

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности**  
**Российской академии наук**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук**

**Федеральное государственное автономное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский национальный исследовательский**  
**университет информационных технологий, механики и оптики»**

**IX МОЛОДЕЖНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«СЕВЕРНАЯ ПАЛЬМИРА»**

**(Санкт-Петербург, 22–23 ноября 2018 года)**

**Сборник научных трудов**  
**молодых ученых, аспирантов, студентов и специалистов**

**Санкт-Петербург**  
**НИЦЭБ РАН**  
**2018**

**УДК 502/504**

**ББК 20.18**

Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира» (22–23 ноября 2018 г.). – Санкт-Петербург: НИЦЭБ РАН, 2018. – 277 с.

**ISBN 978-5-6042297-1-2**

Сборник включает избранные доклады IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира», которая состоялась в Санкт-Петербургском научном центре Российской академии наук 22–23 ноября 2018 года. Выступления участников конференции проходили в рамках секций: «Экологический мониторинг и экологические проблемы регионов», «Состояние водных экосистем: проблемы и пути их решения», «Экологический менеджмент и показатели устойчивого развития. Экологическое право», «Градостроительная экология», «Экологическое образование и просвещение. Общественные инициативы».

Все материалы публикуются в авторской редакции.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Проект № 18-35-10044.

**УДК 502/504**

**ББК 20.18**

**ISBN 978-5-6042297-1-2**

© НИЦЭБ РАН, 2018

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| <b>ЧАСТЬ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНОВ</b>  | 7  |
| <b>Зубкова П. С.</b><br>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ   | 7  |
| <b>Попова Т. А.</b><br>ВЛИЯНИЕ БИООБРАСТАНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ ГРАНИТА  | 11 |
| <b>Качубей А. А.</b><br>ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ  | 14 |
| <b>Мязин В. А.</b><br>ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ КОЛЬСКОЙ СУБАРКТИКИ   | 19 |
| <b>Мялкин И. В.</b><br>АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ПОЧВЫ ГОРОДА ВЫКСА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРОВЕДЕННЫЙ ПРИ ПОМОЩИ АНАЛИЗАТОРА ЭКСПЕРТ-001   | 25 |
| <b>Руссу А. Д.</b><br>ВЛИЯНИЕ ГОРМОНОПОДОБНОГО КСЕНОБИОТИКА НОНИЛФЕНОЛА НА ЧИСЛЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ                         | 30 |
| <b>Федоров А. Д., Греков К. Б.</b><br>ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ   | 35 |
| <b>Ковальский В. П., Бондарь А. В., Бурлаков В. П.</b><br>МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ   | 39 |
| <b>Лунчиков И. С., Быковская Е. А., Маюрова А. С., Кустикова М. А., Тимофеева И. В.</b><br>ДИНАМИКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ | 43 |
| <b>Карсункина А. С., Новикова Е. А.</b><br>ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУХА  | 47 |
| <b>Низамутдинов Т. И., Колесникова Е. В.</b><br>ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЛЯ ВЗРОСЛОГО И ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДЕ УФА   | 51 |
| <b>Щеголихин Д. К., Шемаев М. Е., Малов А. М., Сибиряков В. К., Зацепин Э. П.</b><br>СТАНДАРТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ                         | 55 |
| <b>Сакович А. Д.</b><br>ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДЕ БОРОВИЧИ  | 60 |
| <b>Переварюха А. Ю.</b><br>МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ И ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ   | 65 |
| <b>Заболотникова Е. А.</b><br>ОСНОВНЫЕ РИСКИ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПРИ ЭТАПАХ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ  | 70 |
| <b>Степанова А. Ю., Соловьева А. И., Гладков Е. А.</b><br>ФИТОТОКСИЧНОСТЬ НЕФТИ И ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ  | 73 |
| <b>Миронова А. С.</b><br>ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГОДОВЫХ КОЛЕЦ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ( <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L.) РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ                 | 78 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Явид Е. Я., Курашов Е. А., Крылова Ю. В.</b><br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТАБОЛИТНОГО СОСТАВА РДЕСТА<br>ПРОНЗЕННОЛИСТНОГО ( <i>POTAMOGETON PERFOLIATUS</i> L.)<br>В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА    | 83  |
| <b>Суло Е. В.</b><br>СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ<br>ПРОМЫШЛЕННОСТИ   | 87  |
| <b>Ташлиева И. И., Гладков Е. А.</b><br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ИОНОВ МЕДИ<br>ДЛЯ РАЙГРАСА МНОГОЛЕТНЕГО   | 89  |
| <b>Тюрикова Е. П., Кустикова М. А.</b><br>ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИОИНДИКАЦИИ<br>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ   | 93  |
| <b>Галиева А. Р., Курлянов Н. А., Кудбанов Т. Г., Абдуллина Э. И.</b><br>РОЛЬ ОДНОГО ИЗ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ НИЖНЕКАМСКОЙ<br>ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В ИЗМЕНЕНИИ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ<br>ТЕРРИТОРИИ | 96  |
| <b>ЧАСТЬ 2. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ<br/>ИХ РЕШЕНИЯ</b>  | 100 |
| <b>Латыпова А. Ш., Алексева А. А.</b><br>ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ<br>РАЗЛИВОВ НЕФТИ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ  | 100 |
| <b>Клубов С. М.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ<br>ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ВОЛКОВКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА   | 104 |
| <b>Юрова Ю. Д., Широкова В. А., Хуторова А. О.</b><br>ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС КАК ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА<br>МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ОСЕТР В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ):<br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ          | 109 |
| <b>Орлов Д. В., Степанова С. В.</b><br>АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ФЛОКУЛЯНТ ИЗ ОТХОДОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР<br>ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА  | 113 |
| <b>Михайлова С. Е.</b><br>ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯРНЫХ СТАНЦИЙ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ<br>НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТАЦИОНАР<br>«ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА»                             | 117 |
| <b>Урусова Е. С., Фураева Д. И.</b><br>ВЫСОКИЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ОХТА<br>И ЕЁ ПРИТОКОВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД  | 121 |
| <b>Ариас Ордоньес П. Х., Харламова М. Д.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ТРОПИЧЕСКИХ ВОДНО-<br>БОЛОТНЫХ УГОДИЙ НА ПРИМЕРЕ «ЛА ТЕМБЛАДЕРА», ЭКВАДОР  | 126 |
| <b>Мифтахова А. Р., Магизова Э. Ф., Степанова С. В.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ<br>РЕАГЕНТАМИ ИЗ ОТХОДОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР   | 131 |
| <b>ЧАСТЬ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПОКАЗАТЕЛИ<br/>УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО</b>   | 134 |
| <b>Хорошавин А. В.</b><br>НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ<br>РАЗВИТИЕМ БИЗНЕСА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВЫХ<br>КОМПАНИЯХ РОССИИ  | 134 |
| <b>Когай А. Д., Янковская А. А.</b><br>ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ<br>СОСТАВЛЯЮЩАЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ   | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Бабичев К. Н.</b><br>ПРОБЛЕМЫ МЕЖСЕКТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  | 143 |
| <b>Бондарь А. В., Ковальский В. П.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ<br>МАТЕРИАЛОВ   | 148 |
| <b>Сучкова М. В., Смирнов Ю. Д.</b><br>ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД<br>В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ  | 152 |
| <b>Антонов И. В., Ремизова А. А., Шишкин А. И.</b><br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ<br>ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ<br>В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВЕЛИКОЙ           | 158 |
| <b>Лифановская Е. В., Голубева Т. Б.</b><br>ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ<br>ПРЕДПРИЯТИЯМИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ   | 162 |
| <b>Родина Е. А.</b><br>РЕСУРСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ   | 167 |
| <b>Мирзоева С., Григорьева В. В.</b><br>ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ<br>КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА  | 171 |
| <b>Кудрявцева С. С., Неганов К. К., Барсегян Н. В., Идрисова З. О.</b><br>РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИИ<br>НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ  | 177 |
| <b>Возыкова С. Д.</b><br>ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОЙ АРЕНДЫ ЧАСТНОГО<br>ЖИЛЬЯ В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НА ПРИМЕРЕ<br>СЕРВИСА AIRBNB (ЭЙРБИЭНБИ) В АВСТРАЛИИ        | 181 |
| <b>Байковский А. А., Григорьева В. В.</b><br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ<br>ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И РИМА   | 187 |
| <b>Пономарев М. В.</b><br>ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА, НАПРАВЛЕННОГО<br>НА ЗАЩИТУ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРАВ ГРАЖДАН В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ<br>ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ | 193 |
| <b>Клюева К. И.</b><br>ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПЕРЕХОДА<br>К НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  | 199 |
| <b>Солнцев А. М.</b><br>К ВОПРОСУ О РЕГУЛИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ<br>НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ  | 203 |
| <b>ЧАСТЬ 4. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ</b>  | 208 |
| <b>Павловский А. А.</b><br>ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ<br>ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В XXI ВЕКЕ  | 208 |
| <b>Тимин С. Д.</b><br>КЛИМАТИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНЫЕ ГОРОДА   | 210 |
| <b>Болтаевский А. А.</b><br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ГРАДОСТРОЕНИЯ В КНР  | 214 |
| <b>Костарев А. Д.</b><br>ЭКОУРБАНИСТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВА МО ГАВАНЬ,<br>САНКТ-ПЕТЕРБУРГ   | 217 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Никишова Т. А.</b><br>ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН<br>В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ  | 222 |
| <b>Данилов А. С., Матвеева В. А.</b><br>МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ<br>НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО (ВЫСОТНОГО) МОНИТОРИНГА                 | 226 |
| <b>Никитенко А. А.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ВАРИАЦИЙ СОДЕРЖАНИЯ CO <sub>2</sub><br>СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ   | 231 |
| <b>Телятникова А. М., Федоров С. В.</b><br>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ<br>ИЗ КАНАЛИЗАЦИОННОГО ПЕРЕПАДА  | 235 |
| <b>Чернова А. А., Сафина Г. Р., Федорова В. А.</b><br>ОСОБЕННОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ г. ЧИСТОПОЛЬ<br>(РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)                                | 239 |
| <b>Березюк О. В.</b><br>ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ<br>ОТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ  | 243 |
| <b>Бархатова О. Ю., Василевская А. В.</b><br>ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ<br>МЕРОПРИЯТИЙ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОТРАССЫ «ФОРМУЛА-1»              | 247 |
| <b>ЧАСТЬ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ.<br/>ОБЩЕСТВЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ</b>   | 250 |
| <b>Белов С. А., Белова К. А., Ошмарина А. К.</b><br>РЕАЛИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА ПО ЭКОЛОГИИ В РАМКАХ<br>ВНЕДРЕНИЯ ФГОС В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ                       | 250 |
| <b>Егармина А. И.</b><br>УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО ДВИЖЕНИЯ В СССР<br>ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА  | 257 |
| <b>Чуняева Е. О., Лисенков С. А., Елсукова Е. Ю.</b><br>ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ПРОФОРИЕНТАЦИЯ<br>ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СТУДЕНТАМИ ВУЗОВ | 261 |
| <b>Пенезева Д. В.</b><br>ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛУБА<br>В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ   | 264 |
| <b>Власова А. С., Донченко В. К.</b><br>МОБИЛЬНЫЙ GPS-АУДИОГИД КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ<br>ЭКСКУРСИИ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ                  | 267 |
| <b>Козлова Ю. Е., Виноградова А. А.</b><br>СТЕРЛИТАМАКСКИЕ ШИХАНЫ — УНИКАЛЬНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ<br>И КУЛЬТУРНОЕ МИРОВОЕ НАСЛЕДИЕ  | 271 |

**ЧАСТЬ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕГИОНОВ**

УДК 504.064.36

**Зубкова П. С.**

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
НА ЗДОРОВЬЕ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: p.zubkova@spbu.ru**

Работа посвящена актуальной проблеме — оценке влияния природных и техногенных факторов на здоровье городского населения с целью выявления надежных критериев оценки антропогенных изменений экологического состояния городских территорий. Объектами исследования являются близкие по антропогенной нагрузке, но различающиеся по природным условиям города — Санкт-Петербург и Ростов-на-Дону. В Санкт-Петербурге, кроме общегородских характеристик, рассмотрены два района, близкие по физико-географическим условиям, но отличающиеся по техногенной нагрузке (Петродворцовый и Колпинский район). Проведен сравнительный анализ качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге и Ростове-на-Дону и его влияния на здоровье населения (расчет риска здоровью). Представлены данные по экологическому состоянию и заболеваемости детского населения в Колпинском и Петродворцовом районах Санкт-Петербурга. Получены данные по элементному статусу детского населения Петродворцового и Колпинского районов Санкт-Петербурга, проведено сравнение его с химическим составом питьевой воды.

**Ключевые слова:** здоровье городского населения; элементный статус населения; критерии оценки экологического состояния городов; риск здоровью; урбанизированные территории.

**Zubkova P. S.**

**INFLUENCE OF NATURAL AND MAN-MADE FACTORS  
ON THE HEALTH OF THE URBAN POPULATION**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: p.zubkova@spbu.ru**

This work is devoted to a topical problem of assessment of the influence of natural and man-made factors on the health of the urban population with the aim to identify reliable criteria for evaluation of the anthropogenic changes in the ecological state of urban areas. The objects of research were cities experiencing similar anthropogenic loads but differing in the natural conditions, St. Petersburg and Rostov-on-Don. Along with citywide characteristics, examined were two districts of St. Petersburg

having similar physico-geographical conditions but subjected to different man-made impacts, Petrodvortsovy and Kolpinsky districts. The data on the ecological state and morbidity rates in children of Kolpinsky and Petrodvortsovy districts of St. Petersburg were presented. Data on the elemental status of the child population of Petrodvortsovy and Kolpinsky districts of St. Petersburg were determined and compared with the chemical composition of drinking water. According to the analysis of child morbidity it was considered that the incidence is higher in the more urbanized Kolpinsky than in Petrodvortsovy district. Based on the analysis of the elemental status of the children in Petrodvortsovy and Kolpinsky districts, a relationship was established between the biochemical features of urban areas and chemical composition of children's bioassays (hair). It was found that the hardness of water contributes to the accumulation of toxic elements in bioassays.

**Keywords:** health of urban population; elemental status of population; evaluation criteria for ecological state of urban areas; health risks; urban areas.

**Введение.** Одной из приоритетных задач современной экологии является разработка и обоснование новых критериев экологической оценки состояния природно-территориальных комплексов, адекватно отражающих экологическую ситуацию на конкретной территории, а также роль техногенеза в формировании уровня здоровья проживающего там населения. Особенно актуальна эта задача применительно к урбанизированным территориям (в первую очередь к городам), где население постоянно испытывает существенную техногенную нагрузку. Целью работы является анализ влияния природных и техногенных факторов на здоровье городского населения с позиции применимости последнего в качестве критерия оценки экологического состояния территорий. Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать существующие критерии оценки экологического состояния урбанизированных территорий; провести сравнительный анализ состояния атмосферного воздуха в крупных городах (Санкт-Петербург и Ростов-на-Дону) и его влияния на здоровье населения (расчет риска здоровью); сравнить показатели экологического состояния среды и заболеваемость населения в Колпинском и Петродворцовом районах Санкт-Петербурга; проанализировать элементный статус населения Петродворцового и Колпинского районов Санкт-Петербурга, сравнить его с химическим составом питьевой воды.

