА

М. А. Трапезникова, А. С. Ярмоленко, Е. В. Коваль
Вятский государственный университет,
marijatrapeznikowa@yandex.ru

Все чаще в производстве полотен для детской одежды используют искусственные и синтетические волокна, которые получают в процессе полимеризации с использованием катализаторов, содержащих тяжелые металлы. В то же время для улучшения потребительских свойств натуральные волокна обрабатываются специальными составами, в которые входят такие компоненты как формальдегид, фенол, фталаты и полифторированные соединения и их производные (Шеромова, 2006). Данные соединения могут мигрировать на кожный покров ребенка и вызывать негативное влияние на детский организм (ТР ТС 017/2011). Таким образом, контроль экобезопасности полотен актуален для сохранения детского здоровья.

Для оценки экотоксичности применяют различные методы биотестирования, основанные на ответных биохимических реакциях на стресс. Одной из реакций растительных объектов на негативные факторы окружающей среды является активация перекисного окисления липидов (ПОЛ) (Лукашкин, 2002). Активация ПОЛ представляет собой один из первых неспецифических звеньев в общей стресс-реакции организма и может инициировать включение других механизмов защиты (Верхотуров, 2008). Накопление продуктов ПОЛ приводит к окислению в белках некоторых аминокислот, в результате чего разрушается их структура. Активные формы кислорода легко нарушают структуру ДНК и инициируют дальнейшее распространение ПОЛ (Красильников и др., 2004).

Цель работы: исследование влияния полотен для детской одежды на активность ПОЛ в корнях проростков ячменя сорта «Новичок».

Для исследования выбраны 6 полотен трех производителей-импортеров: Турции, Узбекистана и Китая. Данные полотна используются для изготовления детской одежды на фабрике «ЭЙС» (г. Киров). Состав полотен определен по ярлычку. Образцы № 1 и № 6 (Узбекистан), № 4 (Турция) содержат в своем составе 100% хлопка; образец № 2 (Турция): 93% хлопка + 7% эластана;

образец № 3 (Китай): 50% вискозы + 44% полиэфира +6% эластана; образец № 5 (Турция): 100% вискозы.

Водные вытяжки для исследования готовили следующим образом: 25 г полотна измельчали, заливали 250 мл дистиллированной воды и экстрагировали в течение 14 сут. Семена ячменя проращивали в чашках Петри на водных вытяжках исследуемых полотен в течение 7 сут. Активность ПОЛ оценивали по накоплению в корнях проростков ячменя малонового диальдегида (МДА), который образует окрашенный комплекс с тиобарбитуровой кислотой. По скорости образования МДА судят об активизации ПОЛ (Лукаткин, 2002). Контроль – дистиллированная вода.

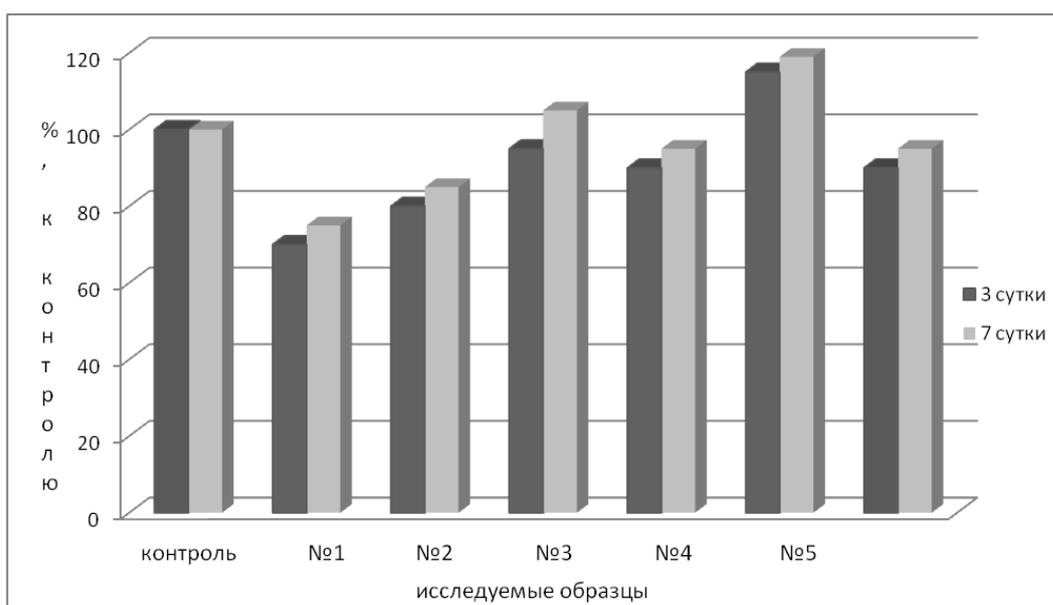


Рис. Активность ПОЛ в корнях проростков ячменя после инкубации растений на вытяжках из полотен

В ходе эксперимента установлено, что 3-х суточная инкубация ячменя на водных вытяжках из образцов № 1, 2, 3, 4, 6 приводит к снижению ПОЛ в корнях растений. Контакт с вытяжкой из образца № 5 приводит к незначительному росту ПОЛ (рис.). После 7 сут. воздействия водных вытяжек из образцов № 1, 2, 4, 6 на корни проростков ячменя, активность ПОЛ не превышает контрольного значения, а из образцов № 3, 5 – повышают активность ПОЛ. В большей степени снижение активности ПОЛ в корнях ячменя отмечено под воздействием вытяжек из полотен № 1 и № 2. Недельная инкубация семян на вытяжках № 3 и 5 приводит к активации процессов ПОЛ в корнях проростков в среднем на 10% от уровня контроля.

Таким образом, в результате проведения исследования установлено фитотоксичное действие вытяжек из образцов №3 (50% вискозы + 44% полиэфира + 6% эластана) и № 5 (100% вискозы), которое проявляется в активации процессов ПОЛ в корнях проростков ячменя. Кроме того, более длительная инкубация растений на вытяжках полотен приводит к активному накоплению МДА, что свидетельствует о протекании в корнях ячменя окислитель-

ного стресса. Установлено, что вытяжки из полотен для детской одежды № 1, 2, 4, 6 не оказывают токсического воздействия на корни проростков ячменя. Сделано предположение, что вискоза и полиэфир (в образцах № 3 и 5), вероятно, выступают как стресс-фактор для растительных тканей. Пригодность полотен для детской одежды, содержащих полиэфир и вискозу нуждается в дальнейших исследованиях.

Литература

Верхотуров В. В. Физиолого-биохимические процессы в зерновых ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 40 с.

Красильников Л. А., Жмурко В. В., Садовниченко Ю. А. Биохимия растений / Под ред. Л. А. Красильниковой. Ростов н/Дону: Феникс, 2004. 224 с.

Лукашкин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 208 с.

ТР ТС 017/2011. О безопасности продукции легкой промышленности.

Шеромова И. А. Текстильные материалы: получение, строение, свойства: учебное пособие. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. 220 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В СЕМЕНАХ ЯЧМЕНЯ

Н. В. Шумайлова, Д. В. Будина, Е. В. Коваль
Вятский государственный университет,
undina2-10@yandex.ru

В России ежегодно образуется около 130 млн. м³ твердых бытовых отходов (ТБО). Из 27 млн. тонн ТБО промышленной переработке подвергается порядка 3%, остальное вывозится на свалки и полигоны-захоронения. Значительное количество ТБО попадает на несанкционированные свалки, количество которых постоянно растет. Различные вещества, входящие в состав ТБО могут мигрировать в другие среды (Зайцев, 2000). Поэтому ТБО представляют собой источник загрязнения окружающей среды, способствуя распространению опасных веществ. Основная масса ТБО состоит из различной полимерной упаковки, которым посвящена данная работа.

В результате действия стрессовых факторов разной природы в тканях растений развивается окислительный стресс (Полесская, 2007). Процессы ПОЛ – совокупность цепных химических реакций свободнорадикального окисления, которое нарушает структуру многих молекул. В белках окисляются некоторые аминокислоты, в результате чего разрушается их структура, и образуются липидные радикалы, пероксиды, гидропероксиды, алкоксиды и альдегиды (Красильников и др., 2004). Активация процессов ПОЛ представляет собой один из первых неспецифических звеньев в общей стресс-реакции организма и может инициировать включение других механизмов защиты

(Верхотуров, 2008). Таким образом, активность ПОЛ является важным показателем при оценке и анализе качества среды.

Цель работы – изучить влияние полимерной упаковки различной химической природы на изменение активности ПОЛ в семенах ячменя.

Объектами исследования были семена ячменя сорта Новичок. Предмет исследования – фитотоксическое действие полимеров (из полимерных упаковок) на семена ячменя.

Изучали действие следующих полимеров: образец № 1 – полиэтилен-терефталат; образец № 2 – полипропилен; образец № 3 – пятислойный комбинированный картон; образец № 4 – полиэтилен; образец № 5 – целлюлоза на активность ПОЛ в семенах ячменя. Для приготовления вытяжек образцы измельченных полимерных упаковок заливали природной подземной водой питьевого качества (соотношение образца и воды 1:4), колбы закрывали пищевой пленкой для исключения испарения и выдерживали в темном месте. Полученную вытяжку фильтровали через бумажный фильтр, фильтрат использовали для опыта (Методы ..., 1987).

Семена ячменя проращивали в чашках Петри в течение четырех суток на фильтрах вытяжек полимеров. Контроль – дистиллированная вода. На вторые и четвертые сутки инкубации проводили измерение активности ПОЛ в семенах ячменя. Интенсивность процессов ПОЛ анализировали по цветной реакции тиобарбитуровой кислоты с малоновым диальдегидом (МДА), который образуется в процессе ПОЛ ($\lambda = 532$ нм) (Лукаткин, 2002).

Установлено, что активность ПОЛ сильно изменялась в течение изучаемого времени. На 2 сутки интенсивность процессов ПОЛ возрастала в вариантах № 2, № 3 и № 5 (рис.), что проявилось в достоверном увеличении содержания МДА в семенах. Однако при воздействии образцов вытяжек № 1 и № 4 также отмечалась интенсификация процессов ПОЛ, но в меньших количествах (2–5% от уровня контроля), что говорит о наименьшем фитотоксическом действии данных полимеров на семена ячменя. Наиболее сильное изменение уровня активности ПОЛ отмечали при воздействии образца № 2, количество МДА превышало контрольный уровень на 20%.

На 4 сутки инкубации на полимерных вытяжках отмечали ингибирование активности процессов ПОЛ, что проявилось в снижении содержания МДА (рис.). При воздействии всех вариантов полимерных вытяжек на 4 сутки отмечали значения содержания МДА, близкие к контролю (1–2,5% выше контроля). Достоверный рост содержания МДА был отмечен при воздействии вытяжки образца № 4, однако это значение не превысило контрольный более, чем на 4%. Известно, что продукты ПОЛ, образовавшиеся в ответ на действие стрессового фактора, являются в свою очередь первичными медиаторами активации антиоксидантной системы (Верхотуров, 2008). Это, прежде всего, антиоксидантные ферменты – супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза, а также жирорастворимые антиоксиданты – токоферол, убихинон, ретинол, каротиноиды (Полесская, 2007; Дмитриев, 2003). Вероятно, именно включение протекторной системы растений, накопление веществ-антиоксидантов и спо-

способствовало снижению продуктов ПОЛ. Тем не менее, наименьшее снижение активности ПОЛ на 4-е сутки, по сравнению со вторыми, отмечали в вариантах № 1 и № 4. Данная особенность говорит о том, что полиэтилентерефталат и полиэтилен оказывают на семена ячменя наиболее сильное, устойчивое действие.

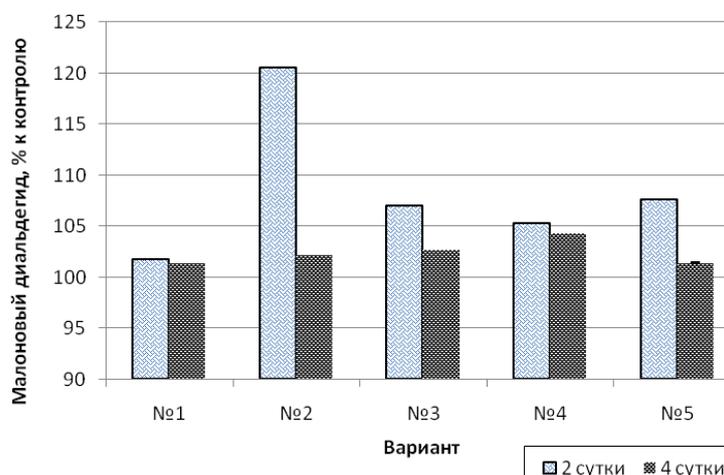


Рис. Содержание малонового диальдегида в семенах ячменя на 2 и 4 сутки инкубации на фильтраатах вытяжек полимеров
Примечание: * – различия достоверны при $p \leq 0,05$.

Таким образом, водные вытяжки полимеров оказывают фитотоксическое действие на семена ячменя, что проявляется в активации процессов ПОЛ. Более длительная инкубация на полимерных вытяжках (4 сутки) приводила к снижению содержания МДА в опытных семенах. Наибольшее фитотоксическое действие на семена ячменя на вторые сутки оказывал образец № 2 (полипропилен), но наиболее устойчивое действие токсикантов проявилось при действии варианта № 4 (полиэтилентерефталата и полиэтилена), где отмечался рост активности ПОЛ как на вторые, так и на четвертые сутки.

Литература

- Верхотуров В. В. Физиолого-биохимические процессы в зерновых ячменя и пшеницы при их хранении, прорастании и переработке: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: 2008. 40 с.
- Зайцев М. А. Экологическая оценка систем переработки твердых бытовых отходов // ЭКО-бюллетень ИнЭКА. 2000. № 1 (48).
- Дмитриев А. П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиология растений. 2003. Т. 50. С. 465–474.
- Красильников Л. А., Жмурко В. В., Садовниченко Ю. А. Биохимия растений. Ростов-на-Дону: Феникс. 2004. 24 с.
- Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордовск. ун-та. 2002. 208 с.
- Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
- Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода: учебное пособие. М.: КДУ, 2007. 140 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАНКОВ ГЕОДАНЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е. А. Клековкина

Вятский государственный университет, jelena_klekovkina@mail.ru

В настоящее время существует большое разнообразие пространственных данных, как в открытом доступе, так и предоставляемых на коммерческой основе. Поэтому возникает необходимость создания систем хранения геоданных, что реализуется в виде разработки соответствующих банков, обеспечивающих высокий уровень интеграции информации, её статистическую обработку и пространственный анализ. Это, в конечном счете, ведет к облегчению работы с большими массивами данных.

Современный банк геоданных, как правило, представляет собой информационную систему, предназначенную для сбора, хранения, анализа, редактирования и коллективного использования данных о земных объектах и процессах, доступ к которым обеспечивается с помощью компьютерных сетей. Существующие хранилища пространственных данных обладают особенностями организации и хранения информации в соответствии с территориальным охватом и отраслевой спецификой.

Рассмотрим некоторые банки геоданных открытого доступа:

– Информационная система Пангея (Pangaea, <http://www.pangaea.de>) – это открытая библиотека данных в сети Интернет, созданная с целью архивирования, публикации и распределения геокодированных данных с акцентом на экологические, морские и геологические исследования.

– Банк Геологической службы США (United States Geological Survey, USGS, <http://www.usgs.gov>) – предоставляет информацию об экосистемах и окружающей среде, стихийных бедствиях, природных ресурсах США, изменении климата, а также содержит большой массив данных дистанционного зондирования Земли со спутников Landsat, MODIS, ASTER и ряда других (<http://glovis.usgs.gov>).

– Библиотека климатических данных (Climate Data Library, <http://www.climatedatalibrary.cl>) – хранилище информации о климатических изменениях в широком временном интервале, содержит таблицы, карты и другие данные, предоставляет пользователю инструменты для просмотра и анализа информации через стандартный Web-браузер.

– Банк Национальных центров информации об окружающей среде (National Centers for Environmental Information, NOAA, <http://www.ngdc.noaa.gov>) – осуществляет доступ к комплексным океанографическим, атмосферным, геофизическим данным преимущественно для территорий Северной и Южной Америки. Здесь представлен широкий спектр информации – от глубин океана до земной поверхности, от осадочных пород давности в миллион лет до современных спутниковых изображений. Включает спектр моделей геомагнитных и электрических полей Земли (они доступны по адресу <http://geomag.org>), где

представлена пространственная информация о распределении аномалий магнитного поля, что, в конечном счете, позволяет судить о магнитных свойствах горных пород и в отдельных случаях об истории их формирования. Функционируют интерактивные карты пожаров и других стихийных бедствий, рельефа подводной части водных бассейнов и т.д.