**Методы и результаты.** При оценке влияния техногенных факторов на экологическое состояние территории используются различные методологические подходы. В настоящее время основным подходом к экологическому нормированию хозяйственной деятельности является санитарно-гигиенический. На основе этого подхода нами проведен сравнительный анализ качества атмосферного воздуха и заболеваемости населения двух крупных городов — Санкт-Петербурга и Ростова-на-Дону. Уровень заболеваемости населения в Санкт-Петербурге больше, чем в Ростове-на-Дону, несмотря на то, что качество атмосферного воздуха Ростова-на-Дону хуже, судя по санитарно-гигиеническим критериям оценки. Санитарно-гигиенический подход не учитывает физико-географические особенности территории, не дает возможность оценить истинную техногенную токсикологическую нагрузку на окружающую среду и здоровье населения.



Помимо санитарно-гигиенического подхода, широко используется медико-демографический, основанный на определении индикаторов здоровья населения (смертности, заболеваемости, инвалидности, физического развития населения, биохимических показателях). Медико-демографический подход интегрально отражает влияние на здоровье населения широкого спектра факторов. В совокупном влиянии на здоровье населения загрязнению окружающей среды ВОЗ отводит не более 20% [2].

Метод оценки риска здоровью позволяет определить вероятность развития угрозы жизни или здоровью населения под воздействием химических факторов среды обитания [3]. Этот методический подход использован нами при оценке техногенного неканцерогенного риска для здоровья населения Ростова-на-Дону и Санкт-Петербурга при ингаляционном поступлении в организм приоритетных загрязняющих веществ. Установлено, что в обоих городах максимален риск развития болезней органов дыхания. Расчеты показали, что общий риск для здоровья населения в Ростове-на-Дону в 3 раза выше, чем в Санкт-Петербурге. Эти прогнозные данные не соответствуют сведениям о состоянии здоровья населения. По показателям первичной заболеваемости детского и взрослого населения Санкт-Петербург опережает Ростов-на-Дону.

В последнее время исследователи обращают внимание на использование в медико-экологических исследованиях метода оценки элементного статуса населения. Он основан на определении содержания химических элементов в органах и тканях человека и изучении биохимических реакций и процессов, в которые вовлечены эти элементы. Метод оценки элементного статуса населения позволяет нацелить исследования на химические особенности условий обитания. Однако применение этого метода сопряжено с проблемой выбора тех или иных видов биопроб. В нашей стране введены и используются в гигиенических исследованиях биологически допустимые уровни (БДУ) содержания ряда химических элементов в волосах, референтные значения концентраций химических элементов в волосах [4].

На основании проведенного анализа существующих подходов к оценке экологического состояния территории и действия факторов среды на здоровье населения нами применен комплексный подход для выявления влияния природных и техногенных факторов на здоровье населения южных районов Санкт-Петербурга (Колпинского и Петродворцового). В качестве критериев оценки использованы данные о заболеваемости населения и элементного статуса детского населения. Использование критерия заболеваемости населения дает основание считать, что техногенные факторы приводят к увеличению общей первичной заболеваемости, а в частности к значительному увеличению онкозаболеваний (в 2 раза), болезней системы кровообращения и мочеполовой системы (в 1,5 раза) в Колпинском районе. Основной вклад в уровень заболеваемости детей обоих районов вносят болезни органов дыхания.

При использовании в качестве критерия элементного статуса населения проведены исследования элементного статуса детей пос. Металлострой Колпинского района и г. Ломоносова Петродворцового района. Показано, что на территории, отличающейся высоким уровнем техногенной нагрузки (Колпинский район), в волосах детей среднее содержание меди, железа,

калия, магния, марганца, натрия и цинка выше по сравнению с г. Ломоносовым. В пос. Металлострой отмечается избыток ряда микроэлементов в биопробах детей: железа, марганца, меди.

Однако, судя по полученным результатам, установлено превышение содержания токсичных элементов в волосах детей благополучного с экологической точки зрения Петродворцового района. В данном случае мы наблюдаем влияние природных факторов на функциональное состояние городского населения. По нашему мнению, превышение условного биологически допустимого уровня значений никеля, кадмия связано с более высокой, чем в Колпинском районе, жесткостью питьевой воды. Подобные отмеченные нами эффекты влияния природного фактора (химического состава питьевой воды) обнаружены в исследованиях Алексеева [1]. Было показано, что в биопробах детского населения Белгорода содержание кадмия, меди, железа, марганца, никеля, титана, стронция и цинка выше, чем у жителей Мончегорска, города с высоким содержанием металлов в окружающей среде. Отмечено существенное различие в жесткости воды: в Белгороде вода более жесткая, чем в Мончегорске.

**Выводы.** В целом результаты проведенных нами исследований показали малую эффективность применения системы гигиенических нормативов для оценки влияния техногенных изменений окружающей среды на здоровье городского населения. Показаны проблемы оценки качества окружающей человека среды на основе санитарно-гигиенических и медико-демографических показателей. При оценке экологического состояния урбанизированных территорий и выявлении причин нарушения общественного здоровья необходимо применение комплексного подхода, включающего ряд дополнительных критериев. В случае оценки биогеохимических последствий техногенеза к таким критериям можно отнести показатель риска для здоровья при воздействии загрязняющих окружающую среду веществ, а также элементный статус населения. Первый показатель отражает ожидаемый прирост частоты нарушений здоровья при воздействии загрязняющих веществ (исключая влияние образа жизни, качества медицинского обслуживания, генетической предрасположенности). Второй показатель отражает техногенный дисбаланс химических элементов в организме людей, проживающих на урбанизированных территориях.

**Работа рекомендована:** руководителем Мовчаном Владиславом Николаевичем, д.б.н., профессор, профессор кафедры геоэкологии и природопользования Санкт-Петербургского государственного университета.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С. В., Янушанец О. И., Храмов А. В., Серпов В. Ю. Элементный дисбаланс у детей Северо-Запада России. – СПб.: СПбГПМА, 2001. – 128 с.
2. Мовчан В. Н. Экология человека. – СПб.: изд. СПб ун-та, 2014. – 292 с.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. – М. – 2004.

4. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М. – 2004. – 216 с.

**Краткая информация об авторе:**

**Зубкова Полина Сергеевна**, ведущий специалист.

**Специализация:** экология человека.

E-mail: p.zubkova@spbu.ru

**Zubkova P. S.**, leading specialist.

**Specialization:** human ecology.

E-mail: p.zubkova@spbu.ru

УДК: 550.73; 550.47

**Попова Т. А.**

**ВЛИЯНИЕ БИООБРАСТАНИЙ НА РАЗРУШЕНИЕ ГРАНИТА**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
Российской академии наук  
Россия, 197110, Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д. 18  
E-mail: tatiana88popova@gmail.com**

Рассмотрено влияние биообрастаний на разрушение гранита в условиях городской среды. Определены основные виды растений, поселяющихся на поверхности камня. На основе данных о химическом составе дана характеристика первичных почв, формирующихся под растениями, а также определены те элементы, которые накапливаются в них.

**Ключевые слова:** Санкт-Петербург; выветривание; биообрастания; гранит; первичная почва.

**Popova T. A.**

**INFLUENCE OF BIOFOULING ON GRANITE DESTRUCTION**

**Institution of Russian Academy of Sciences Saint-Petersburg Scientific-Research Centre  
for Ecological Safety RAS  
Russia, 197110, St. Petersburg, Korpusnaya str., 18  
E-mail: tatiana88popova@gmail.com**

The influence of biofouling on destruction of granite in the conditions of urban environment is considered. Plants species settling on the stone surface are defined. On the basis of data on the chemical composition, a characteristic of primary soils formed under plants is given, and also the elements accumulating therein are determined.

**Keywords:** Saint Petersburg; weathering; biofouling; granite; primary soil.

На территории Санкт-Петербурга располагается большое количество памятников архитектуры, многие из которых выполнены из натурального камня, в том числе из гранита. В сознании людей гранит считается эталоном прочности, но и он подвержен процессу разрушения из-за воздействия факторов среды: абиотических, биотических и антропоических. Физическое

выветривание горной породы может происходить из-за действия ветра, изменения температур; химическое — в результате преобразования минералов под воздействием воды, атмосферных газов и биохимических процессов [2]. Биогенное же выветривание связано с деятельностью живых организмов: растений, животных и грибов.

Цель нашего исследования: изучение видового состава растений, встречающихся на гранитных набережных Санкт-Петербурга, и исследование первичных почв, формирующихся на них.

Задачи:

1. Определение видового состава флоры набережных.
2. Химический анализ проб почв, формирующихся под растениями.
3. Определение кларков концентрации для элементов-примесей.

**Материалы и методы.** Натурные наблюдения и отбор проб проводились в летне-осенний период 2008–2016 гг. на гранитных набережных следующих водотоков исторического центра Санкт-Петербурга: каналов Грибоедова, Крюкова, Ново-Адмиралтейского, рек Мойки, Фонтанки, а также Невы (Адмиралтейская, Английская, Дворцовая, Университетская набережные).

Определение видового состава сосудистых растений, мхов и лишайников проводилось по определителям. Для камеральной обработки проб были использованы методы изучения: сканирующая электронная микроскопия и микроанализ, рентгенофлуоресцентный анализ и масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Для элементов-примесей были найдены кларки концентраций (КК), рассчитанные как отношение содержания элемента в образце к кларку почвы по Склярву [3]. Значения  $КК < 1$  говорят о том, что данный элемент не накапливается, если  $КК > 1$ , то, наоборот, происходит накопление данного элемента.

**Результаты.** Всего было обнаружено и идентифицировано 108 видов высших растений, 12 видов лишайников и 5 видов мха. Высшие сосудистые растения, так же как и мхи, в основном приурочены к щелям между гранитными блоками. Кроме того, они повсеместно встречаются на выступающих частях набережных — бордюрах, тумбах и местах их стыков с чугунными решетками, высеченных орнаментах, фигурных изображениях. Как правило, видовое разнообразие выше на теневой стороне набережной. Наибольшее количество видов наблюдается вблизи парков и скверов — потенциальных источников заноса семян и спор, а также, около мостов.

Сосудистые растения, обнаруженные на набережных, принадлежат 3 отделам: Equisetophyta (один вид — *Equisetum arvense* L.), Pteridophyta (2 вида из 2 родов — *Dryopteris cristata*, *Athyrium felix-femina*) и Magnoliophyta [1]. Повсеместно встречаются *Poa pratensis* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Artemisia vulgaris* L.

Наиболее часто встречаемым и неприхотливым лишайником, поселяющимся как на связующем растворе, так и на граните, является *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. Все обнаруженные лишайники являются накипными и в основном приурочены к неровностям на поверхности гранита: естественным выбоинам, образовавшимся в результате выветривания кварца; трещинам и сколам, зачастую имеющим антропогенную природу.

Повсеместно встречаются мхи 3-х видов: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pohlianutans* (Hedw.) Lindb., *Physcomitrium* sp., которые задерживают влагу и создают условия для постепенного разрушения гранита. Подо мхами можно наблюдать формирование тонкого слоя первичной почвы, в состав которой входят отмершие фрагменты самих мхов, частицы разрушающегося гранита, а также привнесенные из внешней среды частицы песка и пыли. На деструктивную роль мхов указывает присутствие в собранных образцах большого количества слюды и полевого шпата (компоненты гранита), аккумулирующихся в области ризоидов.

На основе данных о химическом составе дана характеристика первичных почв, формирующихся под растениями, в частности мхами, произрастающими на гранитах. В таблице 1 представлены КК для некоторых элементов, встречающихся в первичной почве.

Таблица 1

Значения кларков концентрации для элементов-примесей, встречающихся в первичных почвах

| Название объекта              | Кол-во проб | Элемент    | Co          | Ni          | Cu          | Zn          | Pb           | Rb          | Ba          | Zr          |
|-------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                               |             | Показатель |             |             |             |             |              |             |             |             |
| 1. Набережная реки Мойки      | 26          | Ср. знач.  | <b>0.88</b> | <b>0.33</b> | <b>1.19</b> | <b>8.07</b> | <b>36.57</b> | <b>0.78</b> | <b>1.32</b> | <b>0.58</b> |
|                               |             | СКО        | 0.27        | 0.10        | 0.33        | 3.55        | 51.71        | 0.11        | 0.13        | 0.16        |
| 2. Крюков канал               | 22          | Ср. знач.  | <b>0.97</b> | <b>0.33</b> | <b>1.16</b> | <b>7.67</b> | <b>3.78</b>  | <b>0.75</b> | <b>1.20</b> | <b>0.68</b> |
|                               |             | СКО        | 0.36        | 0.09        | 0.29        | 1.59        | 3.20         | 0.12        | 0.16        | 0.12        |
| 3. Канал Грибоедова           | 35          | Ср. знач.  | <b>1.15</b> | <b>0.30</b> | <b>1.07</b> | <b>6.41</b> | <b>3.78</b>  | <b>0.77</b> | <b>1.25</b> | <b>0.72</b> |
|                               |             | СКО        | 0.30        | 0.07        | 0.24        | 1.87        | 3.11         | 0.09        | 0.09        | 0.11        |
| 4. Адмиралтейская набережная  | 7           | Ср. знач.  | <b>0.82</b> | <b>0.41</b> | <b>1.43</b> | <b>5.79</b> | <b>2.24</b>  | <b>0.82</b> | <b>1.25</b> | <b>0.74</b> |
|                               |             | СКО        | 0.46        | 0.13        | 0.44        | 1.92        | 1.01         | 0.12        | 0.11        | 0.10        |
| 5. Ново-Адмиралтейский канал  | 1           | Ср. знач.  | <b>1.02</b> | <b>0.38</b> | <b>1.34</b> | <b>8.22</b> | <b>1.41</b>  | <b>0.75</b> | <b>1.29</b> | <b>0.72</b> |
|                               |             | СКО        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00         | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
| 6. Дворцовая набережная       | 11          | Ср. знач.  | <b>0.71</b> | <b>0.25</b> | <b>0.92</b> | <b>2.64</b> | <b>3.37</b>  | <b>0.71</b> | <b>1.16</b> | <b>0.62</b> |
|                               |             | СКО        | 0.39        | 0.10        | 0.34        | 0.92        | 2.57         | 0.14        | 0.10        | 0.11        |
| 7. Университетская набережная | 3           | Ср. знач.  | <b>0.87</b> | <b>0.32</b> | <b>1.09</b> | <b>2.81</b> | <b>3.82</b>  | <b>0.70</b> | <b>1.83</b> | <b>0.41</b> |
|                               |             | СКО        | 0.00        | 0.12        | 0.41        | 0.60        | 0.88         | 0.02        | 0.75        | 0.08        |
| 8. Английская набережная      | 10          | Ср. знач.  | <b>1.37</b> | <b>0.40</b> | <b>1.40</b> | <b>5.69</b> | <b>5.91</b>  | <b>0.64</b> | <b>1.21</b> | <b>0.68</b> |
|                               |             | СКО        | 0.56        | 0.11        | 0.40        | 0.97        | 6.41         | 0.08        | 0.08        | 0.13        |
| 9. Набережная реки Фонтанки   | 12          | Ср. знач.  | <b>1.00</b> | <b>0.28</b> | <b>1.02</b> | <b>4.42</b> | <b>2.58</b>  | <b>0.78</b> | <b>1.29</b> | <b>0.71</b> |
|                               |             | СКО        | 0.34        | 0.10        | 0.33        | 0.89        | 1.59         | 0.08        | 0.17        | 0.11        |

Обнаружено, что в почвах накапливаются тяжелые металлы Zn, Pb и Cu, некоторые значения КК которых могут достигать 36,57 (свинец на набережной реки Мойки). Высокое содержание этих металлов свидетельствует о сильном влиянии антропогенных факторов, например, автомобильного транспорта. Наибольшие значения КК зафиксированы около мостов и в местах пересечения дорог с плотным автомобильным потоком (Поцелуев, Благовещенский мост).