– Глобальная база данных теплового потока (Global Heat Flow Database, <http://www.heatflow.und.edu>) – содержит результаты анализа температурного градиента с более чем 35 000 наземных и 20 000 морских пунктов сбора информации, что позволяет оценить характер распределения теплового потока в приповерхностной части литосферы. Полученные данные могут использоваться как при моделировании геодинамических процессов, так и в смежных областях, таких как сельское хозяйство, лесоводство и т.д.

– Международный банк геологических данных проекта OneGeology (<http://www.onegeology.org>) – включает огромное количество картографической и другой геологической информации для различных стран, в том числе условные обозначения, объяснительные записки, схемы тектонического районирования, геологических разрезов, административного деления, гравиметрические карты и многое другое (рис.).

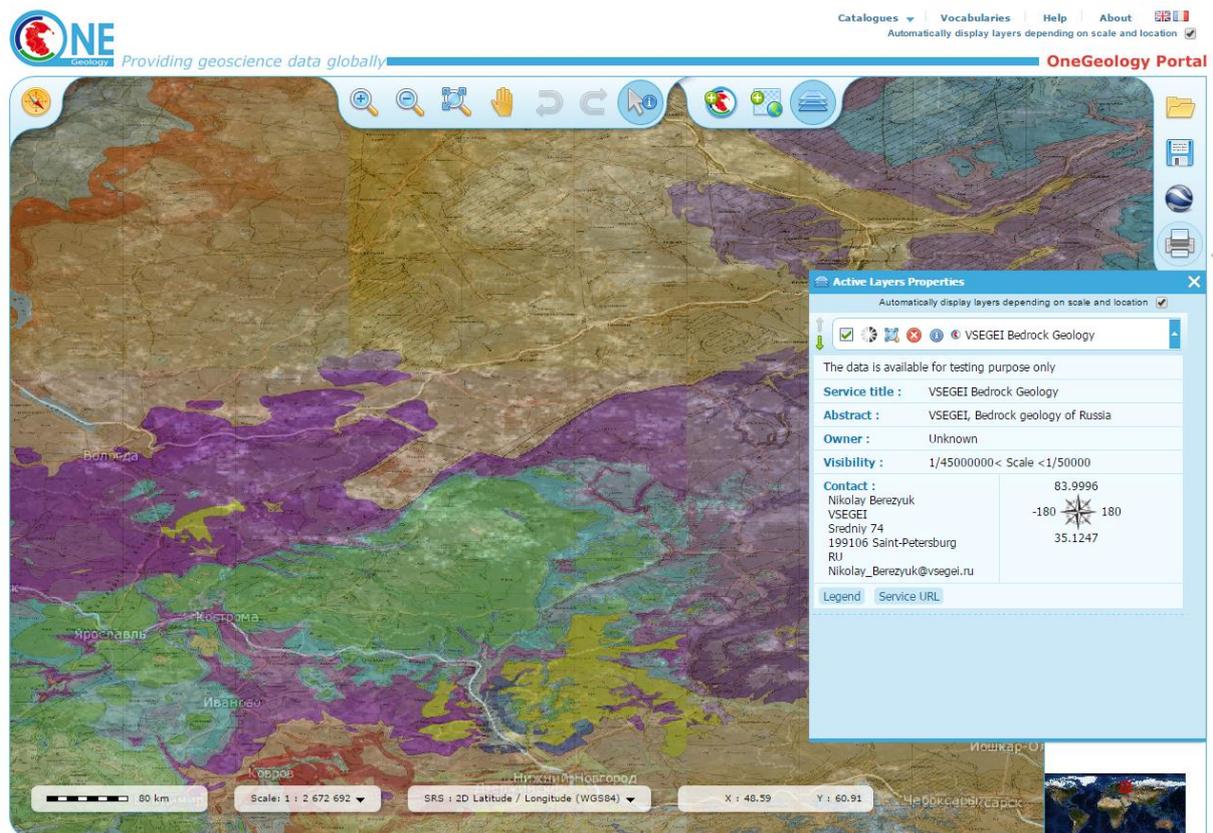


Рис. Распределение коренных пород для ряда областей и республик России (Архангельская обл., Вологодская обл., Кировская обл., Пермская обл., Республика Коми), проект OneGeology, <http://www.onegeology.org>

– Историческая база данных о землетрясениях (Historical Earthquake Database, http://tsun.sccc.ru/nh/eq_descr.html) – российский проект Института

Вычислительной Математики и Математической Геофизики Сибирского Отделения Российской Академии Наук (ИВМиМГ СО РАН). Хранилище содержит более 250 000 записей по землетрясениям со времен до нашей эры и до современности. Также под эгидой ИВМиМГ СО РАН функционируют базы данных: о вулканизме (<http://tsun.sccc.ru/nh/volcano.php>) – содержит названия и координаты вулканов, тип вулканической активности и др.; о цунами (<http://tsun.sccc.ru/tsunami-database/index.php>) – включает время, координаты, магнитуду, интенсивность, причины появления и т.д.; об импактных структурах (ударных кратерах, <http://tsun.sccc.ru/nh/impact.php>) – отображает название, страну, возраст, диаметр и другую информацию. Среди прочего здесь можно найти ряд данных об ураганах (<http://tsun.sccc.ru/nh/hurricane.html>).

Также существуют банки результатов скважинных исследований, в том числе глубоководного морского бурения, электронные хранилища данных по толщине осадочного слоя океанов и внутренних морей, возрасту океанической коры, глубинному сейсмическому зондированию, кинематике движения материков, геоэкологическим исследованиям и множество других.

Использование банков геоданных крайне актуально при проведении современных исследований динамики трансформации экологических систем и изучении природных процессов и явлений.

Литература

Материалы Национальных центров информации об окружающей среде (National Centers for Environmental Information), <http://www.ngdc.noaa.gov>.

Материалы Библиотеки климатических данных (Climate Data Library), <http://www.climatedatalibrary.cl>.

Материалы Геологической службы США (United States Geological Survey), <http://www.usgs.gov>, <http://glovis.usgs.gov>.

Материалы Глобальной базы данных теплового потока (Global Heat Flow Database), <http://www.heatflow.und.edu>.

Материалы Института Вычислительной Математики и Математической Геофизики Сибирского Отделения Российской Академии Наук, <http://tsun.sccc.ru>.

Материалы Информационной системы Pangaea, <http://www.pangaea.de>.

Материалы Компании «Совзонд», <http://sovzond.ru/services/gis/databases>.

Материалы проекта OneGeology, <http://www.onegeology.org>.

Материалы Новосибирского государственного университета, <http://ggd.nsu.ru/iso/ecogis/Resources/content.htm>.

Материалы GIS-Lab, <http://gis-lab.info/qa/geology-geophysics-open-data-sources.html>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

С. Г. Скугорева

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
Вятский государственный университет*

Один из важнейших механизмов токсического действия тяжелых металлов (ТМ) на биоту определяется их способностью блокировать сульфгидрильные группы ферментов. В результате реакции ионов металлов с SH-группами образуются слабодиссоциирующие и нерастворимые соединения – меркаптиды (Скугорева и др., 2016).

Согласно теории мягких и жёстких кислот-оснований Г. Н. Льюиса все ионы ТМ являются кислотами. Ионы наиболее токсичных ТМ (Ag^+ , Cd^{2+} , CH_3Hg^+ , Hg^{2+} , Pb^{2+}) относятся к группе мягких кислот, по принципу Пирсона они имеют наибольшее сродство к мягким основаниям (S) (Пирсон, 1971).

Ионы ТМ обладают высоким сродством и к сульфид-ионам, с которыми образуют нерастворимые сульфиды: $\text{Me}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{MeS}\downarrow$. Произведение растворимости сульфидов ТМ очень мало: от 10^{-11} у сульфида марганца (II) до 10^{-124} у сульфида кобальта (III).

Интересными с химической точки зрения являются неорганические серосодержащие соединения – полисульфиды. Они содержат две формы серы: сульфид-ион и молекулярную серу. В сельском хозяйстве 1–5%-ный водный раствор полисульфида кальция CaS_n применяется в борьбе с грибными болезнями плодовых деревьев.

Действие полисульфида кальция основано на бактерицидных свойствах серы, которая появляется при разрушении полисульфида кальция в момент разбавления его перед применением. Сера в состоянии убивать патогены (грибки) через прямой контакт или своими испарениями. Водный раствор CaS_n относится к 3 классу опасности, а активные вещества в его составе – ко 2 классу опасности (ГОСТ..., 2007).

Водные растворы полисульфида кальция используют для демеркуризации помещений. Так, в состав препарата для демеркуризации «Э-2000+» в качестве серосодержащего вещества входит полисульфид кальция (5–9 вес. %), в качестве ПАВ – оксиэтилированный спирт (10–15 вес. %), а в качестве комплексообразователя и стабилизатора – диэтилентриаминопентауксусная кислота (0,2–0,5 вес. %), остальное приходится на воду (Патент RU 2175664).

Однако непосредственное внесение полисульфида кальция в почву может оказаться токсичным для микроорганизмов и растений. Наиболее безопасным способом является модификация сульфидами природных сорбентов, таких как цеолит.

Цеолит – природный минерал пористой природы. Поры, заполненные катионами щелочноземельных и щелочных металлов, делают его химически

высокоактивным адсорбентом, который может поглощать избыточные количества тяжёлых металлов из почвы. Применение природного цеолита для детоксикации почвы является необходимым, если нужно предотвратить вымывание из почвы токсичных веществ, что обуславливает его высочайшую технологическую ценность для сельского хозяйства и решения экологических задач. Кроме того, природный цеолит – прекрасный аэратор почвы. Он способен удерживать влагу до 40–70% своей массы.

В последнее время появился ряд публикаций, где в качестве сорбентов для очистки растворов от ионов токсичных и благородных металлов использованы природные цеолиты с привитыми функциональными группами.

Существуют различные методы модификации цеолитов: физические и химические (Fazal et al., 2013). Более перспективным способом является химическое модифицирование сорбентов, которое условно делят на «мягкое» и «жёсткое». Для первого характерно модифицирование поверхности, а во втором случае происходит изменение природы поверхности и пористости.

К процессам «мягкого» модифицирования относят модифицирование неорганическими и органическими катионами, азот- и фосфорсодержащими соединениями. Имеются многочисленные данные по использованию органических веществ в процессе модифицирования сорбентов. Обработка цеолитов аминами (цистеамин, пропиламин) позволяет успешно извлекать из растворов ионы свинца и кадмия (Wingenfelder et al., 2005).

К перспективным модификаторам поверхности сорбента относятся хитозан и его производные, обладающие рядом ценных свойств – способностью к пленкообразованию, к ионному обмену и комплексообразованию. Хитин и производные хитозана обладают высоким адсорбционным потенциалом из-за большого содержания функциональных гидроксильных и аминогрупп $(C_6H_{11}O_4N)_n$. Хитозан характеризуется высокой селективностью к ионам ТМ (Liu et al., 2005). В работе (Meenakshi et al., 2010) хитозан используется для покрытия природного цеолита. Цеолит, модифицированный хитозаном, способен сорбировать не только катионы, но и нитрат-ионы.

Однако работ, в которых описано применение серосодержащих полимерных сорбентов, не так много. В литературе имеются данные об адсорбционной способности полиэтиленмоносульфида по отношению к ионам серебра (Рафиков и др., 1980) и о получении сорбента с использованием лигнина и полимерных сульфидов, образующихся из 1,2,3-трихлорпропана (Малькина и др., 1996). Однако большинство широко применяемых сероорганических полимеров не могут использоваться в качестве адсорбента из-за особенностей их строения и каучукоподобного состояния тиоколов.

Предложен метод получения серосодержащих гранулированных сорбентов с использованием отходов производства эпихлоргидрина (Грабельных и др., 2012). Взаимодействие отходов с полисульфидом натрия осуществляется в присутствии частиц нефтекокса, служащих центрами поликонденсации. Полученные сорбенты способны извлекать из водных растворов металлы и об-

ладают следующей сорбционной емкостью: Zn до 74, Cd до 31, Hg до 152, Cu до 25 мг/г.

Разрабатываются методы модификации природных цеолитов с использованием реакции осаждения нерастворимых комплексов на поверхности и в полостях сорбента. В качестве сорбента для извлечения из растворов ионов свинца, кадмия, меди, серебра и палладия в работе (Мовчан и др., 2012) использован модифицированный ZnS цеолит марки ЦВМ-53. Методика нанесения сульфида цинка на цеолит состояла в последовательной его обработке раствором NH_4Cl в течение двух часов при 70 °С, затем 10%-ным раствором ZnSO_4 в тех же условиях, и в заключение – 0,75 М раствором Na_2S при комнатной температуре.

Таким образом, перспективным сорбентом для детоксикации загрязненных тяжёлыми металлами почв является цеолит, модифицированный сульфидами. Необходимо отработать методику модификации цеолита сульфидами, разработать рекомендации для внесения цеолита в почву. Так как сульфиды и полисульфиды могут оказаться токсичным для биоты, требуется провести эксперимент по влиянию модифицированного сорбента на структуру и свойства почвы, на рост, развитие и функционирование микробиоты и растений при загрязнении почв ТМ.

Литература

Грабельных В. А., Леванова Е. П., Рединова А. В., Руссавская Н. В., Игнатова О. Н., Корчевий Н. А. Новый тип сорбентов на основе полисульфида натрия из отходов производства эпихлоргидрина для извлечения соединений тяжёлых металлов // Химия в интересах устойчивого развития. 2012. Т. 20. С. 199–203.

ГОСТ 12.1.007. Вредные вещества. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ. 2007. 5 с.

Малькина А. Г., Соколянская Л. В., Цыханский В. Д., Татарина А. А., Гусаров А. В., Хаматаев В. А., Фомина Е. Ю. Новые высокоэффективные сорбенты на основе лигнина // Химия в интересах устойчивого развития. 1996. Т. 4. № 3. С. 307–311.

Мовчан Н. И., Умарова Н. Н., Петрова Е. В. Изучение сорбции ионов серебра (1) из водных растворов с помощью модифицированных цеолитов // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В. Г. Белинского. Естественные науки. 2012. № 29. С. 379–382.

Патент RU 2175664. Макаренко Г. В., Косорукова Н. В. Способ демеркуризации объектов, загрязнённых ртутью «Э-2000», и состав для демеркуризации «Э-2000+». 2011.

Пирсон Р. Дж. Жёсткие и мягкие кислоты и основания // Успехи химии. 1971. Т. 40. Вып. 7. С. 1259–1282.

Рафиков С. Р., Никитин Д. Е., Бикбаева Г. Г., Гаврилова А. А., Алев Р. С. О комплексобразующих свойствах полиэтиленмоносульфида // Доклады АН СССР. 1980. Т. 253. № 3. 644 с.

Скугорева С. Г., Ашихмина Т. Я., Фокина А. И., Лялина Е. И. Химические основы токсического действия тяжёлых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 4–13.

Fazal W., Imdad U. Mohammadzai, Adnan Khan, Ziarat Shah, Waseem Hassan, Nauman A. Removal of toxic metals with activated carbon prepared from *Salvadorapersica* // Arab. J. Chem. 2013. Vol. 156. № 2. P. 428–434.

Liu Y. L., Hsu C. Y., Su Y. H., Lai J. Y. Chitosan-silica complex membranes from sulfonic acid functionalized silica nanoparticles for pervaporation dehydration of ethanol-water solutions // *Biomacromolecules*. 2005. Vol. 6. № 1. P. 368–373.

Meenakshi A., Natalia A. E., Kathryn A. M., Yoshinari B., Jilska M. P., Geoff W. S. Surface modification of natural zeolite by chitosan and its use for nitrate removal in cold regions // *Cold Reg. Scien. Tech.* 2010. Vol. 62. № 2. P. 92–97.

Wingenfelder U., Nowack B., Furrer G., Schulin R. Adsorption of Pb and Cd by amine-modified zeolite // *Water Research*. 2005. Vol. 39. P. 3287–3297.

СЕКЦИЯ 7 ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СОВРЕМЕННОМ МЕГАПОЛИСЕ

А. В. Макаров, Н. А. Сунцова

*Вятский государственный университет,
tiger-alex62@bk.ru, suntsova_nadi@mail.ru*

В современном мегаполисе человек подвергается многочисленным неблагоприятным воздействиям внешней среды. Одним из них является место повышенной опасности – проезжая часть.

Статистика показывает, что каждый третий пешеход, получивший травмы в дорожно-транспортных происшествиях на дорогах России, а также каждый шестой погибший были сбиты в зоне пешеходного перехода. На пешеходных переходах было совершено 12,234 ДТП с участием пешеходов (<http://www.1gai.ru> ...). Такие данные приводит ГИБДД России в своем отчете за январь – август 2015 г. Неутешительная статистика.