**Заключение:** биообрастания усиливают процессы физико-химического выветривания гранита. Понимание механизмов выветривания камня в условиях городской среды позволяет предупредить разрушение памятников архитектуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Попова Т. А., Власов Д. Ю., Зеленская М. С., Панова Е. Г. Биообрастания гранитных набережных Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. – 2014. – Серия 3, Биология. – Выпуск 2. – С. 30–40.
2. Булах А. Г. и др. Оценка состояния гранита в памятниках архитектуры / Под ред. Е. Г. Пановой, Д. Ю. Власова. – СПб: Наука, 2015.
3. Складов Е. В. и др. Интерпретация геохимических данных. – М.: Интернет Инжиниринг, 2001.

### **Краткая информация об авторе:**

**Попова Татьяна Андреевна**, научный сотрудник.

**Специализация:** геоэкология, биогеохимия.

E-mail: tatiana88popova@gmail.com

**Popova T. A.**, research scientist.

**Specialization:** geoecology, biogeochemistry.

E-mail: tatiana88popova@gmail.com

УДК 502.521:606

**Качубей А. А.**

### **ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ**

**ПАО «Сургутнефтегаз»,  
управление экологической безопасности и природопользования  
Россия, 628400, г. Сургут  
E-mail: Kachubey\_AA@mail.ru**

Рассмотрена проблема борьбы с эрозией на землях, нарушенных при обустройстве объектов нефтегазового комплекса в Среднем Приобье. Описаны характерные особенности эрозионных процессов, протекающих на откосах, сложенных пылеватыми песками. Приведено описание серии экспериментальных работ по биологической рекультивации земель и химико-биологическому закреплению грунта на поверхности откосов. Дано краткое описание предварительных результатов проведенных полевых работ.

**Ключевые слова:** нарушенные земли; откосы; эрозия насыпных оснований; биологическая рекультивация; химико-биологическое закрепление.

**Kachubey A. A.**

**THE PROBLEM OF MINED-LAND EROSION  
ON OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES IN THE MIDDLE OB REGION**

**PJSC "Surgutneftegas",  
Department of environmental safety and environmental management  
Russia, 628400, Surgut  
E-mail: Kachubey\_AA@mail.ru**

The problem of erosion control on lands disturbed by the arrangement of oil and gas complex facilities in the Middle Ob Region was considered. Unique features of the erosion processes ongoing on slopes formed by dusty sands were described. A series of experimental works on the biological stage of land recultivation and on the chemical-biological stabilization of soil on the face of slopes was described. The preliminary results of the field work are briefly reported.

**Keywords:** disturbed lands; slopes; erosion of earthfill structures; biological recultivation; chemical-biological fixation.

С ростом количества месторождений, вовлекаемых в разработку на территории Среднего Приобья, становится все более актуальной проблема эрозии насыпных оснований объектов нефтегазового комплекса в данном регионе. Стабильность создаваемых несущих оснований является первоочередным условием промышленной безопасности инженерных сетей и сооружений. Развитие эрозионных процессов создает прямую угрозу надежности насыпных грунтовых площадок, что может привести к разрушению находящихся на них производственных объектов и возникновению аварийной ситуации.

В физико-географическом отношении район входит в лесную зону Белогорской провинции Западно-Сибирской физико-географической страны [1]. Рельеф территории холмистый, по морфометрическим категориям — холмисто-увалистый, по глубине расчленения — крупный, по густоте расчленения — очень сильно расчленённый. Поверхность территории представляет собой всхолмленную равнину, покрытую смешанным лесом.

Строительство насыпных оснований под инженерные сооружения на исследуемой территории выполнено путем послойной отсыпки площадок грунтом до проектной высоты. В зависимости от местонахождения участка строительства естественные возвышенности частично срезались, а пониженные формы рельефа засыпались соответствующим слоем привозного грунта. Далее на отсыпанных основаниях размещены буровые установки, трансформаторные станции, емкостные парки и другие производственные объекты. Откосы насыпных площадок, построенных описанным методом на рассматриваемой территории, подвергаются постоянному разрушению.

Натурные обследования выявили следующие процессы, приводящие к разрушению: ручейковая эрозия, оползни, обвалы грунта, оврагообразование.

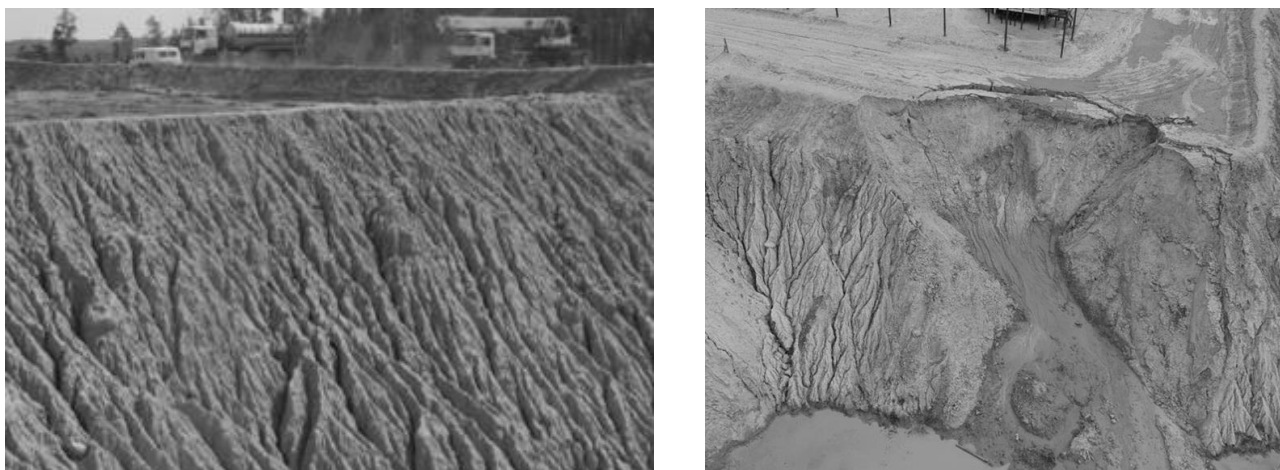


Рис. 1. Внешний вид откосов, разрушенных в результате эрозии. Слева — поверхностная ручейковая эрозия, справа — обвал откоса после выноса грунта с нижних слоев насыпи

Проблема разрушения насыпных оснований объектов нефтедобычи на территории Среднего Приобья находится на начальной стадии изучения, причины возникновения деструктивных процессов на грунтовых площадках промышленных объектов доподлинно не определены. Следует отметить, что непосредственное влияние на размах эрозионных процессов оказывают суммарное количество осадков, их вид, продолжительность, интенсивность, а также время их выпадения [2]. Однако перечисленные характеристики на возвышенности Белогорский материк не отличаются в значительной степени от таковых на других территориях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, в границах которых осуществляется обустройство месторождений [3, 4]. Однако насыпные основания за пределами лесной зоны Белогорской провинции не подвергаются столь значительным разрушениям и сохраняют свои геометрические параметры на протяжении десятков лет без выполнения ремонтных работ.

В качестве основных причин возникновения и развития процессов, приводящих к разрушению откосов насыпей, предварительно определены следующие: недоучет фактора особенностей рельефа при проектировании насыпных сооружений, особенности гранулометрического состава используемых при строительстве грунтов — большое содержание пылеватой и илисто-коллоидной фракции.

Следует отметить, что проведенные натурные исследования не выявили признаков самозарастания даже на объектах, построенных более 5 лет назад. Причинами отсутствия растительности являются постоянное смывание поверхностного слоя грунтов дождевыми, тальными водами, бедность субстрата основными питательными элементами (таблица 1) и систематическое выполнение восстановительных работ с использованием тяжелой техники.



Содержание органического углерода, азота и фосфора в образцах песка с откосов насыпей кустовых площадок

| № пробы | Вид субстрата   | С орг. <sup>1</sup> , % | N, <sup>2</sup> % | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>3</sup> , мг/100 г |                  | K <sub>2</sub> O <sup>3</sup> , мг/100 г |                  |
|---------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|--|------------------|
|         |                 |                         |                   | 0,2 н HCl   | H <sub>2</sub> O | 0,2 н HCl                                | H <sub>2</sub> O |
| 1       | Песок пылеватый | 0,30                    | 0,03              | 3,14  | 0,12             | 2,61                                     | 1,34             |
| 2       | Песок пылеватый | 0,22                    | 0,02              | 0,77  | 0,05             | 1,57                                     | 0,36             |
| 3       | Песок пылеватый | 0,35                    | 0,03              | 0,92  | 0,03             | 2,17                                     | 1,1              |

<sup>1</sup>Определение органического углерода в песке проводили по методу Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову – Гриндель.

<sup>2</sup>Ориентировочное содержание азота в песке оценивали по соотношению C:N=10.

<sup>3</sup>Определение подвижных форм фосфора и калия проводили в солевой (по методу Кирсанова) и водной вытяжках.

В рамках разработки мер противодействия эрозии на откосах насыпных сооружений Среднего Приобья было намечено два направления. Первое направление предполагает улучшение почвенно-агрохимических свойств грунтов путем внесения торфопесчанной смеси, комплексных удобрений, раскисления и посев семян трав с последующей обработкой поверхности химическими препаратами. Второе направление предполагает стабилизацию поверхностного слоя грунта путем химико-биологического закрепления с использованием установки гидромульчирования и гидропосева.

Все экспериментальные работы проводились на одном объекте — откосах площадки куста скважин. Объект отсыпан привозным грунтом, добытым на сухойойном карьере. Углы откоса варьируют от 25° до 45°. Высота откоса составляет 15 м.

Опытные работы были организованы следующим образом.

По первому направлению исследований 16.05.2018 было заложено 3 экспериментальных площадки. Площадка № 1 располагалась на откосе с уклоном 45°, площадка № 2 — 35°, площадка № 3 — на горизонтальной поверхности отсыпки (контрольный вариант). Площади экспериментальных площадок составляют 23–25 м<sup>2</sup>, площадки № 1, № 2 расположены в верхней части откоса. Поверхность откосов изрезана руслами временных водных потоков, глубина русел от 0,1 до 0,5 м. Работы выполнялись ручным способом в три этапа, на первом этапе выполнена планировка участка, приготовление и нанесение торфопесчанной смеси, на втором этапе проведено внесение комплексных удобрений и посев семян трав. На завершающем этапе произведена обработка поверхности площадок химическими препаратами. Для этого каждая площадка разделена на 4 полосы одинаковой ширины вдоль по направлению от вершины откоса к подножию. Каждая полоса обработана одним из следующих препаратов: модифицированным крахмалом (клей обойный), полиакриламидом (Seurvey FL), карбоксиметилцеллюлозой (Камцел 1000), бутадиен-стирольным латексом FiberPool (SBR-латекс).

Результаты опытных работ оценивались спустя три месяца. При обследовании было отмечено, что на всех трех площадках независимо от вида нанесенного химического препарата сформировался травяной покров плотностью около 200 особей на 1 м<sup>2</sup> с проективным покрытием

от 80 до 90%. На поверхности откосов экспериментальных площадок обнаружено появление следов смыва нанесенной торфо-песчанной смеси, однако эрозионный процесс протекает значительно медленнее, чем на прилегающей территории.

По второму направлению исследований 01.08.2018 было заложено 2 экспериментальные площадки площадью по 700 м<sup>2</sup>. Экспериментальные площадки расположены на откосах и занимают территорию от верхней части откоса до подножия. Поверхность откоса на площадке № 1 местами изрезана руслами временных водных потоков, глубина русел от 0,1 до 0,5 м, большая часть откоса была выложена в результате оползня. Поверхность на экспериментальной площадке № 2 повсеместно изрезана руслами временных водных потоков глубиной от 0,3 до 0,9 метра.

Приготовление и нанесение смеси для гидропосева проводилось с помощью установки, состоящей из загрузочного бункера, емкости, перемешивающего зубчатого вала, бензинового двигателя внутреннего сгорания, центробежного насоса. Смесь для гидропосева включала органические удобрения, древесную мульчу, комплексные минеральные удобрения, семена многолетних трав и воду. Нанесение смеси выполнялось в два этапа. На первом этапе поверхность откоса обрабатывалась смесью, содержащей семена трав и органические удобрения. На втором этапе поверх ранее нанесенного слоя распылялась смесь из древесной мульчи, комплексных удобрений и семян трав.

Спустя 9 дней после выполнения работ на площадке № 2 произошел обвал грунта откоса на площади около 400 м<sup>2</sup>. В результате грунт, обработанный смесью для гидропосева, оказался погребен под толщей обвалившегося песка.

Первые всходы на сохранившейся поверхности обеих площадок второго эксперимента появились через 11 дней после посева. Спустя 20 дней с момента проведения работ высота травостоя составила около 6 см. Плотность зарастания относительно равномерная и составляет около 50 особей на 1 м<sup>2</sup>, проективное покрытие варьирует от 60 до 80%. Визуально на поверхности обработанной территории не выявлены следы смыва грунта.

Окончательная оценка эффективности предложенных мероприятий может быть дана только через год в вегетационный период 2019 года, после схода снега и отведения талых вод. В дальнейшем планируется разработка и реализация мер по исключению оползневых процессов и оврагообразования, составление и реализация схемы отведения дождевых и талых вод с поверхности насыпей, что позволит сократить объем воды, поступающий в толщу насыпного грунта и снизить риск проявления эрозионных процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Тюменской области, 1971 г. – 171 с.
2. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Эрозия и охрана почв: учебник. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 352 с.

3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–02–99. Москва, 2015. – 120 с.
4. Программный комплекс Атлас природа, экология, разработчик ОАО «НПЦ Мониторинг», ООО «Сибпромкомплекс», 2005 г.

**Краткая информация об авторе:**

**Качубей Александр Александрович**, аспирант, инженер.

**Специализация:** рекультивация земель, нарушенных при разработке нефтяных и газовых месторождений.

E-mail: Kachubey\_AA@mail.ru

**Kachubey A. A.**, post-graduate student, engineer.

**Specialization:** recultivation of lands damaged in the arrangement of oil and gas fields.

E-mail: Kachubey\_AA@mail.ru

УДК 504.53.062.4

**Мязин В. А.**<sup>1,2</sup>

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ БИОРЕМЕДИАЦИИ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ КОЛЬСКОЙ СУБАРКТИКИ**

<sup>1</sup>**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
Российской академии наук  
Россия, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., д. 18  
E-mail: myazinv@mail.ru**

<sup>2</sup>**Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение  
ФГБУН Федерального исследовательского центра  
«Кольский научный центр Российской академии наук»  
Россия, 184209, Апатиты, мкр. Академгородок, д. 14А**

В работе показана возможность использования методов биоремедиации территорий, загрязненных нефтепродуктами, в сложных природно-климатических условиях Кольского Севера. В ходе проведения восстановительных работ методами биоремедиации удалось добиться снижения концентрации углеводородов на отдельных участках на 75–79% от исходного уровня. Проведение биоремедиации загрязненных участков привело к увеличению содержания органического углерода гумуса и подвижных фосфатов, отмечен рост биологической активности почвы. Результаты оценки эффективности используемых приемов биоремедиации с помощью интегральных коэффициентов показали, что наибольшее положительное влияние на биологическое состояние загрязненных почв оказало совместное внесение минеральных и органических биоудобрений.

**Ключевые слова:** Кольская Субарктика; биоремедиация; нефтепродукты; углеводородокисляющие бактерии; биологическая активность; интегральная оценка.

**EFFICIENCY OF BIOREMEDIATION METHODS FOR OIL-CONTAMINATED SOILS  
IN THE KOLA SUBARCTIC**

**<sup>1</sup>Institution of Russian Academy of Sciences Saint-Petersburg Scientific-Research Centre  
for Ecological Safety RAS**

**Russia, 197110, St. Petersburg, Korpusnaya str., 18**

E-mail: myazin@mail.ru

**<sup>2</sup>Institute of North Industrial Ecology Problems – Subdivision of the Federal Research Centre  
"Kola Science Centre of Russian Academy of Science"  
Russia, 184209, Apatity, Akademgorodok, 14A**

The possibility of bioremediation of territories polluted with oil products in the difficult natural and climatic conditions of the Kola North is shown. Using bioremediation methods, it was possible to reduce the concentration of hydrocarbons in certain areas by 75–79% of the initial level. Bioremediation of contaminated sites increased the contents of humus organic carbon and mobile phosphates and the biological activity of the soil. Evaluation of the effectiveness of the bioremediation techniques using integral coefficients showed that the introduction of mineral fertilizers combined with organic bio-fertilizers had the greatest beneficial effect on the biological state of polluted soils.

**Keywords:** Kola Subarctic; bioremediation; oil products; hydrocarbon oxidizing bacteria; biological activity; integral coefficients.

**Введение.** На сегодняшний день существует большое количество способов очистки почв, загрязненных нефтепродуктами, но наиболее перспективными являются те, что позволяют свести к минимуму технологические операции при очистке и последующем восстановлении почв. В данных условиях определенное преимущество получают методы биоремедиации. Основными этапами очистки и восстановления загрязненной почвы при таком подходе являются механическая уборка нефтепродуктов с поверхности (если это возможно), улучшение водно-воздушного и питательного режима почвы для стимуляции аборигенной нефтеокисляющей микробиоты (биостимуляция), а при необходимости — внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов (биоаугментация).

Однако использование приемов биоремедиации имеет определенные ограничения, основными из которых являются высокое содержание нефтепродуктов в почве и неблагоприятные климатические условия, которые препятствуют развитию нефтеокисляющих микроорганизмов и тормозят процессы биологического окисления углеводов.

Целью данной работы стала оценка эффективности применения методов биоремедиации для восстановления почв, загрязненных нефтепродуктами, в неблагоприятных почвенно-климатических условиях на территории Мурманской области.

**Материалы и методы.** Район проведения полевых исследований находился в Печенгском районе на северо-западе Мурманской области на высоте 320 м н.у.м. Для возвышенностей такого рода в этом географическом районе характерна высотная поясность, и с отметки 300 м начинается горная тундра, представленная кустарничково-лишайниковыми растительными сообществами,

со скальными обнажениями и каменисто-щебнистыми пятнами пучения. На участке проведения исследований более 15 лет назад произошел разлив нефтепродуктов (дизельного топлива).

На загрязненных участках были заложены экспериментальные площадки для исследования возможности восстановления почв и растительности с использованием приемов биоремедиации. Площадь каждого опытного варианта составляла 1 м<sup>2</sup>, повторность — трехкратная. В качестве мелиорантов использовали органические удобрения Бамил и Омуг [2], и комплексное минеральное удобрение Азофоска (NPK) (таблица 1). Удобрения вносили дважды в год — в июне и сентябре. После внесения удобрений верхний слой грунта во всех вариантах рыхлили на глубину до 5 см.

Таблица 1

Способы биоремедиации загрязненных участков

| № варианта | Способ  |
|------------|---|
| 1          | Рыхление верхнего слоя (0–5 см), без мелиорантов                |
| 2          | Азофоска (60 г/м <sup>2</sup> )                                 |
| 3          | Бамил (100 г/м <sup>2</sup> ) + Азофоска (60 г/м <sup>2</sup> ) |
| 4          | Омуг (200 г/м <sup>2</sup> ) + Азофоска (60 г/м <sup>2</sup> )  |

Состояние почвы и эффективность способов биоремедиации оценивали по следующим показателям: концентрация углеводов, содержание органического углерода, азота и подвижных фосфатов, численность микроорганизмов, величина эмиссии CO<sub>2</sub> почвой и активность ферментов: инвертазы, фосфатазы, уреазы и дегидрогеназы. Продолжительность наблюдений — 4 года.

Содержание углеводов в почве определяли методом ИК-спектроскопии [6]. Учет микроорганизмов проводили общепринятым методом посева. Содержание органического углерода в почве определяли по методу Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову – Гриндель, общего азота — титриметрическим методом, подвижных форм фосфора — по методу Кирсанова [7]. Активность инвертазы оценивали по методу Хоффмана и Паллауфа [8], фосфатазы — по методу Дубовенко [8], уреазы — по методу Щербаковой [11], дегидрогеназы — методом Галстяна в модификации [7]. Определение эмиссии CO<sub>2</sub> проводили полевым камеро-статическим методом [3].

**Результаты.** Исходное содержание нефтяных углеводов в загрязненной почве экспериментальных участков — от 59,3 до 81,02 г/кг, что составляло 53–58% от общего содержания органического углерода. В то же время концентрация органических веществ, определяемых как нефтепродукты, в почве без видимых признаков загрязнения не превышала 0,2%.

Использование приемов биоремедиации привело к снижению количества нефтепродуктов и увеличению доли органического вещества гумуса. Так, через 4 вегетационных периода доля углерода нефтепродуктов снизилась до 14–19%. Содержание органического вещества гумуса увеличилось за тот же период в два раза до 81–86%, что является положительным моментом при

восстановлении плодородия почвы. Стоит отметить тот факт, что одно лишь улучшение водно-воздушных условий почвы путем рыхления привело к устойчивым положительным результатам.

В то же время определение водорастворимого органического углерода показало, что происходит постепенное снижение его доли в органическом веществе, что, вероятно, происходит в результате его активной минерализации почвенной микробиотой.

Проведение биорекультивации привело к достоверному увеличению содержания подвижных фосфатов в почве до 11,54–15,36 мг/100 г за счет внесения удобрений, что сопоставимо с фоновыми значениями для данной территории. При этом отмечено, что внесение в почву только минеральных удобрений вызывает резкое увеличение содержания фосфатов только на один вегетационный период и на следующий сезон этот показатель вновь снижается. В то же время совместное внесение минеральных и органических удобрений приводит к постепенному накоплению фосфатов в почве.

Также внесение удобрений привело к достоверному увеличению содержания азота в почве в 2,5–3 раза от исходного количества, которое составляло 0,204%.

Известно, что показателями биологического состояния почвы является численность микроорганизмов и ее ферментативная и респираторная активность. Максимальный рост численности почвенных бактерий наблюдали при использовании в качестве мелиорантов биоудобрений совместно с минеральным удобрением. При этом численность углеводородокисляющих бактерий в этих вариантах в 4 и более раз превышала количество сапротрофных бактерий, что способствовало более интенсивному окислению углеводов и очищению почвы. Рыхлением почвы без внесения мелиорантов также удалось добиться роста численности бактерий, и в большей степени — углеводородокисляющих. Был отмечен рост численности микромицетов, которые также принимают участие в процессах биотрансформации нефтяных углеводов.

Для оценки ферментативной активности была исследована активность трех гидролитических ферментов (инвертазы, уреазы, фосфатазы) и одного окислительно-восстановительного (дегидрогеназа).

Достоверный рост активности инвертазы и уреазы отмечен при внесении на загрязненные участки минерального удобрения, а также при его совместном использовании с биоудобрением Бамил. В то же время внесение мелиорантов достоверно не повлияло на активность фосфатазы.

Дегидрогеназа в загрязненной почве катализирует дегидрирование углеводов, а ее активность характеризует интенсивность биологического разложения поллютанта. Достоверный рост активности дегидрогеназы наблюдали при внесении на загрязненные участки как биоудобрений, так и минеральных удобрений.

Измерение респираторной активности показало, что с внесением удобрений в почву происходит увеличение количества выделяемой углекислоты на 23–28%.

Улучшение питательных и водно-воздушных условий позволило ускорить процесс окисления углеводов. Максимальное снижение концентрации нефтепродуктов в почве

наблюдали в вариантах с внесением минерального удобрения и биоудобрения Омуг (на 79%) и с внесением минерального удобрения (на 75%). Однако при данной величине выборки статистически достоверной разницы между вариантами не установлено.

Для оценки эффективности исследуемых способов биоремедиации применяли интегральный показатель биологического состояния почвы — ИПБС [4, 5] и интегральный коэффициент биологической активности почвы — ИК БАП [9, 10].

Для расчета ИПБС значение каждого исследуемого показателя для незагрязненной почвы принимали за 100%, а значение показателя в вариантах опыта выражали в процентах от контроля. Для каждого варианта опыта определяли средние значения выбранных показателей и получали значение ИПБС, выраженное в процентах (рис. 1А). В отличие от ИПБС интегральный коэффициент БАП учитывает остаточное содержание углеводов в исследуемой почве, что позволяет более объективно провести оценку эффективности способов биоремедиации в зависимости от степени загрязнения (рис. 1Б).

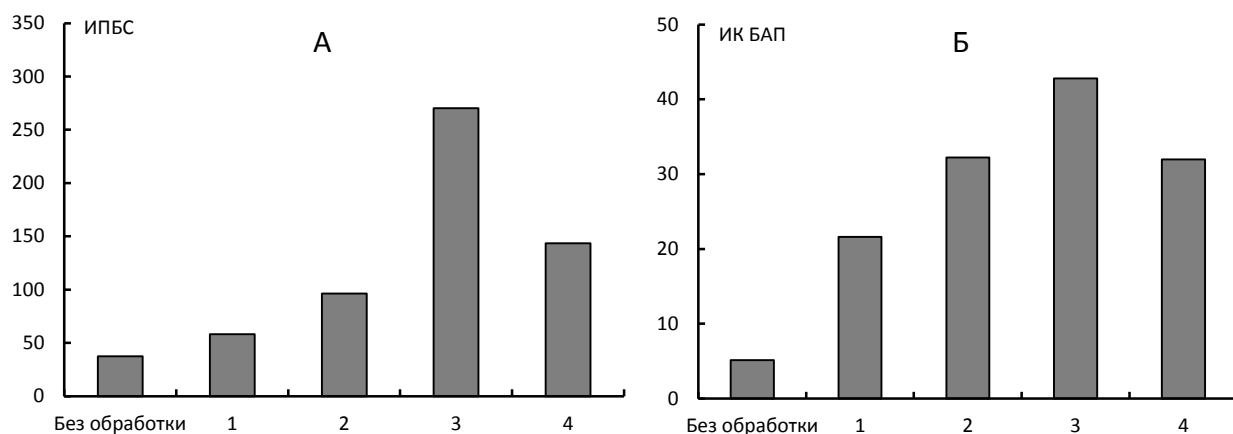


Рис. 1. Значения ИПБС (А) и ИКБАП (Б) для различных способов биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Варианты: 1 — рыхление, 2 — NPK, 3 — Бамил+NPK, 4 — Омуг+NPK

Результаты оценки эффективности используемых способов биоремедиации показали, что наибольшее положительное влияние на биологическое состояние загрязненной почвы оказало внесение минеральных удобрений совместно с биоудобрением Бамил. Полученные результаты еще раз подтверждают сделанные ранее выводы об эффективности применения удобрений, в том числе минеральных, для восстановления нефтезагрязненных почв в условиях севера [1].

**Заключение.** Проведение биоремедиации загрязненных участков привело к увеличению содержания органического углерода гумуса и подвижных фосфатов. Лучшие показатели по содержанию исследуемых биогенных элементов были отмечены при совместном использовании минеральных и биоудобрений.

Наибольший рост биологической активности был отмечен при использовании минерального удобрения совместно с биоудобрением Бамил. Результаты оценки эффективности различных способов биоремедиации с помощью интегральных коэффициентов также показали, что наибольшее положительное влияние на биологическое состояние почв оказали минеральные удобрения совместно с биоудобрением Бамил.

За время проведения исследований с помощью приемов биостимуляции микробиоты удалось добиться снижения концентрации углеводов на отдельных участках на 75–79% от исходного уровня.

Данное исследование показало, что, не смотря на сложные условия (субарктический климат, расположение загрязненных территорий на склонах горы и высокая степень деградации почвы), возможно успешное проведение восстановительных работ с использованием приемов биорекультивации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Evdokimova G., Masloboev V., Mozgova N., Myazin V., Fokina N. Bioremediation of Oil-Polluted Cultivated Soils in the Euro-Arctic Region. *Journal of Environmental Engineering A*. 2012. V.1, № 9. P. 1130–1136.
2. Архипченко И. А. Биоудобрения из отходов животноводства – перспективный субстрат для рекультивации нефтезагрязненных и нарушенных земель // Материалы докладов VI Съезда Общества почвоведов имени В. В. Докучаева. – Т. 3. – Карельский научный центр РАН, Петрозаводск, 2012. – С. 520.
3. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. Часть II. Под редакцией канд. физ.-мат. наук С. Г. Малахова. – М.: Московское отделение гидрометеоздата. – 1984. – 42 с.
4. Колесников С. И., Гайворонский В. Г., Ротина Е. Н., Жаркова М. Г., Денисова Т. В., Казеев К. Ш. Результаты экспериментального изучения загрязнения бурых почв мазутом // *Геоэкология. Инженерная экология. Гидрогеология. Геокриология*. – 2011. – № 2. – С. 183–187.
5. Колесников С. И., Жаркова М. Г., Казеев К. Ш., Кутузова И. В., Самохвалова Л. С., Налета Е. В., Зубков Д. А. Оценка экотоксичности тяжелых металлов и нефти по биологическим показателям чернозема // *Экология*. – 2014. – № 3. – С. 163–173.
6. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИК-спектрии: ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. – М., 1998. – 15 с.
7. Практикум по агрохимии: учеб. пособие – 2-е изд., перераб. и доп./ Под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
8. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв: методическое пособие - М.: Наука, 1976. – 180 с.
9. Шарапова И. Э., Лаптева Е. М., Маслова С. П., Табаленкова Г. И., Гарабаджиу А. В. Использование интегрального коэффициента биологической активности и индекса фитотоксичности для оценки фиторемедиации нефтезагрязненных почв // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2015. – № 2. – С. 67–73.
10. Шарапова И. Э., Гарабаджиу А. В. Оценка эффективности способов биоремедиации почв от нефтяных загрязнений // *Инженерная экология*. – 2015. – № 2. – С. 32–42.



11. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах). – Минск: Наука и техника, 1983. – 222 с.

**Краткая информация об авторе:**

**Мязин Владимир Александрович**, к.б.н.

Старший научный сотрудник лаборатории Методов реабилитации техногенных ландшафтов.

**Специализация:** изучение биологических методов очистки и восстановления нарушенных территорий.

E-mail: myazin@mail.ru

**Myazin V. A.**, PhD in Biological Sciences.

Senior researcher.