Почему же человек бывает так беспечен по отношению к себе и к своей собственной жизни? Ведь с самого раннего детства изучаются правила дорожного движения, в детском саду и в школе. Об этом нам говорят родители и общественные организации.

Переходя проезжую часть, человек о чем-то думает, мечтает, разговаривает с другом, подругой, слушает музыку, нажимает на кнопки своего сотового телефона или говорит по нему, и даже не смотрит в сторону автомобиля. На пешеходном переходе люди себя чувствуют в безопасности, думая о том, что «я же перехожу дорогу в положенном месте, на зеленый сигнал светофора». Не подозревая о том, что у водителя транспортного средства может быть алкогольное или наркотическое опьянение, снижено внимание в результате недостатка сна, стресс или же он просто уснул за рулем от усталости, или проблемы со здоровьем и он в обморочном состоянии, у него инфаркт, инсульт и т.д. Также водитель может перепутать педаль тормоза и газа. У автомобиля могут отказать тормоза. В темное время суток водитель не может реально оценить расстояние до пешехода. Не подозревают пешеходы и о том, что их может быть не видно из-за неблагоприятных погодных условий (яркое солнце в глаза, снег, дождь).

Что заставляет человека пренебрегать элементарными правилами безопасности? Прежде всего, это спешка, а так же элементарная беспечность, основанная на мыслях о том, что это всё может произойти с кем угодно, толь-

ко не со мной, а также не маловажная роль отводится не умению сконцентрироваться и собраться в нужный момент времени.

Развитию собранности, концентрации и вниманию не уделяют должного внимания, хотя в теории все хорошо известно и понятно. А вот как быть по настоящему собранным и внимательным не на словах, а на деле, в самой практике жизни, человек не знает, потому, что его этому никто не учит.

Для того чтобы устранить этот пробел, необходимо практиковать специальные упражнения, для развития концентрации внимания, собранности и осознанности. Таких упражнений для развития этих качеств много, но мы приведем лишь два.

Концентрация на свечу и концентрация на точку это очень древние эффективные техники для развития концентрации внимания, сосредоточения и осознанности. Данные упражнения применяются спортсменами для подготовки к различным соревнованиям.

Концентрация на свечу. Техника выполнения. Садимся в удобную позу на расстоянии 40–60 см от свечи. Свеча располагается на уровне глаз. Расслабляемся. Предварительная фаза работы: – наблюдение за собственными мыслями в течение 1–2 мин. Мысли не прогоняются прочь волевым усилием, а просто следят, как они пробегают мимо (Сагоян, 1997). Зажигают свечу. Все внимание обращают на нее: существует только свеча и ничего более. Глаза не напрягают. Если глаза устали, закрывают их и сосредотачиваются на световом пятне, оставшемся на сетчатке глаз. Пытаются увидеть свечу. При закрытых глазах изображение цвета пламени свечи может меняться, но их форма должна остаться неизменной. Затем открываем глаза и продолжаем смотреть на свечу. Этот процесс может неоднократно повторяться. Общая продолжительность упражнения сначала 5 минут, после освоения – 10–15 мин. Упражнение практикуется вечером (Сагоян, 1997).

Если не так легко получается это упражнение, как хочется, то в качестве предварительного упражнения используют еще одно упражнение – *концентрация на точку*. Такое упражнение по методике своей ничем не отличается от концентрации на свечу, причем возможно использование двойного рода пятен. Черная точка на белом фоне. Белая точка на сплошном черном фоне. Диаметр точки составляет 2–5 см, объект для концентрации, нанесенный на бумажный лист, устанавливается на расстоянии 30–100 см от практикующего, на уровне его глаз (Каптен, 1991). Если систематически практиковать эти упражнения, результат не заставит себя долго ждать, и человек станет более собранным, внимательным и осознанным!

Эти навыки концентрации внимания, собранности и осознанности пригодятся и в повседневной жизни, так как эти они способствуют сохранению жизни, здоровья и кроме того развивают в человеке уверенность в себе в современном мегаполисе.

Литература

Каптен Ю. Л. Основы медитации. М.: 1991. С. 184–185.

Сагоян О. А. Путь война. Вторая ступень знания: энергетика и психотехника. Киев: София, 1997. С. 189–190.

<http://www.1gai.ru/autonews/515531-statistika-dtp-s-yanvaryaya-po-sentyabr-2015-goda.html>@ 1gai.ru.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ САРАТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

А. П. Трезуб¹, Н. И. Хотько²

¹ *Государственный НИИ промышленной экологии, info@sar-ecoinst.org*

² *Российская Академия Естествознания, nikhotko@yandex.ru*

Современное состояние Саратовской агломерации характеризуется комплексом взаимосвязанных экономических, социальных и экологических проблем, вызванных экстенсивным и бессистемным развитием экономики всего региона. Экологическая обстановка обусловлена рядом объективных и субъективных факторов. К первым можно отнести:

1. Расположение агломерации в плохо проветриваемой котловине, где число штилевых метеорологических условий погоды достигает 12% годовых;
2. Жаркий и засушливый летний период;
3. Тяжелый механический состав почв, способствующий накоплению загрязняющих веществ в верхнем горизонте;
4. Расположение города в окружении степей, что при сильных ветрах способствует проникновению большого количества пыли;
5. Наличие благоприятных природных характеристик – нагорные леса в пределах Лысогорского плато; наличие долин малых речек, чистых горизонтов подземных вод, изливающихся через родники.

К субъективным факторам могут быть отнесены причины, связанные с существованием города в целом:

1. Кумулятивный характер влияния на природную среду Саратовско-Энгельской агломерации с населением порядка 1,2 млн. человек;
2. Функционированием предприятий, характеризующихся широким спектром технологических процессов, где ведущие позиции занимают предприятия нефтехимической, энергетической, машиностроительной, строительной, химической, электронной, приборостроительной, деревообрабатывающей, пищевой отраслями промышленности.
3. Агломерация является крупным транспортным узлом Юго-Востока Европейской части РФ. Общий пассажиропоток в сутки составляет до 2 млн. человек.
4. В пределах городской территории работает мясокомбинат и большое количество разнообразных предприятий, связанных с животноводством и птицеводством.
5. Непосредственно на территории города располагается целый ряд нефтеперерабатывающих комплексов, различных воинских формирований,

деятельность которых негативным образом сказывается на экологическом состоянии внешней среды (ВС).

Набор перечисленных причин сложной экологической обстановки не может рассматриваться как что-то уникальное, но, безусловно, композиция отдельных природных составляющих ВС агломерации может рассматриваться как весьма специфическая.

Пренебрежительное отношение к проблеме экологической безопасности приводит к деформации природной среды и негативно влияет на общественное здоровье. В связи с вышеуказанным перед исследователями стоят задачи по определению специфических закономерностей в системе человек – внешняя среда и разработки методов управления элементами этой системы в целях обеспечения постоянного равновесия человека с ВС, что предусматривает устранение действия неблагоприятных факторов, выявление предрасположенности к возникновению заболеваний и принятия целенаправленных ранних мер профилактики (Khotko et al., 2002).

Несмотря на имеющиеся на сегодняшний день значительное количество сведений о роли факторов внешней среды в формировании здоровья населения, характер и степень их влияния на организм остаются во многом не выясненными, что является одним из главных препятствий при решении вопросов управления качеством ВС. Для установления связи «причина-следствие» в системе «внешняя среда – здоровье населения» необходимо определить основные закономерности формирования всей эпидемиологической цепочки «функциональное состояние – болезнь», звеньями которой являются взаимосвязанные изменения в здоровье населения, развивающиеся под влиянием ВС. В качестве показателя состояния ВС рассматривались факторы наиболее характерные для различных территорий города: загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами (более 200 наименований), водоемов, почв, растений. Для характеристики состояния здоровья населения был использован комплекс показателей, в частности, функциональные – смертность, рождаемость, физические показатели развития горожан. Указанные показатели здоровья населения изучаются на одних и тех же контингентах населения, поскольку взятые порознь, они могут по-разному, порой даже вступая в противоречие друг с другом, характеризовать состояние здоровья.

Установлено, что изучаемый комплекс факторов ВС оказывает существенное влияние на рост общей заболеваемости населения, повышения уровня распространенности острых респираторных инфекций, хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических заболеваний, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, болезней нервной системы и другие, а также на средний возраст развития и тяжесть течения таких распространенных хронических заболеваний, как бронхиальная астма, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, язвенная болезнь желудка (Гос. Доклад РПН по Саратовской области 2014; Хотько, Чупис, 2009; Хотько, Дмитриев, 2015).

В результате осуществленного нами анализа фактического материала можно констатировать следующее:

Продолжается негативное влияние на людей факторов окружающей производственной среды и социально-экономических условий, что сопровождалось увеличением смертности (6,6 на 1000 населения) и падением рождаемости (9,3).

Несмотря на экономический спад производства санитарная обстановка в городе характеризовалась высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Так, при 293 предприятиях города, являющихся загрязнителями внешней среды, среднегодовые удельные нагрузки загрязняющих веществ выбросов в атмосферу на 1 человека (валовый выброс) по городу составляют 0,123 т, на 1 кв.км. – 364,1 т. Максимальные величины удельных выбросов почти всех ингредиентов на одного человека и на единицу площади установлены для Заводского района – соответственно 258 кг и 578,3 т. Главенствующую роль в загрязнении атмосферного воздуха играет автотранспорт. По нашим расчетам выброс от подвижных источников будет составлять 172 тыс. тонн в год (т. е. более чем в 1,5 раза превышает выброс в атмосферу от работающих предприятий).

Ухудшается качество питьевой воды в распределительной сети, как по микробиологическим, так и санитарно-химическим показателям (соответственно – 7,3; 15,4; 16,7%). В ведомственных водопроводах показатели (среднегодовые) 6,5 и 64,4%. Во Фрунзенском районе процент неудовлетворительных проб воды из городского водопровода в 1,9 раза выше, чем по городу. В последние годы принят ряд мер по улучшению качества воды, в частности введено в эксплуатацию пять водоохраных сооружений.

Структура питания населения характеризуется продолжающимся снижением потребления продуктов животного происхождения, фруктов и овощей. Дефицит полноценных белков в рационах составляет 25–30%, витамина С – 70–80% (2003 г. – 50%). Дефицит энергии составляет 30–35% на каждого жителя. Существенно ухудшилось питание детей и подростков, уменьшился охват школьников горячим питанием (с 16,3 в 1993 г. до 61% в 2014 г.). Охват горячим питанием учащихся СПТУ составил 29–35%; техникумов 34,6–40,8%; средних специальных учебных заведений 3% (2008 г. – 20,4%). Столовые имеются только в 26% от всего количества СПТУ и техникумов.

В целом стабилизировались показатели, характеризующие уровни загрязнения пищевых продуктов (по 11 наименованиям продукции) по микробиологическим 4,8–11,7%, по химическим показателям – 3,9–9,9%, по радиоактивному загрязнению 0,1–0,6%. На фоне загрязнения воды и продуктов питания нитратами выше нормы установлено влияние пестицидной нагрузки на детей, среднегодовая заболеваемость которых превышает в 3–11 раз показатели в контрольных группах.

Наметилась стойкая тенденция к ухудшению показателей здоровья детского населения. Лишь 20–22% детей практически здоровы; 50–56% имеют отклонения от нормы; 31–37% – хронически больны. Среди школьников за

период обучения в 5 раз возрастает частота нарушения органов зрения, в 3 раза увеличилась патология органов пищеварения, в 2 раза – нервно-психические расстройства.

У взрослых на первом месте среди причин смертности стоят сердечно-сосудистые заболевания, резко возросла доля смертности от травматизма и отравления различными токсическими веществами, существенна доля смертей по причине иммунодефицита.

Таким образом, обзорный материал, представленный в статье обозначает негативные тенденции в здоровье горожан и определяет основные задачи, стоящие перед обществом.

Литература

Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Саратовской области в 2014». Управление Роспотребнадзора по Саратовской области. 2014. 316 с.

Хотько Н. И., Чупис В. Н. К влиянию медико-биологических, гигиенических и социальных факторов на иммунный статус населения // СЕМДЕТ-2009. Итоги и аспекты технологических решений экоаналитического контроля и медицинского мониторинга. III Междунар. конф. Ижевск, 2009. С. 244–252.

Хотько Н. И., Дмитриев А. П. Региональные медико-экологические проблемы в районах размещения полигонов ТБО // Химическое разоружение – 2015. СЕМДЕТ-2015. Итоги и аспекты технологических решений экоаналитического контроля и медицинского мониторинга. IV Всерос. конф. Ижевск, 2015. С. 192–199.

Khotko N., Dmitriev A., Mitroshin A. Salud e ecologia de los ciudadanos no Regiao-de Volga Los resultados del experimento cientifico toca un problema ecologica // XI Coloquio «supervisión, auditoría, información del sistema de seguridad médica y medio ambiente» Espagna, Costa Daurada, 2002. 27 abr-04 maio. P. 60–63.

МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Н. В. Точилкина

*Саратовский социально-экономический институт РЭУ им. Г. В. Плеханова,
Medvedeva_NV@ssea.runnet.ru, medvedosik17@mail.ru*

Анализ уровня и динамики медико-демографических и других показателей (в частности, заболеваемости и пораженности), характеризующих состояние здоровья населения саратовской городской агломерации за последнее десятилетие, позволил установить их динамическое ухудшение или стабилизацию на высоких уровнях. Так установлен рост показателей общей смертности населения, – на 3,5 0/00 .

В последние годы в саратовской агломерации показатели младенческой смертности составляют 16,2–15,2 0/00, превышая в отдельные годы окружные (ПФО) показатели. В особенности возросли показатели младенческой смертности от следующих причин: патологического состояния перинатального периода в 1,86 раза (с 5,4 0/00 до 10 0/00) и врождённые пороки развития – в 1,43 раза (с 3,8 0/00 до 5,5 0/00).

Анализ усреднённых показателей заболеваемости и поражённости за 7 лет (с 2007 по 2014 гг.) в целом по городу выявил увеличение показателей общей заболеваемости среди детского населения и показателя поражённости у взрослых и у детей. Естественная убыль составляла от 8,1 до 4,5 ‰ в настоящее время.

Установлен различный уровень заболеваемости населения, проживающего в экологически различающихся административных районах города. Наименее благоприятными, как по вышеприведённым показателям смертности, так и по показателям заболеваемости (и поражённости) оказалась территория Заводского района. В структуре причин смертности населения на первом месте по-прежнему остаются болезни системы кровообращения (удельный вес составил 53,5%), на втором – смертность от новообразований (12,3%), на третьем – смертность от несчастных случаев, отравлений и травм (11,0%). В 2010 г. наметилась тенденция снижения смертности от этих основных причин. Анализ усреднённых (за 7 лет наблюдения) показателей в загрязнённой и условно «чистой» зонах города позволили установить их существенную разницу по ряду классов болезней.

Следует обратить внимание на выявленную патологию в состоянии здоровья, высокий уровень которой отмечен в условно обозначенной нами «загрязнённой» зоне города параллельно у взрослых и детей, что является, по мнению ряда авторов «крайне неблагоприятным прогностическим признаком». Результаты исследований, выполненных в 2011–2014 гг., как и в ранний период 2002–2005 гг., по эколого-гигиенической экспертизе ситуации в городской агломерации позволяют сделать предварительное заключение об отрицательном воздействии на население существующего загрязнения токсикантами техногенного происхождения атмосферного воздуха, «пищевых цепочек» и питьевой воды (Хотько, Дмитриев, 2015).

О возможности техногенного загрязнения местной сельскохозяйственной продукции свидетельствуют результаты исследования овощей, выращенных в зоне выбросов промышленных предприятий города (ООО «Весна»). В моркови, капусте содержание никеля, сурьмы, молибдена, хрома, цинка, кобальта, селена от 1,3 до 2-х раз выше, чем в овощах, выращенных в хозяйстве «Энгельский». При этом концентрации кадмия и хрома в овощах обоих хозяйств превышали ПДК. В исследованиях проб почвы первого хозяйства количество кадмия, сурьмы и никеля было больше.

О неблагоприятной экологической обстановке в городе свидетельствуют результаты исследования уровня содержания тяжелых металлов в других биологически активных элементов в волосах детей. Элементарный состав волос детей в сравнении с таким же контингентом городов ЦФО отличался повышенным содержанием свинца, селена, мышьяка, марганца, алюминия – от 1,6 до 9 раз. В волосах детей проживающих в промышленной зоне увеличено содержание (до 1,5–2-х раз) хрома, марганца, свинца, цинка в сравнении с элементным составом волос детей из условно «чистой» зоны. Причём количество цинка было выше физиологического уровня, а свинца – критического.