**Specialization:** study of biological methods of cleaning and restoring contaminated areas.

E-mail: myazin@mail.ru

УДК 543.31

**Мялкин И. В.**

**АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ ПОЧВЫ ГОРОДА ВЫКСА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ,  
ПРОВЕДЕННЫЙ ПРИ ПОМОЩИ АНАЛИЗАТОРА ЭКСПЕРТ-001**

**Выксунский филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»**

**Россия, 607060, Нижегородская обл., г.о.г. Выкса, р.п. Шиморское, ул. Калинина, д. 206**

E-mail: i.v.myalkin@gmail.com

В статье определен химический состав почв г.о.г. Выкса. Найдено среднее валовое содержание определяемых элементов в почве. Установлен водородный показатель почв.

**Ключевые слова:** почва; анализатор эксперт-001; водородный показатель; элементы, среднее содержание.

**Myalkin I. V.**

**ANALYSIS OF SOIL SAMPLES IN THE TOWN OF VYKSA, NIZHNY NOVGOROD REGION,  
USING EXPERT-001 ANALYZER**

**Vyksa Branch of the National University of Science and Technology "MISiS"**

**Russia, 607060, Vyksa, Shimorskoye R. p., Kalinina str., 206**

E-mail: i.v.myalkin@gmail.com

The chemical composition of soils in the town Vyksa, Nizhny Novgorod Region, is determined. The average gross content of the elements in the soil is found. The hydrogen index of the soils is determined.

**Keywords:** soil; expert-001 analyzer; hydrogen index; elements, average content.

Почва служит начальным звеном в биологической цепи почва – растения – человек и от содержания в ней того или иного элемента, поведения его в данной среде будет зависеть его концентрация в последующих звеньях. В настоящее время одной из актуальных экологических проблем является проблема загрязнения почв. Для г.о.г. Выкса это актуально. Основной причиной ухудшения состояния урбанизированных территорий является техногенное воздействие на городской округ, который является важным промышленным регионом, и для которого

проблема загрязнения окружающей среды является весьма актуальной. Выбросы промышленных предприятий, энергетика, сжигание отходов, минеральные удобрения, сточные воды, железнодорожный и автомобильный транспорт являются основными источниками поступления в почвенный покров загрязнителей, в том числе и целого комплекса тяжелых металлов, считающихся наиболее токсичными. В сложившихся условиях все возрастающей антропогенной нагрузки на природную среду происходит резкий рост уровня её загрязнения, и все большую роль в этом оказывает развитие транспортных коммуникаций и выбросы предприятий.

Отбор проб почвы проводился в соответствии с требованиями к отбору проб почв при общих и локальных загрязнениях, изложенными в ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89. Было отобрано 320 образцов почвы в разных районах г.о.г. Выкса. Для каждого образца пробная площадка является типичной для участка территории ячейки сетки, не имеет искажений рельефа, новообразований, посторонних включений и т.д. Для оценки вертикальной миграции загрязняющих веществ в представительном месте площадки закладывался разрез на глубину до 1 м. Затем проводился послойный отбор проб по глубинам 0–20, 20–60 и 60–100 см.

Точечные пробы были помещены на полиэтиленовую пленку, тщательно перемешаны, квартированы 3–4 раза: хорошо измельченная почва была распределена на пленке в виде квадрата, поделена на четыре части, две противоположные части были отброшены, две оставшиеся части перемешаны.

Оставшаяся после квартования почва была распределена на пленке, условно поделена на 6–9 квадратов, из центра которых было взято примерно одинаковое количество почвы. Масса отобранных проб была около 1 кг. Отобранные пробы были пронумерованы и зарегистрированы в акте отбора проб с указанием следующих данных: порядковый номер, место взятия пробы, горизонт почвы, дата отбора. Пробы были помещены в пакеты, опечатаны и доставлены в лабораторию.

Пробы почвы, поступившие в лабораторию, были высушены при температуре 40 °С. Затем была проведена пробоподготовка следующим образом:

- каждая проба была перетерта в большой фарфоровой ступке и просеяна через капроновое сито с диаметром отверстий 0.50–1 мм, нерастертые комочки почвы были растерты и снова просеяны;
- просеянные пробы были помещены в пакеты из крафт-бумаги.

После этого пробы были проанализированы на анализаторе Эксперт-001. Данные по образцам и их содержанию представлены в таблице 1.

Таблица 1

Среднее валовое содержание определяемых элементов в почве г.о.г. Выкса, мг/кг

| Район пробы<br>в г.о.г. Выкса | Кол-<br>во<br>проб | Среднее валовое содержание определяемых элементов, мг/кг |      |      |      |       |      |      |       |      |      |      | pH  |
|-------------------------------|--------------------|--|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|-----|
|                               |                    | Fe   | Na   | Cu   | Ca   | Zn    | Cd   | Ba   | Pb    | Mg   | Hg   | Ag   |     |
| М-он<br>Центральный           | 20                 | 60,17  | 0,04 | 40,1 | 0,01 | 55,59 | 0,01 | 0,02 | 10,11 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,5 |

| Район пробы<br>в г.о.г. Выкса                     | Кол-<br>во<br>проб | Среднее валовое содержание определяемых элементов, мг/кг |      |       |      |       |      |      |       |      |      |      | рН   |
|---|--------------------|--|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|
|   |                    | Fe   | Na   | Cu    | Ca   | Zn    | Cd   | Ba   | Pb    | Mg   | Hg   | Ag   |      |
| М-он Гоголя                                       | 20                 | 58,15  | 0,03 | 33,4  | 0,01 | 52,56 | 0,01 | 0,01 | 9,21  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 7    |
| М-он Юбилейный                                    | 20                 | 58,39  | 0,03 | 33,5  | 0,01 | 52,14 | 0,01 | 0,01 | 9,34  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,8  |
| М-он Жуковского                                   | 20                 | 54,31  | 0,03 | 28,8  | 0,01 | 46,38 | 0,01 | 0,01 | 9,11  | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 6,4  |
| Район Антоповки                                   | 20                 | 65,19  | 0,01 | 44,2  | 0,01 | 40,44 | 0,01 | 0,01 | 9,01  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 7,1  |
| М-он Дружба,<br>д. Туртапка                       | 40                 | 72,14  | 0,01 | 50,5  | 0,01 | 52,11 | 0,01 | 0,01 | 10,11 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6    |
| р.п. Шиморское,<br>д. Грязная,<br>д. Бл. Песочная | 40                 | 30,39  | 0,01 | 31,6  | 0,01 | 37,3  | 0,01 | 0,01 | 8,45  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,8  |
| р.п. Досчатое                                     | 30                 | 35,61  | 0,01 | 36,2  | 0,01 | 40,4  | 0,01 | 0,01 | 8,32  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,3  |
| р.п. Виля,<br>д. Новодмитровка,<br>д. В. Верия    | 40                 | 23,13  | 0,01 | 27,1  | 0,01 | 36    | 0,01 | 0,01 | 8,12  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,8  |
| д. Борковка,<br>д. Тамболес,<br>д. Н. Верия       | 30                 | 39,17  | 0,01 | 39,9  | 0,01 | 45,3  | 0,01 | 0,01 | 8,76  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 7,1  |
| Среднее содержание по г.о.г. Выкса                | 320                | 51,70  | 0,02 | 37,51 | 0,01 | 46,20 | 0,01 | 0,01 | 9,06  | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 6,75 |

Как видно из таблицы 1, значения рН почвы г.о.г. Выкса близки к нейтральным.

В таблице 2 представлены ПДК по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 и содержание элементов в почвах г.о.г. Выкса. Как видно из таблицы, содержание меди, цинка, свинца и ртути не превышает значений ПДК. Для других элементов ПДК не установлены. В сравнении с ОДК, также не наблюдается превышений.

Таблица 2

ПДК по гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 и содержание элементов в г.о.г. Выкса

|  | Среднее валовое содержание определяемых элементов, мг/кг |       |      |      |
|--|--|-------|------|------|
|  | Cu   | Zn    | Pb   | Hg   |
| г.о.г. Выкса                                     | 37,51  | 46,20 | 9,06 | 0,01 |
| ПДК по Гигиеническим нормативам ГН 2.1.7.2041-06 | 55   | 100   | 20   | 1    |

Валовое содержание ртути определяли следующим образом: образцы почвы помещают в коническую колбу вместимостью 100 куб. см, приливают 5 куб. см концентрированной азотной кислоты и оставляют после перемешивания на ночь. Утром в ту же колбу приливают 5 куб. см

концентрированной азотной кислоты, содержимое перемешивают стеклянной палочкой и покрывают стеклом. Нагревают на плитке с закрытой спиралью при температуре 100–120 °С до полного разложения органического вещества. Обработку почвы можно производить на бане при температуре 60–70 °С в течение 2 ч или при комнатной температуре в течение 12–15 ч. При более высоких температурах реакция окисления протекает бурно и возможны потери ртути в результате улетучивания.

После охлаждения приливают 25 куб. см раствора перманганата калия, осторожно перемешивают. После этого добавляют еще 5 куб. см 50%-го раствора персульфата калия для разложения органических соединений и оставляют стоять 18–20 ч, затем фильтруют отстой через фильтр «синяя лента», предварительно смоченный 4 М HCl, в мерную колбу вместимостью 100 куб. см, а осадок промывают порциями бидистиллированной воды и через тот же фильтр переносят в колбу, доведя объем до метки 100 куб. см.

Содержимое колбы переносится в барбатер, затем приливают 5–15 куб. см 1,5%-го раствора гидроксиламина. Гидроксиламин добавляют до полного обесцвечивания раствора в барбатере, затем приливают 5 куб. см 10%-го раствора двухлористого олова, необходимо быстро закрыть барбатер и подключить к прибору. Колбу (барбатер) встряхивают, открывают кран, включают насос и прокачивают воздух, который захватывает пары ртути и несет их через осушитель в трубку — аналитическую ячейку анализатора, через которую проходит луч от спектральной ртутной лампы. При поступлении паров ртути в аналитическую ячейку (трубку) стрелка измерительного прибора начинает отклоняться. Максимальное отклонение стрелки покажет содержание ртути в данной пробе. Вся эта приборная система замкнутая, циркуляция паров ртути может продолжаться до тех пор, пока детектор прибора не покажет четкое максимальное отклонение величины абсорбции. После окончания работы на приборе систему продувают, удаляя пары ртути.

По результатам фотометрирования стандартных растворов сравнения строят градуировочный график и определяют содержание ртути.

Валовое содержание цинка, свинца, меди проводят методом сухого озоления по ГОСТ 26657-85. Кварцевые чашки или тигли после мойки ополаскивают водопроводной, а затем дистиллированной водой. Тигли прокаливают в печи при температуре 525 +/- 25 °С в течение 2 ч, охлаждают в эксикаторе и взвешивают на весах 2-го класса точности. Этот процесс повторяют до достижения постоянной массы тигля. Прокаленный и доведенный до постоянной массы тигель хранят в эксикаторе над хлористым кальцием. В тигель (кварцевую чашку) помещают 10–20 г испытуемой пробы, взвешенной с погрешностью +/- 0,1 г без уплотнения (для того, чтобы в ее нижние слои поступал кислород воздуха). Пробой заполняют не более половины тигля. Тигель с пробой взвешивают на весах 2-го класса точности. Затем его помещают в холодную печь и повышают температуру до 200–250 °С (до появления дыма). После прекращения выделения дыма температуру печи доводят до 525 +/- 25 °С и ведут прокаливание в течение 3 ч. Отсутствие частичек угля указывает на полное озоление материала. При наличии углистых

частичек тигель с золой охлаждают на воздухе, золу смачивают дистиллированной водой или 3%-ным раствором перекиси водорода, или 2 куб. см разбавленной азотной кислотой (1:1). Кислоту или перекись водорода приливают дозатором или пипеткой с резиновой грушей, тщательно перемешивают стеклянной палочкой, а приставшие к палочке частицы смывают в тигель дистиллированной водой. Воду выпаривают в сушильном шкафу, на электроплитке или другим способом, тигель помещают в печь и прокаливают при температуре  $525 \pm 25$  °С в течение 1 ч. По окончании прокаливания тигель с золой охлаждают в выключенной печи, затем в эксикаторе и взвешивают. Далее тигель с золой прокаливают в течение 30 мин. при температуре  $525 \pm 25$  °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокаливание и взвешивание повторяют до достижения постоянной массы тигля с золой. Постоянство массы считается достигнутым, если разность результатов двух последовательных взвешиваний составит не более 0,001 г.

Озоление растений проводится, как правило, неодинаковое количество времени для разных видов растений (до 10 ч). При правильном озолении полученная зола имеет белый, кремоватый, розовый цвет, без обугленных частиц. Кислотная экстракция тяжелых металлов из золы. Определение содержания Cu, Zn, Pb проводят в растворе золы после минерализации анализируемого материала. Зола смачивают несколькими каплями бидистиллированной воды, затем дозатором или бюреткой к золе прибавляют по 10-15 куб. см азотной кислоты, разбавленной (1:1), покрывают тигель часовым стеклом и нагревают на электроплитке до кипения или выдерживают на кипящей водяной бане в течение 30 мин., не допуская разбрызгивания остатка. Содержимое тигля фильтруют в мерную колбу вместимостью 50 куб. см через маленький фильтр «белая лента». Фильтр предварительно тщательно промывают разбавленной HNO<sub>3</sub>. Тигель и фильтр несколько раз споласкивают горячей бидистиллированной водой, доводя объем раствора до метки. Содержимое колб перемешивают и оставляют до следующего дня для отстаивания. После отстаивания растворы используют для анализа. Одновременно проводят контрольный опыт, включая все стадии анализа, кроме взятия проб растительного материала. Определение тяжелых металлов в растворах золы осуществляют на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

По данной работе представлены выводы:

- в г.о.г. Выкса определено среднее валовое содержание определяемых элементов в почве;
- определены рН почвы г.о.г. Выкса;
- среднее валовое содержание определяемых элементов не превышает ПДК.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Мялкин Игорь Васильевич**, к.х.н., доцент.

И.о. зав. кафедрой ЕНД, Выксунский филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

**Специализация:** физическая и аналитическая химия.

E-mail: i.v.myalkin@gmail.com

**Myalkin I. V.**, PhD in Chemical Sciences.

Acting Head of Department Vyksa Branch of the National University of Science and Technology "MISiS".

**Specialization:** physical and analytical chemistry.

E-mail: i.v.myalkin@gmail.com

УДК 579.6

**Руссу А. Д.**

**ВЛИЯНИЕ ГОРМОНОПОДОБНОГО КСЕНОБИОТИКА НОНИЛФЕНОЛА  
НА ЧИСЛЕННОСТЬ ОСНОВНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП  
ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
Российской академии наук  
Россия, 197110, Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д. 18  
E-mail: angelarussu@list.ru**

В данной работе было изучено воздействие гормоноподобного ксенобиотика нонилфенола на численность основных физиологических групп микроорганизмов дерново-подзолистой суглинистой почвы. Нонилфенол оказывает времязависимое влияние на численность основных групп почвенных микроорганизмов. Выявлена различная чувствительность микроорганизмов основных таксономических групп к данному ксенобиотику. В присутствии нонилфенола происходит значительное увеличение количества гетеротрофных, олиготрофных, целлюлазоразрушающих и олигонитрофильных бактерий. Наиболее чувствительными к нонилфенолу являются спорообразующие бактерии и актиномицеты.

**Ключевые слова:** гормоноподобные ксенобиотики; нонилфенол; почва; почвенные микроорганизмы.

**Russu A. D.**

**EFFECT OF THE ENDOCRINE DISRUPTOR NONYLPHENOL ON THE NUMBER  
OF THE MAIN PHYSIOLOGICAL GROUPS OF SOIL MICROORGANISMS**

**Institution of Russian Academy of Sciences Saint-Petersburg Scientific-Research Centre  
for Ecological Safety RAS  
Russia, 197110, St. Petersburg, Korpusnaya str., 18  
E-mail: angelarussu@list.ru**

In this paper, the effect of the endocrine disruptor nonylphenol on the number of the main physiological groups of microorganisms of the soddy-podzolic loamy soil was studied. Nonylphenol has a time-dependent effect on the number of major groups of soil microorganisms. Different sensitivities of the microorganisms of the main taxonomic groups to this xenobiotic were revealed. In the presence

of nonylphenol there is a significant increase in the number of heterotrophic, oligotrophic, cellulose-depleting and oligonitrophilic bacteria. The most sensitive to nonylphenol are spore-forming bacteria and actinomycetes.

**Keywords:** endocrine disruptors; nonylphenol; soil; soil microorganisms.

За последние десятилетия антропогенное воздействие на окружающую среду приобрело глобальный характер, следствием чего стало масштабное поступление во внешнюю среду промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Повышенное внимание в настоящее время уделяется группе так называемых репродуктивных токсикантов, и прежде всего, гормоноподобным ксенобиотикам. К их числу относятся алкилфенолы, в частности, нонилфенол. Нонилфенол (НФ) — персистентное химическое соединение, являющееся продуктом неполной трансформации неионогенных поверхностно-активных веществ нонилфенолэтоксилатов, широко используемых в промышленности и быту [4].

НФ обнаруживается во всех экосистемах — воздухе, воде, донных отложениях, почве [4]. Загрязнение почвы нонилфенолом происходит как за счет несанкционированных свалок, так и вследствие размещения осадков сточных вод различных производств. Так, например, в Северной Америке и Западной Европе около 30% всех осадков сточных вод используется в сельском хозяйстве [9]. В зависимости от количества внесенных органических удобрений (навоза) и осадков сточных вод содержание нонилфенола в почвах варьирует от едва детектируемых значений до сотен миллиграмм на килограмм сухой почвы [3, 4].

Многочисленными исследованиями установлено токсическое воздействие нонилфенола на почвенные организмы, такие как ногохвостки, дождевые черви, растения и др. [2, 4, 5].

Известно, что нормальное функционирование почвенных экосистем обусловлено наличием в них определенных физиологических групп микроорганизмов, осуществляющих важнейшие функции синтеза и деградации органических веществ, азотфиксации, гумификации, круговорота биогенных элементов и др. Загрязнение почв чужеродными соединениями может приводить к перестройке микробных комплексов и, как следствие, к изменению (ухудшению) биологического состояния почвы [7]. Следует отметить, что в настоящее время в доступной научной литературе крайне мало информации, посвященной изучению воздействия нонилфенола на микробиоту почвы.

**Целью** данной работы было определение влияния ксенобиотика нонилфенола на численность основных физиологических групп микроорганизмов дерново-подзолистой суглинистой почвы.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследования были использованы образцы верхних горизонтов дерново-подзолистой суглинистой почвы (Ленинградская область) и технический нонилфенол (CAS: 84852-15-3) производства Sigma-Aldrich (США).

В модельных экспериментах в почвенные образцы, увлажненные стерильной дистиллированной водой, вносили нонилфенол (НФ) в виде ацетоновых растворов, создавая

концентрацию НФ 100 мг/кг воздушно-сухой почвы. Содержание ацетона составляло 5,5% об. Контрольные варианты дерново-подзолистой суглинистой почвы (без нонилфенола) также содержали 5,5% об. ацетона. В указанной концентрации ацетон не оказывал статистически значимого ( $p \leq 0,05$ ) влияния на почвенную микробиоту (данные не представлены). Стерилизацию почвы проводили двукратным автоклавированием. Почвенные образцы компостировали в течение 90 суток при температуре  $25 \pm 1$  °С при периодическом перемешивании и увлажнении до 60% от полной влагоёмкости.

Численность микроорганизмов определяли методом посева почвенной суспензии на плотные питательные среды. Для десорбции микроорганизмов с почвенных частиц водно-почвенные суспензии обрабатывали ультразвуком (частота 40 КГц) в ультразвуковой ванне DA-963 (КНР) в течение 10 мин., а затем встряхивали на качалке (180 об./мин.) в течение 10 мин. Численность микроорганизмов различных физиологических групп определяли общепринятыми в почвенной микробиологии методами на стандартных питательных средах: мясо-пептонном агаре (МПА) — гетеротрофные микроорганизмы, усваивающие органические формы азота; среде Эшби — олигонитрофильные микроорганизмы; среде Гетчинсона — целлюлозоразрушающие микроорганизмы; среде Чапека — микромицеты; МПА (1:10) — олиготрофные микроорганизмы, крахмало-аммиачном агаре — актиномицеты. Численность спорообразующих бактерий учитывали на МПА, посев проводили из предварительно пастеризованной почвенной суспензии [8].

При экстракции нонилфенола к 1 грамму лиофильно высушенного почвенного образца добавляли 5 мл гексана, встряхивали в течение 1 мин., затем трижды по 15 минут обрабатывали ультразвуком (частота 40 КГц) в ультразвуковой ванне DA-963 (КНР), периодически встряхивая. Далее добавляли 5 мл 0,095 М раствора тетрабутиламмоний сульфата в 50 мМ  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , встряхивали и снова обрабатывали ультразвуком дважды по 10 минут. После этого образцы центрифугировали 10 минут при 6000 об./мин. и замораживали. Декантированные гексановые экстракты высушивали. Полученные сухие экстракты растворяли в 400 мкл 100% ацетонитрила, центрифугировали при 10000 об./мин. в течение 1 мин. Для получения пробы для хроматографирования к 200 мкл надосадочной жидкости добавляли 300 мкл дистиллированной воды. Анализ содержания НФ проводили методом ВЭЖХ по описанной ранее методике [1].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Excel. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Установлено, что загрязнение почвы нонилфенолом вызывает времязависимое изменение численности основных физиологических групп микробного сообщества (таблица 1).



Влияние НФ на численность различных физиологических групп почвенных микроорганизмов

| Физиологические группы микроорганизмов             | Длительность инкубирования, сутки |                    |            |                    |
|--|-----------------------------------|--------------------|------------|--------------------|
|  | 30                                |                    | 90         |                    |
|  | Контроль                          | 100 мг НФ/кг а.с.п | Контроль   | 100 мг НФ/кг а.с.п |
| Гетеротрофы, КОЕ·10 <sup>7</sup>                   | 10,9 ± 1,5                        | 19,1 ± 3,5         | 6,3 ± 1,7  | 16,9 ± 4,3         |
| Олиготрофы, КОЕ·10 <sup>7</sup>                    | 9,8 ± 2,5                         | 21,6 ± 1,9         | 8,2 ± 2,5  | 22,4 ± 5,8         |
| Целлюлозоразрушающие бактерии, КОЕ·10 <sup>7</sup> | 5,4 ± 1,1                         | 13,9 ± 1,4         | 23,8 ± 4,8 | 54,5 ± 3,4         |
| Олигонитрофилы, КОЕ·10 <sup>7</sup>                | 15,7 ± 2,3                        | 30,2 ± 9,9         | 6,8 ± 1,2  | 10,5 ± 1,6         |
| Спорообразующие бактерии, КОЕ·10 <sup>6</sup>      | 3,2 ± 0,8                         | 3,3 ± 0,4          | 2,8 ± 0,4  | 2,0 ± 0,3          |
| Микромицеты, КОЕ·10 <sup>3</sup>                   | 9,4 ± 2,2                         | 5,8 ± 1,5          | 11,8 ± 2,4 | 10,3 ± 1,1         |
| Актиномицеты, КОЕ·10 <sup>5</sup>                  | 0,7 ± 0,1                         | 0,6 ± 0,1          | 1,6 ± 0,1  | 1,2 ± 0,1          |

Так, через 30 суток после внесения НФ, отмечено увеличение численности гетеротрофных, олиготрофных, целлюлозоразрушающих и олигонитрофильных бактерий в 1,8; 2,2; 2,6 и 1,9 раза соответственно. Следует отметить, что эта тенденция сохранялась и через 90 суток инкубирования: численность бактерий этих групп возрастала в 1,5–2,7 раза. Возможно, одной из причин увеличения численности отдельных групп микроорганизмов при загрязнении почвы НФ является использование этими микроорганизмами нонилфенола в качестве дополнительного питательного субстрата.

В пользу предположения об использовании микроорганизмами НФ как источника углерода свидетельствуют существенные различия между убылью ксенобиотика в стерильных и нестерилизованных образцах почвы (рис. 1).

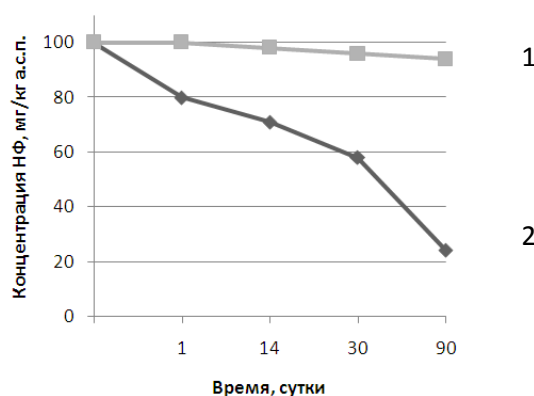


Рис. 1. Содержание нонилфенола в почвенных образцах, обработанных НФ  
1 — стерильная почва; 2 — нестерилизованная почва

После 90 суток инкубирования в стерильных образцах концентрация НФ осталась практически неизменной, в то же время в нестерилизованных образцах его содержание снизилось практически на 80%.

Численность спорообразующих бактерий и актиномицетов после 30 суток инкубирования загрязненной нонилфенолом почвы остается на уровне их численности в контрольной,

не обработанной поллютантом почве. Дальнейшее инкубирование — до 90 суток приводило к снижению численности спорообразующих бактерий в 1,4 раза, актиномицетов — в 1,3 раза по сравнению с контрольной почвой. Учитывая важную роль актиномицетов в процессе почвообразования и в разложении недоступных для бактерий трудно гидролизующих соединений, выявленное снижение численности актиномицетов на фоне увеличения общей численности гетеротрофных бактерий может привести к усилению процессов деградации в почве. Снижение численности актиномицетов характерно для многих антропогенно нарушенных почв [5].

После 30 суток инкубирования выявлено снижение численности микромицетов в 1,6 раза по сравнению с контрольным вариантом. Однако после 90 суток наблюдалось восстановление их количества до контрольного уровня.

Коэффициент олигонитрофильности после 30 суток инкубирования загрязненной нонилфенолом достоверно не отличается от контрольного значения. Однако через 90 суток этот показатель значительно — в 1,7 раз снижался в сравнении с контрольным вариантом. Снижение величины коэффициента олигонитрофильности в почве, обработанной НФ, может свидетельствовать о замедлении процессов иммобилизации азота в почве в присутствии данного ксенобиотика.

Таким образом, загрязнение образцов дерново-подзолистой суглинистой почвы нонилфенолом вызывает значительные количественные изменения в структуре почвенного микробоценоза. Нонилфенол оказывает времязависимое влияние на численность основных групп почвенных микроорганизмов. Выявлена различная чувствительность микроорганизмов основных таксономических групп к данному ксенобиотику. В присутствии нонилфенола происходит значительное увеличение количества гетеротрофных, олиготрофных, целлюлазоразрушающих и олигонитрофильных бактерий. Наиболее чувствительными к НФ являются спорообразующие бактерии и актиномицеты.

**Работа рекомендована:** Зайцевой Татьяной Борисовной, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории биологических методов экологической безопасности НИЦЭБ РАН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Medvedeva N., Zaytseva T., Kuzikova I. Cellular responses and bioremoval of nonylphenol by the bloom-forming cyanobacterium *Planktothrix agardhii* 1113 // Journal of Marine Systems. – 2017. – Vol. 171. – P.120–128.
2. Roberts P., Roberts J. P., Jones D. L. Behaviour of the endocrine disrupting chemical nonylphenol in soil: Assessing the risk associated with spreading contaminated waste to land // Soil Biology & Biochemistry. – 2006. 38 – P. 1812–1822.
3. Sarmah A. K., Halling-Sørensen B. Biodegradation of selected emerging organic contaminants in the environment-an overview // Leading-Edge Environmental Biogradation Research. – 2007. – PP. 53–93.
4. Soares A., Guieysse B., Jefferson B., Cartmell E., Lester J. N. Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters // Environment

- International. – 2008. – Vol. 34(7). – P. 1033–1049.
5. Widarto T. N., Holmstrup M., Forbes V. E. The influence of nonylphenol on life-history of the earthworm *Dendrobaena octaedra* Savigny: linking effects from the individual- to the population-level // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2004. – Vol.58. – P. 147–159.
  6. Горовцов А. В. Показатели структуры микробоценоза почв г. Ростова-на-Дону как инструмент мониторинга состояния антропогеннопреобразованных почв // *Научный журнал КубГАУ*, 2013. – № 89(05). – С. 1–13.
  7. Добровольский Г. В., Гришина Л. А. Охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.
  8. Колесников С. И., Казеев К. Ш., Велигонова Н. В., Патрушева Е. В., Азнаурьян Д. К., Вальков В. Ф. Изменение комплекса почвенных микроорганизмов при загрязнении чернозема обыкновенного нефтью и нефтепродуктами // *Агрохимия*. – 2007. – № 12. – С. 44–48.
  9. Плеханова И. О. Степень самоочищения агродерново-подзолистых супесчаных почв, удобренных осадком сточных вод // *Почвоведение*. – 2017. – № 4. – С. 506–512.

**Краткая информация об авторе:**

**Руссу Анжела Димитриевна**, младший научный сотрудник лаборатории биологических методов экологической безопасности.

**Специализация:** изучение влияния ксенобиотиков на природные микробоценозы.

E-mail: [angelarussu@list.ru](mailto:angelarussu@list.ru)

**Russu A. D.**, junior researcher in the laboratory of biological methods of environmental safety.

**Specialization:** study of the effect of xenobiotics on natural microbiocenoses.

E-mail: [angelarussu@list.ru](mailto:angelarussu@list.ru)

УДК 628.477:[621.3.032+621.38.032]

**Федоров А. Д., Греков К. Б.\***

**ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»**

**Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, к. 1, д. 22**

\*E-mail: [grekovkb@yandex.ru](mailto:grekovkb@yandex.ru)

В работе рассмотрены технологии утилизации и переработки электронных отходов. Определены наиболее значимые направления развития и совершенствования методов и технологий переработки электронных отходов.

**Ключевые слова:** отходы электронного и электрического оборудования (ОЭЭО); переработка отходов; выделение металлов из разбавленных растворов.

RECYCLING TECHNOLOGIES FOR ELECTRONIC WASTE

Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education  
The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications  
Russia, 193232, St. Petersburg, pr. Bolshevikov, 22–1  
\*E-mail: grekovkb@yandex.ru

This article examines methods of processing electronic waste. It contains information about recovery of complex silver compounds from dilute solutions by the reagent ultrafiltration method.