В 2010 г. суммарное содержание всех изомеров полихлорированных диоксинов (ПХДД) и полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ) в 4-х пробах грудного молока горожанок определено в пределах 0,12–47,3 пг/г жира в диоксиновых эквивалентах (в трёх пробах диоксины не были обнаружены в пределах чувствительности метода). Как и в предыдущие годы (2005 и 2007 гг.) уровень содержания диоксинов в грудном молоке в – 2011 г. (в трёх пробах) превышал фоновые уровни для известных показателей в городах страны от 2 до 9 раз.

Анализ предположительно «чистой» патологии свидетельствует, что показатель врождённых аномалий в условно «загрязнённой» зоне существенно превышает эти данные по сравнению с условно «чистой» зоной города. Это указывает на преобладающее значение в формировании указанной патологии либо влияния компонентов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий, либо к тому же опосредованного воздействия на здоровье детей профессиональных вредных факторов родителей. К загрязнителям, формирующим техногенный фон нагрузки вредных факторов на среду обитания городской агломерации способным вызывать врождённые аномалии, другую патологию беременности и родов, могут быть отнесены бенз(а)пирен, формальдегид, кадмий, хром, мышьяк, свинец (Khotko, Thupis, 2012).

О возможности воздействия на организм людей повышенного поступления из объектов окружающей среды алюминия, мышьяка, марганца, свинца указывают данные биологического тестирования волос детей, которые показали, что в группе «часто болеющих» детей независимо от места жительства более чем в половине случаев отмечено повышенное (более чем в 1,5 раза к «норме») количество этих элементов в волосах.

Таким образом, выявленные изменения здоровья населения саратовской городской агломерации, а также проверительно установленное значение в его ухудшении загрязнения среды обитания людей рядом экологически опасных техногенно обусловленных токсикантов диктует необходимость развития в динамике углублённых комплексных медико-экологических исследований, включающих сбор, систематизацию и анализ информации о вредных факторах среды обитания и изменений здоровья городского населения, в том числе проведение дополнительных натурных исследований для получения необходимой (недостающей) статистически значимой информации, развернутый комплексный анализ причинно-следственных связей в системе «изменение здоровья людей – среда обитания».

Прогнозирование динамики средней ожидаемой продолжительности жизни населения на основании сложившейся ситуации показало существенное снижение этого показателя в перспективе. Кроме того, следует ожидать дальнейшего снижения средней ожидаемой продолжительности жизни до 58 лет.

Для изменения данной тенденции, представляющей угрозу национальной безопасности, необходимо предпринять значительные усилия, направленные на изменение негативных тенденций.

Приоритетными направлениями деятельности, наряду со стабилизацией социально-экономической обстановки, является целевое решение проблем смертности в трудоспособном возрасте, особенно мужчин (улучшение условий труда, борьба с вредными привычками и пр.), в младенческой смертности (профилактика патологии беременности и родов, улучшение медицинского и социального обеспечения) и комплекс мер по повышению качества среды обитания.

Литература

Хотько Н. И., Дмитриев А. П. К проблеме влияния состояния среды обитания на общественное здоровье населения // Проблемы обеспечения химической безопасности в современных условиях (Итоги и аспекты технологических решений, экоаналитического контроля и эколого-гигиенического мониторинга). Сб. статей Междунар. НПК. Пенза, 2015. С. 20–25.

Khotko N., Thupis V. The regional problems of environmental monitoring soil and solid waste disposal areas // XIX International Scientific and Practical Conference. London/Odessa, 2012. P. 246–253.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ КИТАЙСКОЙ ГИМНАСТИКИ УШУ

А. В. Макаров, М. В. Шубина

*Вятский государственный университет,
tiger-alex62@bk.ru, mv_fiz@mail.ru*

В последнее десятилетие интенсификация процесса обучения в современном вузе, внедрение компьютерных технологий в учебный процесс создают повышенные нагрузки на организм студентов, что отрицательно сказывается на состоянии их здоровья. (Богатырев, 2002; Макаров, Подлевских, 2006; Пономарева, 2006).

Выраженное ухудшение состояния здоровья и физического развития студентов требует поиска новых, действенных средств и методов физического воспитания.

За последние годы в России наблюдается рост общественного интереса к занятиям восточными оздоровительными гимнастками. В полной мере это относится к китайской оздоровительной гимнастике ушу, которая используется не только для профилактики, но и с целью коррекции уже наступивших отклонений в состоянии здоровья (Ма Цзижень, Богачихин, 2003). Однако, несмотря на положительное влияние средств китайской оздоровительной гимнастики ушу на организм человека, использование их в качестве эффективных средств физического, психического и нравственного совершенствова-

ния все еще не нашло своего должного применения в системе физического воспитания студенческой молодежи.

В то же время преодоление нарушений в состоянии здоровья и физического развития студентов вполне возможно при организации систематических, непрерывных и разнообразных форм занятий с использованием на них средств китайской оздоровительной гимнастики ушу.

В педагогическом эксперименте принимали участие 36 студентов – юноши первого курса основной медицинской группы, идентичные по возрасту. Студенты контрольной группы занимались по примерной программе дисциплины «Физическая культура» (Ильинич, Евсеев, 2000). Экспериментальная группа занималась по экспериментальной программе, модифицированной в соответствии с целевой установкой настоящего исследования.

Всего было проведено 44 практических занятий длительностью по 80 минут. В экспериментальной группе из 44 практических занятий проведено 32 занятия в соответствии с базовой частью программы, по дисциплине «Физическая культура», в содержание которой включались комплексы китайской оздоровительной гимнастики ушу и 12 дифференцированных специализированных занятий ушу, содержание которых полностью составлялось на основе комплексов китайской оздоровительной гимнастики ушу.

Содержание экспериментальной учебной программы отличалось от содержания примерной учебной программы по дисциплине «Физическая культура» тем, что в содержание уроков физической культуры, дифференцированных специализированных уроков ушу и индивидуальных домашних занятий были включены комплексы упражнений из китайской оздоровительной гимнастики ушу.

Эффективность экспериментальной методики комплексного использования средств китайской оздоровительной гимнастики ушу в процессе непрерывных занятий по физическому воспитанию со студентами подтверждается результатами педагогического эксперимента.

При комплексной оценке состояния здоровья студентов использовали тест определения уровня здоровья по Г. Л. Апанасенко (1985). На рисунке изображена диаграмма изменения показателей уровня здоровья у студентов контрольных и экспериментальных групп от начала к концу педагогического эксперимента.

Анализ изменений показателей уровня здоровья за период эксперимента в контрольной и экспериментальной группах представлен в таблице.

Из таблицы 1 видно, что на начало педагогического эксперимента показатели состояния уровня здоровья юношей контрольной и экспериментальной групп достоверно не различались ($P > 0,05$) и составляли в контрольной группе 7,7 баллов, а в экспериментальной группе 8,6 баллов. Эти показатели соответствуют низкому уровню состояния здоровья студентов.

В контрольной группе изменение показателя уровня здоровья за период педагогического эксперимента носит достоверный характер ($P < 0,01$). Достигнутый уровень здоровья соответствует среднему показателю.

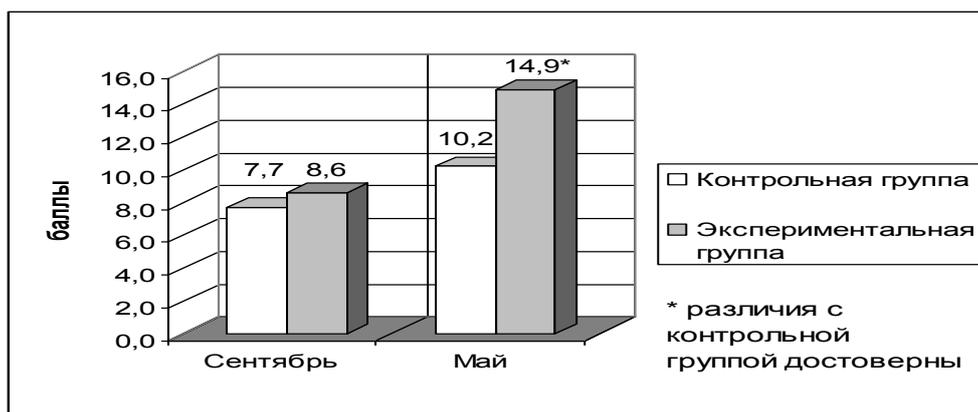


Рис. Изменения показателей уровня здоровья у студентов контрольной и экспериментальной групп от начала к концу педагогического эксперимента

Таблица

Изменения среднегрупповых показателей комплексной оценки уровня здоровья у студентов юношей первого курса в контрольной и в экспериментальной группах от начала к концу педагогического эксперимента (M±m)

Показатели	КГ (n=18)		ЭГ (n=18)		Сравнение данных по t-критерию Стьюдента	
	Сентябрь	Май	Сентябрь	Май	1-3	2-4
	1	2	3	4		
Уровень здоровья (баллы)	7,7 ±0,48	10,2 ±0,49	8,6± 0,73	14,9 ±0,39	t=0,95 P>0,05	t=7,45 P<0,001
	t=3,66; P<0,01		t=7,61; P<0,001			

В тоже время в экспериментальной группе за период педагогического эксперимента показатель уровня здоровья юношей изменился более существенно, чем в контрольной группе ($P<0,001$), а достигнутый показатель здоровья соответствует уровню выше среднего.

Сравнение конечных среднегрупповых показателей, характеризующих уровень здоровья студентов в контрольной и экспериментальной группе, выявило их значительное преимущество в экспериментальной группе, причем эти различия носят существенный и статистически значимый характер ($P<0,001$).

Литература

- Апанасенко Г. Л. О возможности количественной оценки здоровья человека // Гигиена и санитария. 1985. № 6. С. 55–58.
- Богатырев В. С. Здоровье студентов. Киров, 2000. 108 с.
- Ильинич В. И., Евсеев Ю. И. Примерная учебная программа. М., 2000. 42 с.
- Ма Цзижень, Богачихин М. М. Цигун: история, теория, практика. М.: София, 2003. 479 с.
- Макаров А. В., Подлевских М. И. Состояние здоровья студентов социально-гуманитарного факультета. Киров, 2006. С. 38–42.
- Пономарева В.В. Физическая культура и здоровье. М., 2006. 320 с.

ВЛИЯНИЕ СПОРТА НА РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ

О. А. Юрчук-Зуляр

Вятский государственный университет, ohanazuljar@mail.ru

Работ, касающихся влияния регулярных спортивных тренировок на репродуктивную функцию девочек, в настоящее время проводится крайне мало. Данные литературы о воздействии определенного вида спорта на половое развитие и становление менструальной функции девочек немногочисленны и противоречивы. Одни авторы (Apraiz, 2001) считают, что занятия спортом приводят к задержке полового созревания и, в частности, к более позднему наступлению менархе и нарушению становления менструальной функции (Сазыкина, 2001). Другие (Крефф, 1986) считают, что спортивная деятельность не приводит ни к задержке, ни к преждевременному половому развитию. Третьи (Astrand, 1968) отмечают более раннее созревание спортсменок. При этом не учитывается спортивная специализация, интенсивность нагрузок и уровень мастерства. Поэтому вопрос о влиянии систематического занятия различными видами спорта на половое развитие девочек остается открытым. Так же отсутствуют убедительные данные о влиянии занятий тем или иным видом спорта на течение беременности и родов. Исходя из выше сказанного, в работе была поставлена цель – изучить половое развитие и течение беременности и родов у спортсменок в зависимости от вида спортивной специализации.

У девочек 8–17 лет, занимающихся художественной гимнастикой (n=182), акробатикой (n=65) и лыжными гонками (n = 52) оценивали половое созревание по методике Тумилович Л. Г. (Тумилович, 1975). Девочки-спортсменки имели юношеские разряды (соответственно 36,8, 32,3 и 46,2%), взрослые разряды (41,8, 29,2 и 51,9%) и высшие, т. е. кандидат в мастера спорта и мастер спорта (21,4, 38,5 и 1,9%). Течение беременности и родов анализировали по данным историй родов женщин, занимавшихся ранее художественной гимнастикой (n=16), акробатикой (n=20) или лыжными гонками (n=13). Среди них имели первый взрослый разряд соответственно 12,5, 20,0 и 38,5% женщин, а высшие (кандидат в мастера спорта, мастер спорта и мастер спорта международного класса) – 87,5, 80,0 и 61,5%. Во всех случаях группой сравнения были здоровые девочки и женщины, незанимавшиеся спортом (при анализе историй родов их подбирали методом копии-пары).

Половое созревание у гимнасток и акробаток начиналось с развития молочной железы, как у неспортсменок, но на 1 год позже (в 10 лет) и шло с меньшей скоростью, особенно у гимнасток, о чем свидетельствуют у них достоверно более низкие показатели балла развития молочных желез в 9–15 лет. Лобковое (в 12 лет) и подмышечное (в 12–13 лет) оволосение у гимнасток и акробаток появлялось на 2 года позже, чем у девочек-неспортсменок. Средний возраст менархе был достоверно выше у гимнасток ($13,46 \pm 0,22^*$ лет; * – здесь и далее различия достоверны, $p < 0,05$) и акробаток ($14,14 \pm 0,20^*$ лет),

чем у неспортсменок ($12,53 \pm 0,14$ лет) и лыжниц ($12,41 \pm 0,27$ лет). Величина балла, характеризующего становление менструальной функции, и значения суммарного балла полового развития у гимнасток и акробаток были ниже, чем у неспортсменок. По всем показателям полового созревания девочки, занимающиеся лыжными гонками, не отличались от девочек-неспортсменок. В то же время не было обнаружено влияния вида спортивной специализации на характер распределения девочек по длительности менструального цикла.

При анализе историй родов подтверждены наши данные о том, что занятие художественной гимнастикой достоверно задерживает наступление менархе ($14,93 \pm 0,34^*$ лет против $13,53 \pm 0,31$ лет у неспортсменок). Установлено, что у художественных гимнасток и акробаток беременность и роды по большинству проанализированных показателей протекали так же, как у женщин-неспортсменок. Однако, у гимнасток была достоверно выше продолжительность I-го периода родов ($576,4 \pm 47,8^*$ против $426,1 \pm 46,4$ минут) и частота клинически узкого таза ($75,0 \pm 10,8^*$ против $0,0\%$), а у акробаток – выше частота клинически узкого таза ($50,0^*$ против $5,0\%$), что, очевидно, связано, как установлено нами с меньшими размерами таза у девочек-гимнасток и акробаток. При изучении историй родов женщин, занимавшихся лыжными гонками, не было найдено различий, характеризующих течение беременности и родов, с женщинами, незанимавшимися спортом.

Выводы. 1. Занятие художественной гимнастикой и акробатикой снижают скорость полового созревания, но не нарушают в целом течение беременности и родов, хотя и увеличивают риск развития клинически узкого таза.

2. Лыжные гонки можно рассматривать как один из оптимальных видов спорта, не влияющего негативно на процесс полового созревания девочки и репродуктивную функцию женщины.

Литература

- Крефф А. Ф., Каню М. Ф. Женщина и спорт. М.: ФиС, 1986. 138 с.
- Сазыкина Е. И., Айламазян Э. К., Ниаури Д. А., Евдокимова Т. А. Состояние репродуктивного здоровья женщин-спортсменок // Журнал акуш. и жен. Болезней. 2001. Т. 50. № 2. С. 33–37.
- Тумилович Л. Г. и соавт. // Акуш. и гинек. 1975. № 3. С. 54–56.
- Apraiz A. Physical activity and the age at menarche of girls living in the urban area of the city of Bilibao (Biscay, Basque Country) // Amer. J. Hum. Biol. 2001. V. 13. № 1. P. 11.
- Astrand P. Physical performance as a function of age // JAMA. 1968. V. 205. № 11. P. 729–733.

ГИМНАСТИКА ТАЙЦЗИЦЮАНЬ – МЕТОД УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

А. В. Макаров

Вятский государственный университет, tiger-alex62@bk.ru

Растущая популярность древней китайской гимнастики тайцзицюань или тайчи – явление далеко не случайное. Множество людей во всем мире ежедневно погружается в удивительный мир спокойствия, грации и пластики. Занятия тайцзицюань оказывают комплексное оздоровительное воздействие на весь организм человека. Кроме того, ее применяют при лечении различных заболеваний. В нашей стране гимнастика нашла широкое применение в работе спортивных секций и различных оздоровительных групп.

По просьбе студентов, гимнастика тайцзицюань применялась на занятиях по физической культуре в ВятГГУ. В течение учебного года студенты занимались не только общепринятыми разделами программы – легкой атлетикой, настольным теннисом, ОФП, спортивными играми, но и оздоровительной гимнастикой тайцзицюань. На методико-практическом занятии объяснялись цели и задачи упражнений тайчи, их оздоровительное воздействие на организм человека, приемы самоконтроля, форма проведения занятий, была показана сама гимнастика. Положительный эмоциональный фон на занятиях достигался тактичным, внимательным отношением преподавателя к каждому студенту учебной группы. Выполнение комплекса сопровождалось специально подобранной музыкой, что способствовало лучшему освоению учебного материала, а также положительно влияло на психоэмоциональное состояние студентов. В качестве музыкального сопровождения использовалась традиционная китайская музыка для гимнастики тайцзицюань. Музыка действовала успокаивающе, поднимала настроение, улучшала самочувствие, вызывала положительные эмоции, повышала психическую и физическую работоспособность у студентов (Лисицкая, 1982; Смолевский, Ивлиев, 1992). Занятия проводились босиком. Регулярные занятия босиком оказывают профилактическое воздействие при слабости мышц ног и свода стопы, контрактурах суставов, физической недостаточности, уменьшают количество острых респираторных заболеваний и других недугов.

Кроме того, при выполнении комплекса китайской оздоровительной гимнастики ушу происходит естественный массаж ступней, который оказывает воздействие на весь организм (Стормер, 2002).

Практические занятия строились по следующей схеме. На подготовительную, основную и заключительную части отводилось соответственно 20, 70 и 10% времени занятия.

В подготовительной части применялась ходьба, бег, выполнялись упражнения общего воздействия, общеразвивающие упражнения для мышц шеи, плечевого пояса, туловища, ног, голени, стоп, упражнения на концентрацию внимания, дыхательные упражнения.

В основной части выполнялся упрощенный комплекс упражнений для начинающих – «24 формы» стиля ЯН, разработанный специалистами Пекинской академии ушу. В начале изучались более сложные упражнения комплекса, предъявляющие повышенные требования к координации движений. Затем включались упражнения на развитие силы мышц (как общеразвивающие, так и тайчи в статическом и динамическом режиме), чередующиеся с упражнениями на гибкость, дыхательными упражнениями и упражнениями на концентрацию внимания. Выполнялись части комплекса и комплекс в целом. В силу высокой координационной сложности упражнений находили оптимальные методы обучения, чередуя показ правильного выполнения с объяснением, с выделением наиболее характерных ошибок.

В заключительной части занятия нагрузка постепенно снижалась для приведения организма в относительно спокойное состояние. Использовались упражнения на расслабление и дыхание с медленными перемещениями, содействующие течению восстановительных процессов в организме; применялись элементы самомассажа.

На первых занятиях наблюдалась излишняя напряженность и скованность движений. Поэтому изученные упражнения включили утреннюю гигиеническую гимнастику и вечерние занятия за 2–3 часа до сна. Регулярные самостоятельные тренировки помогли освоить комплекс, повысили двигательную активность и эффективность оздоровительного влияния упражнений.

В ходе занятий через систему применяемых упражнений укрепилось тело, улучшилась осанка. Студенты научились гармонично сочетать движения с дыханием. Занимающиеся приобрели навыки концентрации и переключения внимания, стали более спокойными и уравновешенными. Анкетный опрос показал, что улучшился сон, снизилась утомляемость. Судя по результатам сдачи зачетных норм по физической культуре, у студентов окрепли мышцы, увеличилась силовая выносливость, улучшилась ловкость, подвижность в суставах и координация движений.

Китайская оздоровительная гимнастика тайцзицюань может прекрасно сочетаться с другими видами физических упражнений: ходьбой, бегом, спортивными играми, плаванием и т.д. (Макаров, 2010).

Литература

- Лисицкая Т. С. Ритмическая гимнастика. М., Физкультура и спорт. 1985. 96 с.
Смолевский В. М., Ивлев Б. К. Китайские системы физических упражнений у-шу. Нетрадиционные виды гимнастики. М., 1992. С. 8–23.
Стормер К. Рефлесология. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. 256 с.
Макаров А. В. Методика комплексного использования средств китайской оздоровительной гимнастики ушу в процессе непрерывных занятий по физическому воспитанию со студентами: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Ярославль. 2010. 219 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ю. Егоровых, А. А. Хохлов

Вятский государственный университет, anastasiya.egorovyx@mail.ru

Кировская область исключительно интересна, разнообразна и во много уникальна по ландшафтам одна из характерных её черт (Природа. ..., 1996). Одним из путей обеспечения экологического благополучия региона и сохранения естественной природной среды является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

На 2014 г. сеть ООПТ Кировской области представлена 205 особо охраняемыми территориями различных видов и категорий. В состав сети входит 1 заповедник, 3 заказника, 176 памятников природы, лечебно-оздоровительная местность, зеленые зоны городов и 22 ООПТ местного значения (О состоянии ..., 2013). Этого явно недостаточно. На сегодняшний день в Кировской области отсутствует такая категория ООПТ, как национальный природный парк. Актуальность создания природных парков определяется расширением не только охраняемых территорий, но и увеличением зон рекреации. К сожалению, создание природного парка «Атарская лука» отложено на неопределенный срок.

Изучение ландшафтов районов области позволяет дополнить список объектов, относящихся к категории памятник природы. Именно поэтому предлагаем включить в состав памятников природы следующие объекты.

1. Оползень у д. Климичи (геоморфологического типа федерального уровня) – на правом берегу р. Вятки вниз по склону на 50 м съехал целый участок пихтово-елового леса, что является примером формирования современного рельефа в результате водной линейной эрозии.

2. Окунево (палеонтологического типа федерального ранга с заказным режимом охраны) – в склоне долины р. Федоровки в Нагорском районе вскрывается разрез отложений триасовой системы с остатками наземных позвоночных.

3. Терюхан (палеонтологического типа федерального ранга с заказным режимом охраны) – в склоне долины р. Кобры у д. Нижний Терюхан и с. Нагорское вскрывается разрез отложений спасского горизонта индского яруса нижнего отдела триасовой системы с остатками наземных позвоночных.

4. Путятино (стратиграфического типа федерального ранга с заказным режимом охраны) – деревня на правом берегу р. Вятки, где вскрывается разрез отложений верхней части северодвинского и всего вятского горизонтов верхнетатарского подъяруса.

5. Мулино (палеонтологического типа федерального ранга с заказным режимом охраны) – село в Нагорском районе, где в береговых обнажениях р. Вятки вскрываются верхнепермские отложения, содержащие комплекс костных остатков позвоночных парейазаврового комплекса.

Для дальнейшего совершенствования системы особо охраняемых природных территорий мы считаем необходимым пересмотреть статус некоторых природных объектов. Так заречный парк имени Кирова можно перенести в категорию лесопарк. В областном законодательстве об ООПТ ввести категорию ботанические сады и дендропарк. А также 2 дендрария в Сошенях и в НИИ Северо-Востока имени Рудницкого из категории памятники природы в данную категорию.

Литература

О состоянии окружающей среды Кировской области в 2013 году: Региональный доклад / Под общ. ред. А. В. Албеговой. Киров, 2013. 192 с.

Природа, хозяйство, экология Кировской области / Под ред. В. И. Колчанов, А. М. Прокашев. Киров, 1996. 589 с.

Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ Об особо охраняемых природных территориях.

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

И. А. Жуйкова, Д. М. Шкляев, К. М. Шкляев

Вятский государственный университет, Zhuikova@yandex.ru

Располагаясь в центре Вятско-Камского междуречья, Удмуртская республика отличается наличием уникальных природных комплексов, редких видов растений и животных. Активное освоение региона, хозяйственная деятельность человека приводят к изменению естественных (природных) ландшафтов, уменьшению лесистости и сокращению количества уникальных и природных достопримечательностей.

Анализ целевых показателей, установленных государственной программой об охране окружающей среды на 2012 год, показывает, что доля площади Республики Удмуртия, занятая особо охраняемыми природными территориями регионального имущественного значения, в общей площади субъекта Российской Федерации, ниже установленных целевых показателей и составляет 7,54%. Проблемы охраны природы в республике Удмуртия связаны с тем, что существенная часть уникальных объектов и экосистем находится вне ООПТ. Поэтому так чрезвычайно важны своевременные мероприятия по выявлению, учету и контролю уникальных природных объектов и растительных сообществ, историко-культурных памятников, ландшафтов и других памятников, а также по экологическому воспитанию и просвещению населения (Редкие и исчезающие виды, 2011).

Научные исследования и работы по созданию опорной сети ООПТ региона, прошли 3 этапа, и детально рассмотрены в литературе (Баранова, Илларионов, 2002; Баранова, 2007; Государственный доклад, 2012). В последние годы работы по инвентаризации уже выявленных природных объектов значительно активизировались. Так, на основе комплексных научных исследований

видового состава биоты, растительности, водных объектов, ландшафтов и других элементов природных комплексов ООПТ в 2005 г. было предложено создание локальных сетей в 5 районах республики (Алнашском, Каракулинском, Киясовском, Камбарском и Граховском) с организацией на их территории 34-х ООПТ разного значения и уровня (20 комплексные, ботанические или зоологические ООПТ, остальные – гидрологические) (Баранова, 2007).

В 2010 г. учёными УдГУ по заданию Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики была проведена научно-исследовательская работа «Оценка состояния редких и исчезающих видов растений и животных с созданием локальных сетей ООПТ в северо-западных районах Удмуртской Республики»: Ярском, Глазовском, Юкаменском районах и городе Глазове. По результатам обследования имеющихся ООПТ, учёными были предложены новые локальные схемы ООПТ исследуемых районов и г. Глазова, которые рассмотрены и одобрены Комиссией по развитию схемы особо охраняемых природных территорий Удмуртской Республики.

На территории Удмуртской Республики числится 81 ООПТ, в том числе 1 ООПТ федерального значения, 80 ООПТ регионального значения (по состоянию на 31.12.2014 года), общей площадью 331,2 тысяч га, что составляет 7,8% от общей площади республики (О состоянии и об охране окружающей среды в УР, 2014).

На основании анализа официальных источников (О состоянии и об охране окружающей среды в УР, 2011, 2014; Об утверждении схемы территориального планирования, 2011) нами были рассмотрены тенденции изменения качественного и количественного состава ООПТ в трёх районах Удмуртской республики: Глазовском, Ярском и Юкаменском.

В разные годы на территории Ярского района существовало или было рекомендовано к организации 16 памятников природы различного уровня. В результате обследования территории района рекомендовано к охране 9 ООПТ: 5 из них должны иметь республиканский, 4 – местный статус (табл.). По значению ООПТ Ярского района распределены следующим образом: 5 – комплексных, 4 – гидрологических. Полевые исследования 2010 г. показали, что на территории района большинство ООПТ, располагающихся на участках с торфяными месторождениями, к настоящему времени сильно преобразованы в ходе мелиоративных работ и требуют исключения из локальной сети ООПТ. Это 3 памятника природы – «Торфяное болото «Бачумовское», «Торфяное болото «Еловское», «Торфяное болото «Нижнее». В ходе полевых исследований также установлено, что мало привлекательными с эстетической точки зрения и не имеющими высокой природной ценности являются два участка – «Урочище «Татарская роща» и «Урочище «Ярская роща» (О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики, 2011).

**Динамика ООПТ в Ярском, Юкаменском и Глазовском районах
Удмуртской республики**

Критерии \ Районы	Ярский район	Юкаменский район	Глазовский район
Площадь (км ²)	1524,3	1020,0	2159,0
Количество ООПТ (на 31.12.2010)	16	22	19
Рекомендовано к организации ПП в 2010 г., в том числе:	9	17	13
– комплексных	5	1	3
– гидрологических	4	15	9
– ботанических	–	1	1
Количество ООПТ (на 31.12.2014)	9	17	13
Перспективные ООПТ		12	5

Среди памятников природы, оставшихся в списках необходимо отметить Пудемский пруд, который называют «жемчужиной» района, по площади он занимает третье место в Удмуртии (3,5 км²=350 га). Район также гордится Диким озером, протяженностью 2 км в длину и 700 м в ширину. Своё название озеро получило потому, что находится глубоко в лесу, на болотах, в Чепецкой низине, а дно озера торфяное и имеет черный цвет. В районе берет своё начало самая крупная река Кировской области – Вятка, исток которой находится на торфяном болоте «Перелом». Этот памятник природы – любимое место отдыха любителей путешествий.

В Юкаменском районесеть ООПТ включает 2 памятника природы республиканского значения 15 – местного, а по типу преобладают гидрологические (15). В последние годы решено исключить из списка 3 ботанических памятника, как рукотворные и утратившие своё эстетическое значение и 3 родника, вследствие отсутствия подъездов и низким дебитом. Среди 12 перспективных памятников природы – все гидрологические.

На территории Глазовского района земли особо охраняемых территорий занимают 130 га (0,06%), в том числе на земли природных территорий приходится 92 га (0,04%). В районе расположено 13 ООПТ: 1 – федерального, 2 – регионального, 10 – местного значения. Среди памятников природы, как и в других районах, преобладают гидрологические.

В результате исследования выявлено, что с 1995 г. площадь ООПТ в Республике Удмуртия сократилась с 401,8 тыс. га до 331,2 тыс. га (с 349 до 81 объекта). Соответственно и уменьшилась доля ООПТ в общей площади республики с 9 до 7,8%. Эта же тенденция характерна и для ООПТ местного ранга.

Изменился и качественный состав особо охраняемых объектов: ООПТ регионального значения представлены природными парками («Усть-Бельский», «Шаркан»), государственными заказниками, ботаническим садом, лечебно-оздоровительными местностями, памятниками природы.

Среди памятников природы местного значения в изученных районах преобладают гидрологические (родники), единично представлены ботанические и совсем нет зоологических памятников природы. В ряде случаев отсутствует достоверная информация о современном состоянии площади и границах ООПТ и обоснование для охраны. Эти факты говорят о необходимости проведения дальнейших исследований по инвентаризации ООПТ местного значения, поиску перспективных памятников природы, созданию официальных списков региональной сети ООПТ.

Литература

Баранова О.Г., Илларионов А.Г. Введение // Особо охраняемые природные территории Удмуртской Республики. Ижевск, 2002.

Баранова О.Г. Выделение особо охраняемых природных территорий для сохранения биоразнообразия регионов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 9. № 4. 2007. С. 936–940.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году». Режим доступа <http://www.mnr.gov.ru>.

Организация и функционирование региональных и локальных систем особо охраняемых природных территорий (ООПТ): Материалы регион, науч.-практ. конф. / Под ред. О. Г. Барановой. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет», 2006.

О состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики в 2010 г.: Государственный доклад. Ижевск, 2011. 238 с. Режим доступа <http://минприрода-удм.рф/gosdoclad/index.php>.

О состоянии и об охране окружающей среды в Удмуртской Республике в 2014 г.: Государственный доклад. Ижевск, 2014. 261с. Режим доступа <http://минприрода-удм.рф/gosdoclad/index.php>.

Об утверждении схемы территориального планирования Удмуртской республики. Режим доступа http://oopt.aari.ru/sites/default/files/documents/pravitelstvo-Udmurtskoy-Respubliki/N179_30-05-2011.pdf.

Редкие и исчезающие виды растений и животных южной половины Удмуртии и их охрана: Итоги научных исследований (2005–2009 годы): монография / О. Г. Баранова, Д. А. Адаховский, А. Г. Борисовский, С. В. Дедюхин, Н. Е. Зубцовский, А. А. Перевошиков, Е. М. Маркова, А. В. Рубцова, В. А. Тычинин, Ю. А. Тюлькин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. 272 с.

ТРАНСПОРТНЫЕ ЗОНЫ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНЦЕНТРАЦИИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА НА ГОРОДСКУЮ ЭКОСИСТЕМУ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. Ю. Меринова¹, Ю. Н. Меринов²

¹ Южный федеральный университет; yuliyamerinova@yandex.ru,

² Ростовский филиал Российской таможенной академии,
ynmerinov@gmail.com

Определение значимости транспортного сегмента в общем объёме антропогенной нагрузки на окружающую среду городских округов Ростовской области затруднено, в связи со сложностью получения фактических данных из первоисточников. Исходя из этого, проведение такой оценки возможно на

основании использования некоторых косвенных показателей. Так, например, наземный транспорт, находящийся в городских округах, оказывает опосредованное влияние на водные ресурсы и почвенный покров через сбросы отходов в сточную канализацию и выпадение загрязняющих веществ в непосредственной близости от транспортных магистралей (Меринов, Меринова, 2012). Наиболее подвержены антропогенному давлению со стороны транспорта территории находящиеся непосредственно в зонах отчуждения земель под дороги. Элементом для определения диспропорций в уровне воздействия транспорта на окружающую среду может стать показатель доли городских земель, отведённых под транспортные нужды.

Среди городских округов области по абсолютным значениям этого показателя лидирует Ростов-на-Дону, в котором отведены самые большие площади муниципальных земель среди всех городских поселений, не учитывающие востребованность в них на настоящий момент или перспективу. Исторически сложившееся выгодное транспортно-географическое положение, определяемое схождением всех видов транспортных магистралей в один узел, мощнейшим индустриальным комплексом, административным ресурсом, концентрацией населения, трудовых ресурсов и научного потенциала – всё это и обусловило выделение под транспортные нужды такой площади земель города.