**Keywords:** waste electrical and electronic equipment (WEEE); waste recycling; reagent ultrafiltration.

Проблема обращения с отходами производства и потребления является на сегодня одной из наиболее острых экологических проблем как на глобальном, так и на региональном уровне. На первый взгляд, доля объема электронных отходов в общем их объеме относительно невелика. Так, по некоторым оценкам в России объем генерируемых электронных отходов за 2014 г. составил 1,23 млн тонн. Разные исследователи по-разному оценивают общий объем отходов электрического и электронного оборудования, образующихся в мире. По материалам ЮНЭП он составляет около 50 млн т в год, а согласно данным Университета Организации Объединенных Наций (УООН) в 2014 г. человечество произвело 41,8 млн тонн таких отходов, а к 2018 г. их количество достигнет 49,8 млн тонн. С другой стороны, компания Ericsson оценивает количество отходов как 48,9 млн тонн в 2012 г. и 65 млн тонн в 2017 г. Такое расхождение в оценках связано с отсутствием четкой интегрированной системы учета количества образующихся отходов [1, 2].

По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, сбор особо опасных отходов от населения в нашем городе производится через специально созданную систему сбора [3], включающую: 2 передвижных пункта приема опасных отходов («Экомобиль»), 8 стационарных пунктов приема опасных отходов («Экопост»), 210 терминалов по приему опасных отходов («Экотерминал»), более 730 мест установки картонных экобоксов («Экобокс»). Благодаря этому в 2017 году было собрано более 300 тонн опасных отходов, из которых к электронным можно отнести около 150 тонн (таблица 1). Большая часть этих отходов была обезврежена и утилизирована с максимальным извлечением вторичных ресурсов для последующего использования, а остатки — захоронены [3]. В то же время следует констатировать, что судьба значительной части электронных отходов в нашем городе остается неизвестной.

Таблица 1

Сбор опасных отходов от населения Санкт-Петербурга в 2014–2017 годах

| Виды отходов                                       | 2014 год | 2015 год | 2016 год | 2017 год |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Лампы ртутные, т                                   | 24,1     | 33,0     | 46,1     | 34,1     |
| Термометры медицинские и прочие ртутные приборы, т | 3,0      | 3,8      | 2,2      | 1,5      |
| Батарейки, т                                       | 20,9     | 28,3     | 49,2     | 76,3     |
| Оргтехника, компьютерная и бытовая техника, т      | 33,9     | 29,7     | 40,3     | 37,5     |
| Аккумуляторы кроме малогабаритных, т               | 2,1      | 1,4      | 0,5      | 0,1      |
| ВСЕГО:   | 84,0     | 96,2     | 138,3    | 149,5    |

По данным мониторинга, проводимого Университетом ООН, общее количество произведенных отходов ЭЭО, тыс. т и процент переработанных отходов составили в 2013 г. в разных странах: в Китае — 7072 и 18; в США — 6033 и 17; в Японии — 2200 и 24; в Германии — 1769 и 40; в Швейцарии — 213 и 80 соответственно. В целом же в мире в 2013 г. было переработано только 16% произведенных ОЭЭО [1, 4].

В настоящее время проявляются опасные тенденции, заключающиеся в следующем [1, 2]:

- рост объема образующихся отходов электрического и электронного оборудования во всех ведущих странах мира и, особенно, в промышленно развитых регионах;
- наличие в указанных отходах большого количества особо опасных веществ, таких как свинец, ртуть, бериллий, кадмий, асбест, фторуглеводороды, бромированные огнезащитные средства и др.;
- попадание огромного объема этих отходов на свалки, том числе несанкционированные;
- экспорт электронных отходов в развивающиеся страны Азии, Африки и Латинской Америки (по некоторым оценкам, до 80% не переработанных отходов этого вида), что делается в обход Базельской конвенции, регулирующей трансграничное перемещение опасных и иных отходов.

После сбора и вывоза старой электронной и электрической техники необходимо оценить возможность последующего ее ремонта и использования. Для удаления токсичных отходов необходимо произвести разбор и разделение старой техники на части, в которых содержатся опасные и/или ценные вещества.

Вторичная переработка электронных устройств и разных их деталей производится в основном двумя методами:

- механической переработкой, заключающейся в дроблении и перемалывании с последующим отделением металлических фракций;
- химической переработкой, к которой относятся пиролиз, гидро- и биометаллургические процессы, газификация.

Производителей, занимающихся переработкой ОЭЭО, более интересуют радиодетали и печатные платы, которые входят в состав всех устройств. Современная переработка позволяет извлекать из плат до 92–95% ценных металлов, находящихся в этих платах. Их извлечение позволяет экономить на затратах по первичному обогащению и литью меди, золота, палладия, серебра, алюминия и прочих металлов. Для концентрирования и извлечения различных металлов, в том числе благородных и редкоземельных, из разбавленных технологических растворов, сточных и промывных вод и жидких отходов находят применение методы мембранной технологии, среди которых наиболее распространены и разработаны баромембранные методы — обратный осмос, нано- и ультрафильтрация и др.

Среди баромембранных технологий особое место занимает реагентная, или мицеллярно усиленная ультрафильтрация, основанная на переводе растворённых низкомолекулярных компонентов в новое ассоциативное молекулярное состояние с последующим отделением

образующихся ассоциативных форм на макропористой ультрафильтрационной мембране. Такой метод позволяет извлекать из растворов ионные соединения, не используя высоких давлений [5, 6]. При извлечении лантана и других редкоземельных металлов эффективность традиционных схем дробного осаждения также можно существенно повысить за счет применения метода реагентной ультрафильтрации. Возможно также выделение различных комплексных соединений лантаноидов (например, ализаринкомплексона) методом нанофильтрации.

Таким образом, применение технологии реагентной ультрафильтрации, а также сочетание реагентных методов очистки и других методов мембранной технологии (например, микро- и нанофильтрации) представляется весьма перспективным для извлечения различных металлов при переработке электронных отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Греков К. Б. Электронные отходы: вызов XXI века // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения. Международная научно-практическая конференция 12–13 апреля 2018 г., Санкт-Петербург; сб. тез. и докл. СПб.: Научные технологии, 2018. – С. 26–27.
2. Марьев В. А., Комиссаров В. А. Надо ли создавать систему управления отходами электрического и электронного оборудования в России? // Рециклинг отходов. – 2013. – № 3(45). – С. 2–11.
3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2017 году / Под редакцией И. А. Серебрицкого – СПб.: ООО «Сезам-принт», 2018. – 158 с.
4. Хефели В., Амманн А. Проблемы и решения WEEE в Японии // Твердые бытовые отходы. – 2017. – № 3. – С. 56–57.
5. Свитцов А. А., Абылгазиев Т. Ж. Мицеллярно усиленная (реагентная) ультра-фильтрация // Успехи химии. – 1991. – Т.60. – Вып. 11. – С. 2463–2468.
6. Кун Н. Ю., Греков К. Б. Воздействие отходов электрического и электронного оборудования на окружающую среду // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения Седьмого молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира», 22–24 ноября 2016 г., Санкт-Петербург. – СПб НИЦЭБ РАН, 2016. – С. 203–205.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Федоров Анатолий Дмитриевич**, студент 4-го курса, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности.

**Специализация:** утилизация электронных отходов.

E-mail: nzlteam97@mail.ru

**Fedorov A. D.**, 4th year student, Department of ecology and safety.

**Specialization:** electronic waste recycling.

E-mail: kunnata@mail.ru

**Греков Константин Борисович**, д.т.н., профессор, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности.

**Специализация:** проблемы техносферной безопасности, утилизация электронных отходов.

E-mail: grekovkb@yandex.ru

**Greekov K. B.**, Grand PhD in Technical Sciences, Professor.

Professor, Department of ecology and safety.  
**Specialization:** problems of technosphere safety, electronic waste recycling.  
E-mail: grekovkb@yandex.ru

УДК 661.634

**Ковальский В. П. \*, Бондарь А. В., Бурлаков В. П.**

**МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

**Винницкий национальный технический университет  
Украина, 21021, Винница, Хмельницкое шоссе ул., д. 95  
\*E-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com**

Рассмотрена возможность использования бокситового шлама для активации золы-унос и разработки нового малоклинкерного вяжущего на основе промышленных отходов. Разработан оптимальный состав комплексного вяжущего, модифицированного щелочной алюмоферритной добавкой. Определены реологические и физико-механические свойства предложенного вяжущего, которые соответствуют строительным нормам.

**Ключевые слова:** минеральные вяжущие; промышленные отходы; зола-унос; бокситовый шлам; физико-механические свойства.

**Kovalskiy V. P. \*, Bondar A. V., Burlakov V. P.**

**MINERAL BINDERS FROM INDUSTRIAL WASTES**

**Vinnitsia National Technical University  
Ukraine, 21021, Vinnitsia, Khmelnytsky highway, 95  
\*E-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com**

The possibility of using bauxite sludge for activation of fly ash and development of a new low-clinker binder based on industrial wastes is considered. The optimum composition of complex astringent, modified with alkaline alumina-ferrite additive, was developed. The determined rheological and physicomachanical properties of the proposed binder were found to comply with the building codes.

**Keywords:** mineral binders; industrial waste; fly ash; bauxite sludge; physical and mechanical properties.

На данном этапе развитие строительной отрасли зависит от уровня решения взаимосвязанных проблем по ресурсо- и энергосбережению. Рост цены на электроэнергию в значительной степени повышает стоимость строительных материалов и изделий. Одним из направлений снижения их расходов является снижение стоимости энергопотребления компонентов путем использования отходов энергетической промышленности (золы-унос) и цветной металлургии (бокситового шлама) [1, 3]. Использование этих отходов целесообразно как с экономической, так и с экологической точки зрения, потому что представляется возможность освободить значительные территории земли от накопленных отвалов вредных промышленных отходов и снизить затраты на их хранение и техническое обслуживание.

В Украине из 1,5 млрд тонн природных ресурсов, используемых в производстве ежегодно, большая их часть идет в отходы [4]. Количество накопившихся твердых отходов энергетической, металлургической и других отраслей промышленности превышает 17 млрд т и ежегодно увеличивается на 1 млрд т.

Среди известных технологий производства строительных материалов с использованием техногенных отходов отсутствуют комплексные подходы, которые сочетают в технологическом цикле несколько разновидностей техногенных продуктов [5, 6].

В мировой и отечественной практике исследовано и разработано много различных составов малоклинкерных вяжущих на основе промышленных отходов, однако их свойства и экономические показатели не всегда полностью отвечают современным требованиям. Это обуславливает необходимость создания новых составов минеральных вяжущих преимущественно из промышленных отходов, используя их свойства и состав как инструмент для повышения качества прохождения процессов структурообразования и свойств вяжущих.

**Целью** исследования является определение возможности использования бокситового шлама для активации золы-уноса и разработки нового малоклинкерного вяжущего на основе промышленных отходов с заданными физико-механическими свойствами.

**Предмет** исследования — закономерности формирования физико-механических свойств малоклинкерных минеральных вяжущих при механохимической активации отходов промышленности.

**Объект** исследования — малоклинкерные минеральные вяжущие из отходов промышленности.

**Результаты.** Одним из практических путей обновления базы строительной индустрии с минимальными затратами является организация производства строительных материалов с максимальным использованием техногенного сырья и внедрение эффективных технологий активации компонентов цементных композиций [7].

Бокситовый шлам характеризуется постоянным химическим составом, содержание оксидов в составе красного шлама приведено в таблице 1.

Таблица 1

Содержимое оксидов в составе бокситового шлама

| Оксиды                   | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Ca      | Na <sub>2</sub> O+<br>K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | п.п.п.   |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|--|-------------------------------|-------------------------------|----------|
| массовая доля оксидов, % | 9,5–11,1         | 4,4–5,6          | 17,0–19,0                      | 39,0–43,0                      | 7,6–9,5 | 6,2– 6,9                               | 0,2– 0,3                      | 0,2–0,25                      | 7,9–10,5 |

Минералогический состав бокситового шлама представлен в основном соединениями железа: гематитом и гетитом, а также гидрогранатами и гидроалюмосиликатами натрия [2, 4].

Для детальной проверки рабочей гипотезы по повышению эффективности гидравлического потенциала золы-уноса за счет введения бокситового шлама как щелочного микронаполнителя было изготовлено семь серий образцов размерами 4×4×16 см с различным



содержанием красного шлама. Содержание портландцемента, В/Т отношение и условия твердения были постоянными.

Показатели химического разрушения поверхности частиц золы-уноса бокситовым шламом оценивали по консистенции смесей, которая определялась с помощью встряхивающего столика и по максимальному пределу прочности при сжатии половинок балочек. Результаты проведенных исследований показаны на рисунке 1.

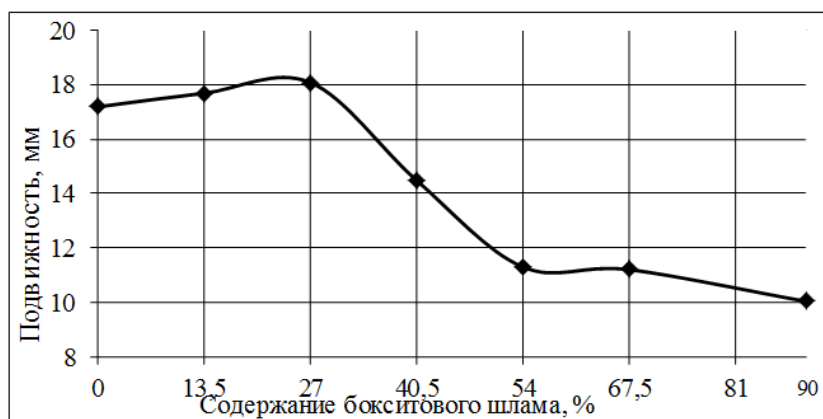


Рис. 1. Влияние бокситового шлама на подвижность комплексного вяжущего

Для подтверждения положительного влияния бокситового шлама на разрушение стекловидной поверхности и повышения вяжущих свойств золы-уноса нами была установлена зависимость прочности вяжущего от соотношения золы-уноса и бокситового шлама. Результаты исследований отображены на рисунке 2.

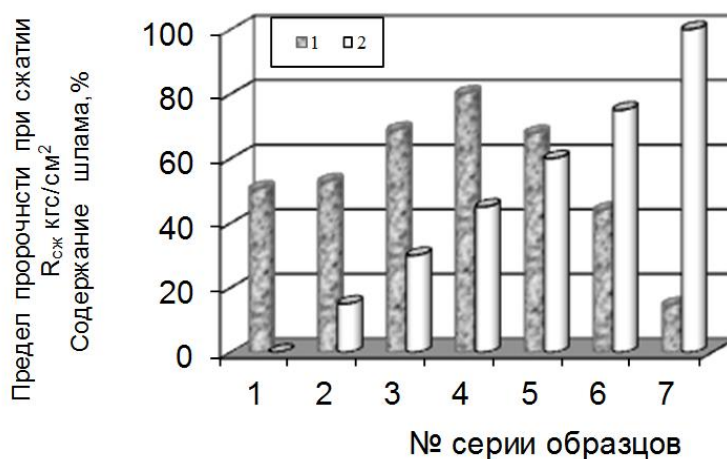


Рис. 2. Зависимость предела прочности от содержания бокситового шлама: 1 — предел прочности при сжатии; 2 — содержание бокситового шлама

По результатам исследований (рис. 2) установлено, что рост прочности наблюдается при замене золы бокситовым шламом на промежутке от 13,5% до 40,5% и в общем составляет примерно 58%.