Однако в долевого отношении Ростов-на-Дону занимает среднее положение среди городских округов, а вот Гуково и Шахты (второе место и в абсолютных и в относительных показателях) выделяются наибольшим уровнем. Это связано с разбросом по территории предприятий горнодобывающей промышленности (шахт и обогатительных комбинатов) и, следовательно, формированием мощной транспортной инфраструктуры, их обслуживающей. Подобная ситуация и в других шахтёрских городах в Зверево и Новошахтинске. Наличие крупных индустриальных зон определило выделение больших площадей под транспортную инфраструктуру в Таганроге и Новочеркасске. Низкие относительные показатели в Волгодонске и Батайске объясняются в первом случае значительной акваторией (32 км², самый высокий показатель среди округов), входящей в официальные границы города, а во втором – высокой плотностью застройки (47,6% от общей площади городских земель) и отвода транзитных магистралей на периферию городских территорий (табл.).

Таблица

**Площадь транспортных зон в городских округах Ростовской области
(составлено автором по данным www.tob1.rosreestr.ru)**

Города	Общая площадь земель, км ²	Из них отведённых под дороги, км ²	% дорог к общей площади городов	Протяжённость железных дорог, км	Плотность дорог, км/км ²
1	2	3	4	5	6
Ростов-на-Дону	348,50	43,72	12,53	405,851	1,163
Азов	66,23	10,2	15,45	52,135	0,79
Батайск	75,02	4,05	5,40	387,746	5,17
Волгодонск	168,82	11,12	6,58	82,572	0,489

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Гуково	34,32	10,61	31,21	30,372	0,893
Донецк	110,34	10,08	9,16	8,358	0,076
Зверево	31,21	3,28	10,58	6,35	0,205
Каменск	159,99	12,06	7,54	224,386	1,402
Новочеркасск	127,94	18,76	14,66	222,359	1,737
Новошахтинск	138,09	16,03	11,62	48,21	0,349
Таганрог	80,21	11,08	13,85	224,388	2,805
Шахты	348,50	34,03	21,40	72,711	0,457

Оценить уровень воздействия на городскую экосистему железнодорожного транспорта возможно через расчёт площади отводимых под него муниципальных земель, плотности и протяжённости железных дорог, которые показывают интенсивность и перспективные возможности эксплуатации высокоурбанизированных территорий железнодорожным транспортом. Если наличие магистральных железнодорожных линий с интенсивным движением, наряду с обеспечением развития социально-экономического потенциала городов, оказывает негативное воздействие на окружающую среду на микроуровне – в пределах узкой полосы в виде прямого шумового, электромагнитного загрязнения или загрязнения воздушной среды (в случае отсутствия электрифицированной линии), а также косвенное – через загрязнение гидросферы и почвы, то концентрация железнодорожных линий промышленного назначения может создавать менее интенсивное давление на окружающую среду, но на значительно большей площади.

По показателям протяжённости имеющихся железных дорог первое место среди городских округов Ростовской области принадлежит Ростову-на-Дону, являющимся крупнейшим транспортным узлом с центром перевалки грузов и пассажиров всех видов транспорта. Однако по плотности дорожной сети он уступает другим индустриальным центрам области – Новочеркасску и Таганрогу, а также крупнейшим региональным железнодорожным узлам – ст. Лиховской (транспортная часть городского округа Каменска-Шахтинского) и Батайску. Батайск, являясь по значимости федеральным железнодорожным узлом, обладает достаточно развитым промышленным комплексом, но по протяжённости дорог уступает Ростову-на-Дону. Каменск-Шахтинский по протяжённости железных дорог равен двум последним центрам, но уступает им по плотности дорог в пределах своей административной территории. Станция Лиховская, если рассматривать её как самостоятельное территориальное образование, по плотности дорог превосходит Батайск в 5 раз, а все остальные города в десятки раз. Эти станции имеют уникальные железнодорожные развязки с концентрацией в одном месте от 48 (Лиховская) до 59 (Батайск) полотен.

В результате исследования нами была проведена оценка уровня воздействия на природную среду железнодорожным транспортом. При проведении пошаговой балльной оценки были учтены относительно доступные пока-

затели имеющейся протяжённости и плотности путей в пределах городских поселений. Суммарная оценка проведённых расчётов в значительной степени подтверждает значимость Батайска, как крупнейшего железнодорожного узла Ростовской области, и, следовательно, крупнейшего центра влияния этого вида транспорта на окружающую среду. Последовательное расположение в рейтинге Ростова-на-Дону, Таганрога и Новочеркасска, указывает на логистическое сочетание индустриальных и транспортных функций этих округов, а Каменска-Шахтинского (прежде всего из-за ст. Лиховской), как транспортного узла.

Суммарная оценка воздействия на окружающую среду наземных видов транспорта проводилась по средневзвешенному показателю отдельных сегментов. Существенным фактором антропогенного давления на природную среду в городах являются транспортные зоны, где концентрируется наибольшее количество всех видов транспортных средств. Следовательно, при проведении комплексной оценки влияния транспорта на окружающую среду, необходимо учитывать долевыми показатели, отводимые под эти зоны.

Наибольшее давление со стороны наземного транспорта испытывают Ростов-на-Дону и Таганрог, которые являясь крупнейшими административными, заселёнными, индустриальными центрами, имеют наиболее сложную, разнообразную и разветвлённую транспортную структуру. Азов выделяется за счёт небольшой территории, на которой концентрируется высокоиндустриальный комплекс, имеющий постоянное поступательное развитие, тянущее за собой расширение транспортной инфраструктуры, особенно на логистической связке порта. Батайск, при относительно небольшой территории, принимает на себя основные функции транспортного узла с высоким уровнем логистики, особенно в формировании железнодорожных потоков. Достаточно высокий уровень транспортного давления в Новочеркасске и Шахтах связан с концентрацией транспортных средств, наличием в них крупных промышленных предприятий, для которых экономические связи являются неотъемлемой частью деятельности, близостью к федеральным транспортным коридорам. Остальные городские округа характеризуются пониженной (Волгодонск, Гуково, Донецк) и низкой (Зверево, Каменск, Новошахтинск) нагрузкой наземного транспорта.

Литература

Меринов Ю. Н., Меринова Ю. Ю. Развитие транспортной инфраструктуры в Ростовской агломерации // Академический вестник. 2012. № 2 (13). С. 83–89.

Управление федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Ростовской области. 2009-2015. URL: <http://www.tob1.rosreestr.ru> (дата обращения: 03.11.2015).

О РОЛИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ПАЛАТЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕГИОНА

Н. А. Бурков

*Вятский государственный университет,
Вятская государственная сельскохозяйственная академия*

Среди современных методов регулирования природоохранной деятельности все более значимое место занимает группа социально-психологических методов, к которой относятся, в частности, такие инструменты морального воздействия, как: образование и воспитание, доступность информации, общественное давление, переговорные процессы, добровольные соглашения и другие. Объектом управленческих воздействий здесь являются социальные и психологические процессы на уровне населения, производственного коллектива, различных общественных организаций. Зародившись в развитых странах в конце XX в., эти методы нашли свое применение и в России. Это связано, в первую очередь, с развитием институтов гражданского общества в РФ. Одной из наиболее авторитетных организаций в этом отношении является общественная палата Кировской области (далее – Палата). С момента своего образования в 2009 г. до настоящего времени в составе Палаты функционирует комиссия (далее – Комиссия), основной задачей которой является рассмотрение экологических проблем области и общественный контроль за деятельностью органов государственной власти в сфере охраны окружающей среды и регулирования природопользования.

В состав комиссии входили и входят как профессиональные специалисты – экологи (начальник Кировского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, доктор географических наук М. О. Френкель – председатель комиссии Палаты первого и третьего созыва), научно-педагогические работники (доктор технических наук Т. Я. Ашихмина, кандидат экономических наук Н. А. Бурков – председатель комиссии Палаты второго созыва), так и представители бизнеса, общественных организаций (В. И. Медведков, С. А. Крутиков, Ф. М. Хайруллин, В. А. Тарасов, Ю. Г. Скобов и др.). Такой состав комиссии позволил решать поступающие в Палату вопросы в сфере охраны окружающей среды практически на профессиональной основе и в то же время с максимальным учетом общественных интересов и интересов бизнес-структур.

В связи с тем, что основной целью деятельности Палаты является гармонизация отношений между Властью, Бизнесом и Гражданским обществом, работа Комиссии осуществляется в тесном взаимодействии с органами государственного управления природопользованием: федеральными (управление Росприроднадзора, управление Роспотребнадзора, Камское бассейновое управление Росводресурсы, Департамент по недропользованию по Приволжскому федеральному округу, управление Россельхознадзора по Кировской области и Удмуртской республике и др.) и областными (департамент

(с 2016 г. Министерство) экологии и природопользования, департамент (Министерство) лесного хозяйства, управление охраны и использования животного мира, управление ветеринарии и др.).

Основными формами работы комиссии являются рассмотрение вопросов на ее заседаниях, в том числе выездных, организация общественных слушаний и круглых столов. Наиболее значимые для региона вопросы выносились на пленарные заседания Палаты. За период работы Палаты таких вопросов было несколько:

- о состоянии и проблемах водных объектов Кировской области (апрель, 2011 г.);

- экологические проблемы г. Кирово-Чепецка и пути их решения (июнь, 2014 г.);

- о ходе выполнения федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» в Кировской области (сентябрь, 2015 г.).

В пленарных заседаниях Палаты принимали участие члены Правительства области, руководители органов государственной власти федерального и субфедерального уровней, органов местного самоуправления. Решения пленарных заседаний с рекомендациями по устранению выявленных в ходе подготовки и обсуждения вопросов рассылаются всем заинтересованным организациям и освещаются в средствах массовой информации.

На заседаниях Комиссии рассматриваются как принципиальные вопросы, определяющие экологическую стратегию Кировской области, так и текущие вопросы природоохранной деятельности, в том числе по обращениям граждан.

К числу первых можно отнести такие рассмотренные вопросы, как реабилитация техногенно загрязненных территорий в районе размещения Кирово-Чепецкого промузла, вопросы уничтожения химического оружия и конверсии объекта после уничтожения, состояние зеленых насаждений г. Кирова и предотвращение уничтожения парков и скверов города, охрана окружающей среды от твердых отходов производства и потребления. Среди наиболее серьезных вопросов, вызывавших значительный общественный резонанс и рассмотренных Комиссией, можно назвать, в частности, следующие.

В 2009 г.:

- об экологическом образовании в Кировской области;

- об экологической безопасности в районе размещения радиационных объектов;

- об участии в научно-практической конференции «Современная радиологическая обстановка в Кировской области».

В 2010 г.: – о законе «Об экологической культуре населения Кировской области»;

- об обеспечении населения Кировской области питьевой водой;

- о загрязнении р.Вятки в г.Кирове (по факту загрязнения 28–29.04.2010);

- о состоянии и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в Кировской области;
- о перспективах разработки Верхнекамского месторождения фосфоритов;
- о проблеме загрязнения атмосферного воздуха в районе размещения бывшего шламоотвала Кировского биохимического завода.

В 2011 г.:

- о строительстве завода по переработке отходов в городе Кирове;
- рассмотрение обращения председателя дачного товарищества «Лесник» В. Е. Кононова о вырубке Калининского бора (п. Известковый Слободского р-на);
- о финансировании природоохранной деятельности в Кировской области;
- об общественных обсуждениях предварительных материалов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) по мероприятиям вывода из эксплуатации радиационно-опасных объектов Кирово-Чепецкого отделения ФГУП «РосРАО»;
- о загрязнении сточными водами ФКУ ИК-17 УФСИН России по Кировской области в г. Омутнинске водных объектов;
- о состоянии зеленых насаждений г. Кирова.

В 2012 г.:

- об изменении назначения части территории парка Победы с зоны «рекреационного назначения» на «зону общественно-деловой застройки»;
- о полигоне твердых бытовых отходов в Советском районе Кировской области;
- о проблеме снежных свалок в г. Кирове.

В 2013 г.:

- о реализации областной целевой программы «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления на территории Кировской области» на 2012–2017 годы;
- об оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС). Деятельность по выводу из эксплуатации радиационных источников Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»;
- о зонах санитарной охраны поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения;
- об экологических последствиях возможного строительства целлюлозно-бумажного комбината в порядке конверсии объекта по уничтожению химического оружия в п. Марадьковский;
- о законопроекте Кировской области «Об экологической культуре населения»;
- об основных направлениях деятельности природоохранной прокуратуры Кировской области;
- о состоянии Омутнинского водохранилища.

В 2014 г.:

- о наличии и состоянии ливневой канализации в зонах санитарной охраны питьевых водозаборов г.г. Кирова, Кирово-Чепецка;
- о последствиях ЧС на перегоне Поздино-Полой, связанной с разливом и возгоранием опасного грунта;
- о проблеме отведения ливневых сточных вод в г.г.Кирове, К-Чепецке;
- выездное заседание в заповедник «Нургуш» о проблемах его расширения и режима охраны водных объектов;
- о состоянии подземных вод и лицензировании недропользования;
- о государственном контроле за использованием агрохимикатов в Кировской области.

В 2015 г.:

- о плодородии почв Кировской области;
- об эффективности государственного контроля над исполнением законодательства об охране и воспроизводстве водных биологических ресурсов;
- о ходе работ по реабилитации радиационно-загрязненных территорий в г. Кирово-Чепецке;
- о реализации Генеральной схемы очистки территории населенных пунктов муниципальных образований Кировской области;
- об исполнении требований природоохранного законодательства по включению объектов размещения отходов, расположенных на территории Кировской области, в государственный реестр объектов размещения отходов.

Серьезные вопросы выносились комиссией на Гражданские форумы, ежегодно проводившиеся Палатой.

На круглом столе первого Гражданского форума в 2011 г. «Экологические риски на территории Кировской области» основные природоохранные проблемы были впервые сформулированы от лица широкой общественности. На секции «Гражданские инициативы в решении вопросов охраны окружающей среды и утилизации отходов» Гражданского форума в 2013 г. рассматривались вопросы утилизации древесных отходов, соблюдения экологических требований в градостроительной деятельности в г. Кирове, реализации в мкр. Вересники г. Кирова рекреационно-оздоровительного комплекса «Хлыновские палаты».

Комиссия чутко реагировала на рассмотрение экологических проблем, инициируемых гражданами и их коллективами, путем проведения круглых столов и общественных слушаний. Наибольший резонанс имели вопросы неправомерной застройки городских парков и скверов объектами градостроительной деятельности и связанные с ними состояние зеленых насаждений г. Кирова и пути развития зеленого хозяйства. На эту тему в разные годы проводилось 5 общественных слушаний и круглых столов. Кроме этого, рассматривались следующие вопросы:

- по выводу из эксплуатации объектов Кирово-Чепецкого химкомбината (2013 г.);
- о проблеме создания Национального парка «Атарская Лука» (2014 г.);
- по охотпользованию в лесном фонде (2014 г.);

– о внесении изменений в федеральное законодательство об особо охраняемых природных территориях (2015 г.).

По всем рассмотренным вопросам направлялась информация в органы государственной власти, местного самоуправления, всем заинтересованным лицам. В ходе работы выявлялись недостатки законодательства, действующей системы управления природоохранной деятельностью, изъяны в деятельности государственных и муниципальных органов. Так, при рассмотрении вопроса о снежных свалках было выявлено, что эта деятельность практически не регулирована экологическим законодательством, и все государственные органы заявили, что она не является предметом контроля с их стороны. Близка к ней ситуация и с вопросом о состоянии и охране зеленых насаждений в городах области. Недоработка органов государственного контроля Кировской области по контролю за ситуацией кажется настолько же очевидной, как и ответственность органов местного самоуправления за состояние вопроса в целом. Коллизии лесного законодательства и законодательства об охране и регулировании использования животного мира были предметом рассмотрения Комиссии с участием ученых, специалистов и государственных органов на круглом столе в апреле 2014 г. Резолюция круглого стола была предметом последующего рассмотрения комитетом по экологической безопасности, природопользованию и лесному комплексу законодательного собрания Кировской области; заседания с участием Губернатора области Н.Ю.Белых, заместителя министра природных ресурсов РФ В.А.Лебедева; профильного комитета Государственной Думы РФ.

Помимо отмеченных форм работы Комиссии по ее инициативе регулярно ежегодно с 2012 г. проводились конкурсы на лучшее предприятие по охране окружающей среды и на лучшую выпускную квалификационную работу экологической направленности. В них принимали участие по 6–10 предприятий области и 30–40 выпускников высших учебных заведений г. Кирова. Победителям конкурсов на пленарных заседаниях Палаты вручались грамоты и памятные призы.

Тематика и широта вопросов, рассматриваемых Комиссией, формат ее работы позволяет говорить о том, что попытка ее влияния на деятельность органов власти и бизнес является вполне конструктивной, учитывает максимум интересов вовлеченных сторон и может иметь неплохой народнохозяйственный эффект в случае более полной реализации вносимых рекомендаций.

Литература

Бурков Н. А. Современные подходы к управлению региональным природопользованием (Кировская область). Киров: Изд-во ООО «ВЕСИ», 2015. 462 с.

Доклад о состоянии гражданского общества в Кировской области за 2012 г. Режим доступа: <http://орко43.ru>.

Доклад Общественной палаты Кировской области «О состоянии гражданского общества в Кировской области» за 2014 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://орко43.ru>.

Пахомова Н. В., Эндерс А., Рихтер К. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2003. 544 с.

ОБЩЕСТВЕННАЯ ПРОГРАММА «КАСАТИК»

О. С. Павлова, С. Г. Мухачев

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Объединенная Дружина охраны природы имени Ф. Мухамадеевой,
Ipravlovaolesya-1992@mail.ru, ksoes@mi.ru*

Влияние на состояние природных участков на урбанизированных территориях Российской Федерации неуклонно возрастает по вине в первую очередь строительного бизнеса, местами неразделимо сросшегося с исполнительной властью. Особые беды обрушиваются на природу, когда реализуются объекты федерального значения и когда нужно в сжатые сроки «освоить» федеральные деньги. В этих условиях перестают действовать практически все природоохранные законы, нормы и правила, регулирующие использование объектов растительного и животного мира. Это наглядно продемонстрировано практикой строительства объектов Универсиады-2013. Но и без того поползновения на воспроизводственные участки «краснокнижных» видов были скорее правилом, а не исключением. Поэтому для спасения ценных видов в урбанизированной среде общественные организации Казани разработали и проводят в жизнь программу «Касатик», предусматривающую разведение и реинтродукцию в городскую среду редких видов травянистых растений. Программа «Касатик», разработанная нашей дружиной, была утверждена Татарстанским республиканским советом ВООП и в 2013–2014 гг. получила финансовую поддержку Министерства труда, занятости и социальной защиты РТ.

При подготовке площадки под строительство стадиона, перед замывом протоки и острова с редкими видами, по инициативе ОДОП была организована пересадка растений на новые места. Поскольку силы, которые выделил Горводзеленхоз г. Казани и ЦТУ Минэкологии РТ не хватало, было опубликовано в местных СМИ обращение к жителям города. В итоге Минлесхоз выполнил работы по пересадке ужовника, Минэкология пересадила в заказник «Свияжский» 75 куртин касатика сибирского, а Горводзеленхоз на городские территории пересадила 80 корней касатика аировидного. За эти три дня жители города, откликнувшиеся на призывы СМИ, пересадили более 800 корней касатика аировидного и 6 корней касатика сибирского. Естественно, всем жителям, участвующим в акции, были даны рекомендации по посадке и уходу за касатиковыми.

На оставшихся природных участках – острове вблизи Дворца водных видов спорта, расположенного на берегу Казанки на месте бывших коллективных садов, а также в границах водно-болотного комплекса под поселком «Торфяной» – удалось свести отрицательные воздействия к минимуму. Об этом свидетельствуют встречи здесь горностаия, бобра, остановки лебедей на пролете, гнездование большой выпи, естественный рост численности касати-

ковых после того, как были прекращены практически полностью поджоги сухой травы в весенние периоды самого начала вегетации.

С 2009 г. дружина реализует семенное размножение касатика сибирского и высаживание его в места естественного произрастания в 3-х месячном возрасте рассады. На рисунках 1 и 2 показана динамика численности касатика сибирского на острове напротив Дворца водных видов спорта и под поселком «Торфяной».

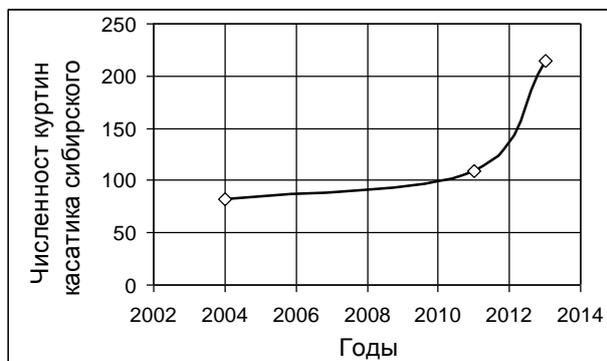


Рис. 1. Изменение прироста численности популяции касатика сибирского на острове

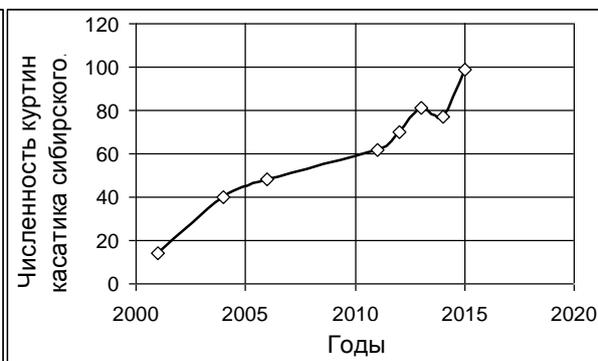


Рис. 2. Изменение прироста численности популяции касатика сибирского под пос. «Торфяной»

Кроме того, были предприняты попытки высаживания рассады касатика сибирского (рис. 3) на внутридворовые газоны и личные участки граждан. Существенного различия в приживаемости, составляющей 25–35%, в этом случае, по сравнению с посадками в природную среду, не выявлено.



Рис. 3. Рассада касатика сибирского в возрасте 3 месяца



Рис. 4. Касатик сибирский на придомовом газоне

Следует отметить высокую приживаемость касатика аировидного. И его высокие декоративные качества, обуславливающие предпочтительность

посадок на берега городских озер перед использованием в озеленении декоративных цветов. Касатики практически не требуют никакого ухода. И это является одним из весомых аргументов в обосновании стратегии озеленения береговых участков городских водоемов.

Литература

Зарипова Н. Р., Мухачев С. Г. Особенности динамики численности редких видов травянистых растений на некоторых участках побережья и островах р. Казанки в черте города Казани // Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов: Сб. докл. II Междунар. молодежной науч. конф., 1–3 окт. 2014 г. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Ч. 1. С. 23–27.

Мухачев С. Г., Павлова О. С., Джамолов Ф. Б. и др. Перспектива организации особо охраняемой природной территории в границах озерно-островного комплекса под пос. «Торфяной» // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2014. № 1–2. С. 126–129.

Организация силами студентов вузов Казани предпроектных исследований и ландшафтного проектирования рекреационной и особо охраняемой природной территории побережья р. Казанки под пос. «Торфяной»: отчет о НИР (заключ.): дог. № 64 / Татарстанская республиканская организация общественной организации «Всероссийское Общество охраны природы». Рук. Т. Ф. Лядова. Казань, 2013. 65 с.

Привлечение студентов вузов Казани к разработке предложений по проектированию парковой зоны и сохранению природного комплекса на территории правобережья, островов и акватории р. Казанки между третьей и четвертой транспортными дамбами: отчет о НИР (заключ.): дог. № 77 / Татарстанская республиканская организация общественной организации «Всероссийское Общество охраны природы». Рук. Т. Ф. Лядова. Казань, 2014. 48 с.

ВНЕКЛАССНОЕ МЕРОПРИЯТИЕ «ХИМИЧЕСКИЕ ЧУДЕСА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЫТОВЫХ РЕАКТИВОВ

Т. Н. Черанёва, А. С. Ярмоленко

Вятский государственный университет, 79531318946@yandex.ru

Для экологического образования школьников применяется большой спектр мероприятий. Современная общеобразовательная школа закладывает новый тип личности — экологический. Для реализации школьного экологического образования применяются различные формы: включение аспектов экологии в учебные дисциплины, создание различных интегрированных курсов, введение в практику обучения специального предмета — экологии.

Основы экологических знаний закладываются на уроках естественнонаучного цикла — географии, биологии, химии. Введение экологических основ в курс позволяет раскрывать роль экологии в повседневной жизни. Мы не задумываемся о роли химии в нашей жизни и обвиняем её во всех экологических проблемах (Кузьменок, 1996; Иноземцева, 2014).

Химия является предметом, при изучении которого экологические аспекты необходимо освещать практически на каждом уроке. В основе экологического воспитания лежат представления о взаимной связи состава, строения и свойств веществ, их биологических функций, двойственной роли в живой и

неживой природе, биологической взаимозаменяемости химических элементов и последствиях этого процесса для организмов.

Цель данной работы: помочь учащимся в развитии интереса к химии с помощью лабораторных и демонстрационных экспериментов с бытовыми реактивами и получению экологических знаний. Экологические знания помогут школьникам опровергнуть существующий миф о «вине» химии в сложившейся экологической ситуации.

В ННОФ Центре дополнительного образования «Одаренные дети Вятки» г. Кирова в рамках образовательной программы «Дети XXI века» разработано и проведено внеклассное мероприятие «Химические чудеса». Учащиеся разделены по возрастным группам с 1 по 9 класс. Это позволило организовать работу с учащимися по двум направлениям проведения химических экспериментов: демонстрационный (1–5 класс) и лабораторный (6–9 класс). Дети с 1–5 класс еще не знакомы с химией, как с предметом, наблюдали демонстрационный эксперимент. Дети с 6–9 класс, уже частично знакомы с химией или изучают её, наблюдали лабораторный эксперимент.

Во внеклассном мероприятии использованы наиболее распространенные и известные детям препараты и медикаменты, с которыми они сталкивались в быту: питьевая сода (NaHCO_3), мыло ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$), зеленка ($\text{C}_{27}\text{H}_{34}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}$), фурацилин ($\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_4\text{O}_4$), марганцовка (KMnO_4), поваренная соль (NaCl), сульфат меди (CuSO_4), которые обладают антисептическим действием для человека и растений. Из лекарственных препаратов использовался глюконат кальция ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{14}\text{Ca}$), а так же уксусная кислота (CH_3COOH). Медицинские препараты (глюконат кальция, фурацилин, зеленка и марганцовка), использовались в эксперименте части как с действующим, так и с истекшим сроком годности.

В эксперименте внеклассного мероприятия, как для 1–5 так и для 6–9 классов, проведены опыты: «Цветик-семицветик», «Фараоновы змеи», «Самовоспламеняющаяся салфетка», «Волшебная зеленка», «Пена», «Желтый или красный?», «Василек» (Бабич, 1991; Гинсбург, 1989). Опыты «Фараоновы змеи» и «Самовоспламеняющаяся салфетка» проводились нами демонстрационно вне зависимости от возраста учащихся.

Занятие проводилось по следующему алгоритму. Вначале проводился опрос учащихся о применении препаратов и медикаментов, используемых в эксперименте. Далее рассказывалось о применении данных реактивов в быту. По итогам беседы проводился эксперимент с необходимыми пояснениями. Опыты «Цветик-семицветик», «Фараоновы змеи», «Самовоспламеняющаяся салфетка», «Волшебная зеленка», «Пена», «Желтый или красный?» основывались на окислительно-восстановительных реакция, а опыт «Василек» – на реакции обмена. Во время эксперимента дети внимательно наблюдали за происходящим. Некоторые из них изъявляли желание оказать помощь в проведении эксперимента, и активно комментировали происходящее. Опыты «Фараоновы змеи» и «Самовоспламеняющаяся салфетка» просили показать

повторно. По окончании занятия проведен письменный опрос, по результатам которого сделан вывод об усвоении данного материала.

Внеклассное мероприятие «Химические чудеса» с использованием лабораторного и демонстрационного экспериментов с бытовыми реактивами способствовало развитию интереса у учащихся к химии. Параллельно предложена утилизация медицинских препаратов с истекшим сроком хранения при проведении указанных выше опытов, в результате которых выделяются углекислый газ и вода, не оказывающие негативного влияния на живой организм и окружающую среду. При изучении в химии свойств веществ можно оценить их воздействие на окружающую среду, а так же влияние на биологические организмы.

Литература

Бабич Л. В., Балезин С. А., Гликин Ф. Б. Практикум по неорганической химии. М.: Просвещение, 1991. С. 122, 155–159, 172, 174.

Гинсбург О. Ф., Завгородний В. С., Зубрицкий Л. М., Павлова Л. А., Ралль К. Б., Севбо Д. П., Стадничук М. Д. Практикум по органической химии. М.: Высшая школа, 1989. С. 318.

Иноземцева Е. В. Экологическое воспитание на уроках химии // Молодой ученый. 2014. № 18. С. 561–564.

Кузьменок Н. М. Экология на уроках химии. М.: ООО Красикопринт, 1996. С. 159–167.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ КРИСТАЛЛОХИМИИ

М. А. Зайцев, А. С. Расторгуева

*Вятский государственный университет,
michail-zajcev@yandex.ru, algiss-alina@mail.ru*

Учебная дисциплина «Кристаллохимия» является примером комплексного предмета, требующего знаний в области физической, неорганической, органической и коллоидной химии. Несмотря на то, что многие понятия кристаллохимии затрагиваются в отдельных разделах соответствующих учебных дисциплин, чрезвычайно высокая комплексность и системность предмета создают сложность в восприятии этого материала студентами. В теоретических исследованиях строения кристаллов широко применяется компьютерное моделирование кристаллических структур. Но наибольшую ценность для химика представляют качественные закономерности, позволяющие предсказать состав и свойства продуктов реакции без проведения расчета. Многие такие закономерности, вошедшие в ряд химических дисциплин, имеют кристаллохимическую основу. Польза кристаллографии для химика не ограничивается только влиянием кристаллической структуры на свойства и реакционную способность отдельных классов соединений. Знание основ кристаллохимии

оптимизирует и ускоряет весь процесс исследования веществ и материалов (Бокий, 1960).

Подавляющее большинство студентов испытывают существенные трудности при изучении этой сложной дисциплины. По мнению студентов химического факультета ВятГГУ, это объясняется следующим:

- большая информативность материала при недостаточном уровне освоения общих дисциплин;
- недостаточность в открытом доступе и в научной библиотеке ВятГГУ специальных источников литературы, наиболее полно отражающих все аспекты данного предмета;
- отсутствие навыка выделения значимой информации, что в значительной мере увеличивает время на освоение материала;
- отсутствие мотивации к изучению данного предмета.

Для решения указанных проблем в преподавании кристаллохимии нами используются современные информационные образовательные технологии, являющиеся одним из необходимых условий повышения качества образования в условиях информатизации общества (Голицына, 2006).

В организации учебного процесса по дисциплине «Кристаллохимия» широко используются универсальные инструментальные средства.

Так, при чтении лекций используются готовые презентации, выполненные в программе Microsoft Power Point и выдаваемые студентам после прочтения лекций, что позволяет перевести часть информационной нагрузки в визуальную область и предоставляет преподавателю увеличить объем передаваемой информации, представлять и структурировать оригинальный материал (иллюстрации, схемы, таблицы, портреты ученых, модели), а студентам – получать больший объем информации, расширять кругозор, получать материал в систематизированном, классифицированном виде, легче запоминать материал через его визуализацию (Булгакова и др., 2010).

Студентам предлагается составлять и собственные презентации по результатам учебно-исследовательской работы. Собственные презентации студенты используют при выступлениях на конференциях. При этом оценивается не только основное содержание и качество выполнения презентации, но и отражение в ней междисциплинарных связей и связи изученного материала с практикой.

Электронные презентации также используются для проверки усвоенного студентами материала лекций путем вывода на экран тестовых заданий.

При решении задач (на определение симметрии, определение числа формульных единиц в ячейке, определение плотности кристаллов, определение параметров решетки кристаллических веществ, определение числа слоев шаровых упаковок и др.) и для обработки результатов учебно-исследовательской работы по кристаллохимии студенты используют средства программы Microsoft Excel. Это способствует формированию у студентов навыков, применяемых в реальной практической деятельности специалистов-химиков.

Кроме этого, при обучении используются и специализированные программные продукты, например, пакет ChemBio Office 2010, позволяющий: составлять модель структуры вещества, изобразить на проекции расположение элементов симметрии и атомов в элементарной ячейке (программа Chem BioDraw Ultra 12.0).

Для получения актуальной информации по кристаллохимии студентам предлагаются каталоги общедоступных Интернет-сайтов, включающие минералогические базы данных (например, webmineral.com), тренировочные тесты на проверку знаний по кристаллографии (например, geokniga.org). Также студентам предлагаются статьи, содержащие обзоры наиболее известных и доступных информационных ресурсов по кристаллохимии (например, (database ..., Чупрунов и др., 2006)). Это позволяет студентам быть в курсе современных достижений кристаллохимии и использовать их при самостоятельном выполнении учебно-исследовательских работ.

Использование приведенных выше информационных образовательных технологий при обучении дисциплине «Кристаллохимии» способствует повышению мотивации к изучению данной дисциплины, более глубокому усвоению материала, развитию умений и навыков поиска, анализа и структурирования информации и, в конечном счете, формированию общекультурных и профессиональных компетенций, определенных в современных Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования.

Литература

Бокий Г. Б. Кристаллохимия. М.: Изд-во МГУ, 1960. 11 с.

Булгакова О. Н., Халфина П. Д., Шрайбман Г. Н., Иванова Н. В. Из опыта применения мультимедийных технологий в преподавании химических дисциплин // Вестник Кемеровского государственного университета. 2010. № 2. С. 32–36.

Голицына И. Н. Решение образовательных задач на основе четырехуровневой структуры внедрения информационных технологий // Образовательные технологии и общество. Казань: Казанский государственный технологический университет, 2006. Т. 9. № 4. С. 269–275.

Чупрунов Е. В., Хохлов А. Ф., Фаддеев М. А. Основы кристаллографии: Учебник для вузов. М.: Издательство Физико-математической литературы, 2006.

database.iem.ac.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕРЕСА УЧАЩИХСЯ К ИЗУЧЕНИЮ ХИМИИ

А. А. Русских, Н. В. Сырчина

Вятский государственный университет, russkih1989@yandex.ru

Целенаправленное формирование познавательного интереса является необходимым условием успешного развития личности ученика в процессе учебной деятельности. Вместе с тем сложившуюся в отечественной педагогике методическую систему организации познавательной деятельности нельзя

признать достаточно эффективной и соответствующей современным задачам химического образования (Емельянова, 2005). Все более и более обостряется проблема, связанная с необходимостью получения прочных знаний по основам химии и возможностью организации познавательной деятельности, соответствующей интересам и склонностям учащихся. Успешное освоение предмета возможно только в том случае, когда его содержание и формы изучения соответствуют мотивационным потребностям учеников.

Химия, как учебный предмет естественнонаучного цикла, обладает большим развивающим потенциалом, однако для реализации этого потенциала необходимы соответствующие условия. Исследования показывают, что наиболее перспективным направлением в этом отношении может стать практика творческого использования соответствующих интегративных подходов на межпредметной основе. Интеграция знаний и экспериментальных умений, формируемых при изучении химии, с соответствующими знаниями и умениями, получаемыми при освоении других дисциплин гуманитарного и естественнонаучного цикла, способствует повышению мотивации к изучению химии (Окольников, 2009).

В качестве эффективного направления реализации интегративного подхода может выступать кружковая работа по химии. Тематика работы кружка может быть сформирована таким образом, чтобы максимально учесть интересы и мотивационные предпочтения учащихся, необходимые для повышения эффективности образования и успешного развития личности (Колчанова, 2004).

Цель исследования заключалась в разработке приемов повышения интереса (мотивации) к изучению химии за счет включения в программу работы кружка «Основы химии пищевых продуктов» материала экологической направленности.

Содержание кружковой работы включало освещение вопросов рационального питания, химического состава пищи, методов определения качества и безопасности некоторых продуктов питания.

Поскольку важнейшим фактором обеспечения качества и безопасности продуктов питания является экологический фактор, включение экологической проблематики в содержание работы кружка было вполне логичным. Для изучения экологических аспектов питания в программу работы кружка были включены следующие вопросы:

1. Организация правильного питания в соответствии с особенностями условий проживания населения.
2. Особенности питания населения Кировской области.
3. Влияние загрязнения среды на качество и безопасность продуктов питания.
4. Экология садового участка, или как предотвратить загрязнение выращиваемой продукции токсичными веществами.
5. Определение нитратов в овощах.

Занятия кружка и экспериментальные исследования проводились в МБОУ «СОШ с УИОП № 61» г. Кирова (2014–2015 гг.) и в МБОУ «СОШ с УИОП № 74» г. Кирова (2015–2016 гг.). На базе этих школ был организован кружок «Основы химии пищевых продуктов» для учащихся старших классов.

В работе кружка, в общей сложности, приняли участие 28 человек. Занятия проводились 1 раз в неделю. Посещение кружка было стабильным, обучающиеся проявляли интерес и активность, как на занятиях, так и при подготовке домашнего задания.

В рамках кружка были выполнены 2 исследовательские работы.

Ученики школы № 61 изучили влияние особенностей рационов питания (химического состава пищи) на здоровье подростков; предметом исследовательской работы учеников школы № 74 стали показатели качества меда, собранного в разных районах Кировской области (Русских, 2016).

В выполнении исследовательской работы приняли участие 5 человек, что составило 18% от общего числа членов кружка.

Результаты исследований были оформлены в виде научно-исследовательских работ, представлены на конкурс им. В. И. Вернадского и доложены на школьном родительском собрании.

Для оценки уровня мотивации был проведен констатирующий (определение начального уровня мотивации) и формирующий (оценка изменения уровня мотивации) эксперименты. Уровень мотивации обучающихся оценивался по методу О. С. Гребенюка (2003) и С. В. Жигалевой (2005).

Коэффициент активности учащихся на уроке определялся согласно методике С. В. Кашириной (2006).

После проведения констатирующего эксперимента были получены следующие данные: 44% учеников показали третий уровень мотивации изучения химии и 11% учеников – четвертый.

В результате занятий в кружке количество учащихся с третьим уровнем мотивации изучения химии, т. е. с высокой сформированностью у учащихся всех компонентов мотивации, возросло на 20%, количество учащихся с четвертым (высшим) уровнем мотивации – на 10% от первоначальных показателей. Уровень мотивации, рассчитанный по методике С. В. Жигалевой и Э. Ю. Керимовой показал похожие результаты.

Коэффициент активности учащихся на уроке (в основном учащихся, которые занимались исследовательской работой) поднялся с 32 до 54%.

Число обращений с вопросами к учителю химии со стороны членов кружка значительно увеличилось (по данным учителя химии). Обучающиеся стали посещать библиотеку для изучения теоретических вопросов, связанных с работой в кружке. Повысился интерес не только к химии, но и к другим предметам (по отзывам учителей).

Согласно результатам педагогического эксперимента, эффективным приемом, способствующим повышению интереса школьников к изучению химии, является интегративный подход, актуализирующий межпредметные связи и отношения. Включение в программу работы кружка экологической пробле-

матики позволяет не только повысить уровень мотивации к учению, но и значительно расширить химический кругозор и компетентность обучающихся в сфере естественных наук.

Литература

Гребенюк О. С. Общие основы педагогики: Учебник для вузов. М.: Владос, 2003. 160 с.

Емельянова Е. О. Познавательная деятельность учащихся в процессе обучения химии: Дис. ... д-ра пед. наук. Липецк, 2005. 362 с.

Жигалева С. В. Развитие мотивации школьников при изучении химии в условиях перехода к профильному обучению. Пенза, 2005. 86 с.

Каширина С. В. О некоторых результатах педагогического эксперимента по обучению химии учащихся «экономистов»: Автореф. ... канд. пед. наук. Н. Новгород, 2006. 121 с.

Колчанова Л. В. Формирование социально-экологической направленности личности школьника в процессе обучения: На материале изучения химии: Дис. ... канд. пед. наук. Белгород, 2004. 225 с.

Окольников Ф. Б. Интеграция экспериментальных химических умений учащихся (на примере химии и биологии): Дис. ... канд. пед. наук. М., 2009. 179 с.

Русских А. А., Сырчина Н. В. Формирование знаний об основах химии пищевых продуктов как способ повышения мотивации школьников к изучению предмета // Оценка достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы в системе естественнонаучного образования: Материалы 43-й областной науч.-практ. конф. учителей географии, биологии, химии, экологии. Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2016. С. 39–41.

ПРОИЗВОДСТВО КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОСФОРИТОВ ВЯТСКО-КАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е. Е. Татарина¹, Н. В. Сырчина¹, Ю. Н. Терентьев²

¹ Вятский государственный университет,

² ОРП КЧ «РусГазИнжиниринг»,

ElenaWisokoram@yandex.ru, nvms1956@mail.ru, Teryun@yandex.ru

Фосфоритовые руды Вятско-Камского месторождения являются одним из основных видов ценного минерального сырья, запасы которого сосредоточены на территории Верхнекамского района Кировской области. При обеспечении устойчивого спроса на фосфориты Верхнекамский рудник в год способен производить до 500–600 тысяч тонн фосфоритной муки, содержащей 21–23% P₂O₅ (Малявин, Перова, 1999). Кроме основного действующего вещества Верхнекамская фосфоритная мука содержит такие ценные микроэлементы, как Мо (110 мг/кг) и Zn (240 мг/кг) (www.fosmuka-vk.com). Следует подчеркнуть, что низкая обеспеченность молибденом характерна для 85–100% пашенных земель Кировской области (Молодкин, 2008).

В настоящее время Вятско-Камские фосфориты перерабатываются в фосфоритную муку, предназначенную для использования в качестве мине-

рального удобрения. Однако в общей структуре спроса на различные виды минеральных удобрений фосфорные удобрения занимают последнее место. Основная доля спроса приходится на азотные и комплексные (NPK) удобрения. Низкий спрос на фосфорные удобрения резко снижает рентабельность производства фосфоритной муки и заставляет искать новые направления переработки фосфоритов в более ценную продукцию. Одним из таких направлений может стать производство недорогих комплексных органоминеральных удобрений (ОМУ) для местного использования.

Цель исследования: разработать оптимальный состав и технологию получения дешевого ОМУ, адаптированного к особенностям почв Кировской области.

Задачи исследования: рассчитать состав ОМУ для осеннего и весеннего внесения в кислые почвы Кировской области; определить сырьевые источники для производства ОМУ; разработать технологическую схему производства; получить образцы ОМУ; рассчитать стоимость удобрения.

В состав ОМУ включаются: фосфоритная мука (ООО «Верхнекамские удобрения»); электролитный хлорид калия (ОАО «Соликамский магниевый завод»); аммиачная селитра (ОАО «Завод минеральных удобрений КЧХК»); торфогель (ООО «Техносорб»).

Использование фосфоритной муки в условиях Кировской области может быть достаточно эффективным в связи с тем, что для многих районов области характерны бедные гумусом кислые и слабокислые дерново-подзолистые почвы с низким содержанием обменного кальция (Соболев, 2007).

Кислая среда способствует переходу малорастворимых фосфатов в более растворимые гидрофосфаты, что приводит к повышению биодоступности фосфора и снижению кислотности почвы. Агрохимический эффект повышается при осеннем внесении фосфоритов под перепашку почвы.

В качестве калийного компонента в составе ОМУ используется электролитный хлорид калия (отход магниевого производства ОАО «Соликамский магниевый завод»), содержащий до 75% KCl. Хлорид калия является наиболее концентрированным калийным удобрением, способствующим повышению урожайности и зимостойкости сельскохозяйственных культур. Входящий в состав этого отхода магний, повышает эффективность использования удобрения на кислых почвах.

Для обеспечения необходимого содержания азота в состав ОМУ вводится аммиачная селитра, являющаяся одним из наиболее дешевых, концентрированных и эффективных источников азотного питания растений. В присутствии аммиачной селитры повышается биодоступность фосфора, содержащегося в фосфоритной муке. Это удобрение выпускается в Кировской области, что существенно снижает логистические затраты на его транспортировку.

Для повышения агрохимической эффективности комплексного удобрения используется торфогель, содержащий 30–35 г/л гуминовых веществ в форме гуматов. Гуматы способствуют росту и развитию растений, существенно повышают эффективность усвоения всех минеральных элементов,

способствуют формированию иммунитета растений, позволяют снизить дозу внесения минеральных удобрений в почву (Дмитриченко, 2009).

Состав удобрений для осеннего внесения существенно отличается от состава удобрений для использования в весенний период. Основное отличие осенних удобрений – низкое содержание азота.

Расчетный состав ОМУ для осеннего и весеннего внесения в почву представлен в таблице.

Таблица

Состав ОМУ

Назначение	Соотношение действующих веществ, % масс	Содержание компонентов на 1 т готового ОМУ			
		Фосфоритная мука, кг	Электролитный хлорид калия, кг	Аммиачная селитра, кг	Торфогель (в пересчете на сухое вещество), кг
ОМУ для осеннего внесения в почву	N – 3 P (P ₂ O ₅) – 14 K (K ₂ O) – 14 гуматы – 0,35 Mo – 70 г на 1 тонну ОМУ	640	300	85	20
ОМУ для весеннего внесения в почву	N – 10 P (P ₂ O ₅) – 10 Kс (K ₂ O) – 10 гуматы – 0,35 Mo – 52г на 1 тонну ОМУ	470	220	290	20

Технология гранулирования. Смешивание сухих навесок компонентов осуществляется в периодическом режиме в аппарате периодического действия типа бетоносмесителя с двумя Z-образными лопастями. Далее порция смеси поступает в дезинтегратор для проведения измельчения и одновременно механоактивации поверхности частиц. Полученная измельченная смесь направляется в горизонтальный корытообразный двухвальный смеситель, куда через форсунки в крышке аппарата подается торфогель. Увлажненная смесь подается на винтовой питатель и далее на пресс-гранулятор типа ОГМ-1,5 с фильерами диаметром 3 мм и установкой срезающего ножа на высоту 3 мм. Полученные пеллеты с влажностью около 12–15% масс. поступают в противоточную барабанную сушилку, в которой происходит окатывание и сушка гранул до остаточной влажности 1% масс. Для того чтобы сохранить ценные свойства гуматов и обеспечить достаточную скорость процесса высушивания, температура сушильного агента на входе должна составлять 150 °С. Высушенные гранулы охлаждаются в аэрожелобе воздухом и подаются на упаковку.

Полученные таким способом гранулы имеют прочность не менее 2 кг на гранулу, что обеспечивает стабильность ОМУ при транспортировке. Размер гранул позволяет вносить ОМУ в почву сеялкой вместе с семенами. Проч-

ность гранул предотвращает пыление удобрения при использовании. Гранулы ОМУ не проявляют признаков слеживания или разрушения при хранении в открытом виде в течение 6 месяцев.

В почве гранулы ОМУ за счет водорастворимых компонентов быстро разрушаются. Химическая активация фосфоритной муки хлоридами калия, магния и нитратом аммония обеспечивает высокую усвояемость фосфора уже в первый год после внесения удобрения.

На основе Верхнекамской фосфоритной муки, электролизного хлорида калия, аммиачной селитры и торфогеля может быть получено бюджетное сбалансированное гранулированное ОМУ (NPK+гуматы) для осеннего или весеннего внесения в кислые дерново-подзолистые почвы.

Состав компонентов, условия смешивания, гранулирования и высушивания позволяют получить прочные, несслеживающиеся гранулы. Отпускная стоимость готового удобрения в розничную сеть составляет для осенней марки 12000 руб/т, для весенней марки 14000 руб/т.

Внедрение полученных результатов в практику позволит расширить рынок сбыта фосфоритов Верхнекамского месторождения, решить проблему рационального использования отработанного электролита магниевое производства, наладить выпуск недорогого высокоэффективного органоминерального удобрения предназначенного для применения на кислых подзолистых почвах.

Литература

Дмитриченко Е. Ф. Влияние гуминовых препаратов на формирование продуктивности и качества картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве: Дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2009. 167 с.

Малявин А. С. Разработка технологических приемов использования низкосортного фосфатного сырья в производстве нитроаммофосфатов: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2006. 163 с.

Молодкин В. Н. Обеспеченность почв Кировской области микроэлементами // Почвы и приемы повышения эффективности их использования: Материалы конф. Киров: ВятГСХА, 2008. С. 33–36.

Перова В. П., Краснов А. А. Состояние сырьевой базы Верхнекамского фосфатного сырья и возможное направление использования его фосфатной продукции // Проблемы фосфатного сырья России. Люберцы: ЗАО «Горхимпрогресс», 1999. С. 35–37.

Соболев Н. В. Переработка низкосортного фосфатного сырья с получением удобрений, обогащенных серой, кальцием и магнием: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2007. 157 с.

Фосфоритная мука Верхнекамского месторождения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fosmuka-vk.com/>

Научное издание

**Экология родного края:
проблемы и пути решения**

Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием
28–29 апреля 2016 г.
Книга 2

Редактор: Т. Я. Ашихмина

Верстка: Е. М. Кардакова

Вятский государственный университет,
610000, г. Киров, ул. Московская, 36.

Издательство ООО «Радуга-ПРЕСС, 610002, г. Киров, ул. Лепсе, 69–48

E-mail: raduga-press@list.ru

тел. (8332) 673-674

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ООО «Радуга-ПРЕСС».

Подписано к печати 15.04.2016. Формат 60 x 84/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл. п. л. 17,2. Тираж 200 экз. Заказ 43.