**Выводы.** В результате проведенных исследований получены оптимальные значения состава комплексного вяжущего, модифицированного щелочной алюмоферритной добавкой: расходы золы-уноса составляют 52,6%, красного шлама 37,4% и портландцемента 10%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальський В. П. Методи активації золи уноса ТЕС / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47–49.
2. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14–23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>
3. Ковальський В. П. Применение красного бокситового шлама в производстве строительных материалов / В. П. Ковальський // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55–60.
4. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою: монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. – ISBN 978-966-641-338-6.
5. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христюк, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji "Naukowoprzestrzeń Europy – 2015". – Przemysł (Poland) : Naukaistudia, 2015. – Vol. 23 : Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – P. 56–58.
6. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). – Т. 13. – С. 111–114.
7. Очеретний В. П. Нове в технології виробництва цементно-карбонатних будівельних виробів з використанням промислових відходів / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 33–36.

### **Краткая информация об авторах:**

**Ковальський Віктор Павлович**, к.т.н., доцент.

Доцент кафедри строительства, городского хозяйства и архитектуры.

**Специализация:** использование промышленных отходов в строительстве.

E-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Kovalsky V. P.**, PhD in Engineering Sciences.

Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture.

**Specialization:** use of industrial waste in construction.

E-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Бондарь Алёна Васильевна**, ассистент.

**Специализация:** использование промышленных отходов в строительстве.

E-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Bondar A. V.**, assistant.

**Specialization:** use of industrial waste in construction.

E-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Бурлаков Виктор Петрович**, аспирант.

**Специализация:** использование промышленных отходов в строительстве.

E-mail: [viktorburlakov9@gmail.com](mailto:viktorburlakov9@gmail.com).

**Burlakov V. P.**, postgraduate.  
**Specialization:** use of industrial waste in construction.  
E-mail: viktorburlakov9@gmail.com

УДК 504.05

**Лунчиков И. С., Быковская Е. А. \*, Маюрова А. С., Кустикова М. А., Тимофеева И. В.**

### **ДИНАМИКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»  
Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49  
\*E-mail: brownies@mail.ru**

В данной работе рассматриваются актуальные проблемы, связанные с влиянием человека на особо охраняемые системы и комплексы. В работе проанализирован спектр возможных воздействий на территории в результате хозяйственной и культурно-досуговой деятельности. Рассмотрена динамика значений отдельных показателей объектов окружающей среды. В ходе дальнейших исследований планируется разработка перечня необходимых природоохранных мероприятий и оценка их эффективности.

**Ключевые слова:** особо охраняемая природная территория; загрязнение; оценка воздействия; антропогенное влияние; биоиндикация.

**Lunchikov I. S., Bykovskaia E. A. \*, Maiurova A. S., Kustikova M. A., Timofeeva I. V.**

### **DYNAMICS OF ANTHROPOGENIC EFFECTS ON CONSERVATION AREAS**

**Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
Russia, 197101, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49  
\*E-mail: brownies@mail.ru**

This article dwelled on the current problems related to human influence on specially protected systems and complexes. The spectrum of possible impacts on the territory as a result of economic and cultural-leisure activities was analyzed. Values dynamics of separate indicators of environment objects was considered. In the course of further research it is planned to develop a list of necessary environmental measures and to assess their effectiveness.

**Keywords:** conservation area; pollution; impact assessment; anthropogenic impact; bioindication.

**Актуальность** исследования состояния природной среды ООПТ заключается в том, что именно они могут быть использованы в качестве площадки для фонового мониторинга и как эталон при оценке влияния промышленных объектов. Так как сохранение оптимальных условий для жизнедеятельности человека возможно только при обеспечении естественного режима существования всей биоты и биосферы в целом, возрастает роль эколого-геохимических

исследований при решении вопросов охраны природы и рационального природопользования на экосистемном уровне.

Для исследования антропогенного воздействия был выбран объект — УСОЦ «Ягодное» Университета ИТМО (д. Ягодное ж.д. станция Лосево, Приозерский район), который располагается на территории государственного природного комплексного заказника «Гряда Вярмянселькя». Данная территория представляет собой особую ценность, так как является крупнейшей на Северо-Западе России конечно-моренной грядой, и необходимо ее сохранение.

**Цель работы** — анализ динамики воздействия деятельности УСОЦ «Ягодное» на государственный природный заказник регионального значения «Гряда Вярмянселькя».

**Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:**

- изучить существующие антропогенные и природные факторы, воздействующие на окружающую среду;
- выявить факторы, характерные для выбранной территории;
- подобрать необходимое для исследований оборудование, соответствующее нашим требованиям;
- провести качественную и количественную оценку выбранных факторов;
- проанализировать динамику значений отдельных показателей объектов окружающей среды с 2017 по 2018 год;
- разработать перечень необходимых природоохранных мероприятий и оценку их эффективности.

Учебно-спортивно-оздоровительный центр «Ягодное» (далее — УСОЦ) расположен в центре Карельского перешейка, на северном берегу озера Берестовое. Территория УСОЦ составляет 8,04 га и является земельным участком рекреационного значения. На территории УСОЦ расположены общественные, жилые, подсобные здания и спортивные объекты. Таким образом, перечень факторов воздействия данного объекта на компоненты ООПТ.

На протяжении нескольких лет на данной территории проводится учебная практика студентов, в ходе которой исследуются: физические факторы окружающей среды, гидробиологические и гидрохимические показатели. Делается энтомологическое описание, описание растительных сообществ и почв.

В данной работе проанализированы результаты исследований, полученные в летний период 2017–2018 гг.

Для выявления динамики изменений выбраны основные виды физического воздействия: шум, электромагнитное и радиоактивное излучение, а также гидробиологические показатели. Это связано с тем, что деятельность на территории УСОЦ оказывает наибольшее влияние именно на эти параметры.

Для проведения исследований использовалось специальное оборудование с приборным обеспечением, в том числе дночерпатели, микроскопы, диски Секи, радиометры, шумомеры и прочее. В качестве вспомогательного и необходимого оборудования использовались лодки.

Для определения качества природных вод (оз. Берестовое) после отбора и обработки проб донных беспозвоночных использовались краткие полевые определители пресноводных беспозвоночных и применялись индексы для оценки экологического состояния водоемов: биотический индекс Вудивисса, Индекс Майера.

В 2017 году отбор проб производился в трех точках у северного берега озера, на каждой точке детрит со дна черпался около 10 раз. Общее число найденных таксонов — 7 (таблица 1). Приблизительный класс качества воды С. Уточненный класс качества воды — III.

Также были измерены уровень шума, радиоактивный фон на территории УСОЦ и у некоторых точечных объектов, электромагнитное излучение у трансформаторной подстанции и под линией электропередач. Значения всех физических показателей были ниже установленной нормы.

В 2018 году при биоиндикации были обнаружены и исследованы 9 таксонов бентосных организмов (таблица 1). Был получен биотический индекс Вудивисса 7 — чистая вода.

Таблица 1

| Таксоны                                | 2017 г. | 2018 г. |
|--|---------|---------|
| Моллюски                               |         |         |
| Брюхоногие моллюски (Gastropoda)       |         | +       |
| Насекомые                              |         |         |
| Отряд Двукрылые (Diptera)              |         |         |
| Личинки комара-звонца (Chironomidae)   | +       | +       |
| Личинки мокрецов (Ceratopogonidae)     | +       | +       |
| Отряд Стрекозы (Odonata)               |         |         |
| Личинка стрекозы (Libellulidae)        |         | +       |
| Отряд Ручейники (Trichoptera)          |         |         |
| Личинка ручейника (Limnephilidae)      | +       | +       |
| Отряд Жесткокрылые (Coleoptera)        |         |         |
| Жук-плавунец (Dytiscidae)              |         | +       |
| Отряд Поденки (Ephemeroptera)          |         |         |
| Личинка роющей поденки (Palingeniidae) | +       |         |
| Паукообразные                          |         |         |
| Водяной клещ (Hydrochnidae)            | +       |         |
| Ракообразные                           |         |         |
| Водяной ослик (Asellus aquaticus)      | +       | +       |
| Плоские черви                          |         |         |
| Планарии (Planariidae)                 |         | +       |
| Кольчатые черви                        |         |         |
| Пиявки (Hirudinea)                     | +       | +       |

Значения всех физических показателей были ниже установленной нормы, как и в 2017 году.

Таким образом, можно сделать вывод, что деятельность человека на территории УСОЦ не оказывает значительного воздействия на окружающую среду по физическим и гидробиологическим параметрам. Состояние территории УСОЦ можно охарактеризовать как благополучное.

Однако следует отметить, что ежегодно, при описании растительных сообществ, наблюдается изменение биологического разнообразия растений, что требует проведения дальнейших исследований и расширения перечня анализируемых компонентов окружающей среды.

**Выводы:** в результате проделанной работы было установлено, что деятельность на территории УСОЦ не оказывает влияния на окружающую среду выше установленных норм. Однако необходимо продолжить исследования и расширить перечень анализируемых показателей для получения более точной информации и разработки действительно эффективных природоохранных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крылова Ю. В., Курашов Е. А. Методические указания к проведению летней учебной полевой практики по исследованию внутренних водоемов северо-западного региона России. – СПб, 2007. – 81 с.
2. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 266 с.
3. Скворцов В. В., Станиславская Е. В., Тысячнюк М. С. Руководство по определению экологического состояния ручьев и рек. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2000. – 170 с.
4. Хейсин Е. М. Краткий определитель пресноводной фауны. Санкт-Петербург, 2001. – 96 с.
5. Описание государственного комплексного заказника «Гряда Вярмянселькя» [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.votpusk.ru/country/dostoprim\\_info.asp?ID=11079](https://www.votpusk.ru/country/dostoprim_info.asp?ID=11079) (дата обращения: 05.07.18).

**Краткая информация об авторах:**

**Лунчиков Иван Сергеевич**, студент.

**Специализация:** информационные системы для техносферной и экологической безопасности.

E-mail: kyky7pyky@mail.ru

**Lunchikov I. S.**, student.

**Specialization:** information systems for technospheric and environmental safety.

E-mail: kyky7pyky@mail.ru

**Быковская Елена Александровна**, старший преподаватель.

**Специализация:** развитие арктического региона, риски и угрозы, техносферная и экологическая безопасность, устойчивое развитие, экологический мониторинг.

E-mail: brownies@mail.ru

**Bykovskaia E. A.**, head teacher.

**Specialization:** development of the Arctic region, risks and threats, technospheric and environmental safety, sustainable development, environmental monitoring.

E-mail: brownies@mail.ru

**Маюрова Александра Сергеевна**, преподаватель.

**Специализация:** защита окружающей среды, техносферная и экологическая безопасность.

E-mail: maiurova@corp.ifmo.ru

**Maiurova A. S.**, teacher.

**Specialization:** environmental protection, technospheric and environmental safety.

E-mail: maiurova@corp.ifmo.ru

**Кустикова Марина Александровна**, к.т.н.

**Специализация:** климатические изменения, охрана окружающей среды, техносферная и экологическая безопасность, физика атмосферы, физико-химический анализ объектов окружающей среды, экология.

E-mail: marinakustikova@mail.ru

**Kustikova M. A.**, PhD in Technical Sciences.

**Specialization:** climate change, environmental protection, technospheric and environmental safety, atmospheric physics, physical and chemical analysis of environmental objects, ecology.

E-mail: marinakustikova@mail.ru

**Тимофеева Ирина Валерьевна**, преподаватель.

**Специализация:** экология.

E-mail: i\_timofeyeva@yahoo.com

**Timofeeva I.V.**, teacher.

**Specialization:** ecology.

E-mail: i\_timofeyeva@yahoo.com

УДК 543.054

**Карсункина А. С. \*, Новикова Е. А.**

### **ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДУХА**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет**

**имени академика С. П. Королева»**

**Россия, 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34**

**\*E-mail: karsunkina.alesya@mail.ru**

В представленной работе рассмотрен способ получения сорбционных систем нового типа на основе блочного материала различной конфигурации. Разработана методика нанесения полимерной пленки на поверхность материала-основы. Показано, что нет четкой зависимости способа обработки поверхности блочного материала от толщины получаемой полимерной пленки.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг; сорбционные системы; «металлорезина»; модифицирование сорбентов; летучие органические соединения.

**Karsunkina A. S. \*, Novikova E. A.**

### **OBTAINING SORPTION SYSTEMS FOR ENVIRONMENTAL AIR MONITORING**

**Samara National Research University**

**Russia, 443086, Samara, Moskovskoe highway, 34**

**\*E-mail: karsunkina.alesya@mail.ru**

In the presented work, a method for obtaining sorption systems of a new type based on block material of various configurations is considered. A method of applying a polymer film on the surface of the base material is developed. It is shown that there is no clear dependence between the method of treating the surface of the block material and the thickness of the resulting polymer film.

**Keywords:** environmental monitoring; sorption systems; “metal rubber”; modification of sorbents; volatile organic compounds.

Актуальной проблемой является увеличение загрязнений воздушного бассейна различными веществами органического и неорганического происхождения, среди которых оксиды серы, азота, углерода, а также малолетучие и летучие органические соединения. Повышение их концентраций происходит за счет выбросов промышленных предприятий химической и нефтяной отрасли, автомобилей. Это оказывает пагубное влияние на здоровье человека, окружающую среду [1].

Для установления влияния токсичных веществ на окружающую среду необходимо проводить их определение, но так как данные вещества обычно находятся в микроконцентрациях, то осуществлять это затруднительно [2]. Для этих целей применяют различные сорбенты или сорбционные системы. При этом для эффективности определения необходимо использовать такие сорбенты, на которые не только легко концентрировать, но так же легко извлекать сорбированные вещества. Одной из таких сорбционных систем может быть блочный материал-основа, модифицированный полимерной пленкой.

Блочный материал-основа (или «металлорезина») представляет собой материал требуемой формы, который изготовлен из определенным образом уложенной нихромовой проволоки. Ранее «металлорезина» использовалась только как демпфирующее устройство или как подложка для катализатора [3]. В качестве сорбционного материала она применяется впервые.

Целью представленной работы является разработка сорбционных систем, которые в последующем можно применять для исследования примесей в воздушной среде.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) создание блочных материалов – основы с различными конфигурациями;
- 2) создание различных адсорбционных слоев на поверхности блочного материала – основы;
- 3) разработка методики нанесения полимерной пленки на поверхность блочного материала – основы.

Основу получаемой сорбционной системы составляет блочный материал с варьируемой порозностью «металлорезина». Создание сорбционной системы состоит из нескольких этапов:

1. Определение геометрических параметров блока материала. Задаваемыми параметрами являются порозность, диаметр блока (задается диаметром пресс-формы), диаметр проволоки, используемой для изготовления образцов и площадь поверхности. На основании данных величин рассчитаны масса проволоки и высота блока (формула 1–2). В нашем случае изготовлены образцы с двумя различными конфигурациями, отличающиеся порозностью и высотой блока.

2. Формирование самого блока сорбционной системы, для чего растянутую навеску проволоки укладывают определенным образом и прессуют до нужной высоты блока.



3. Формирование адсорбционного слоя на поверхности блочного материала путем травления в растворе соляной кислоты и оксидировании при различных температурах (350 °С, 500 °С, 700 °С).

Таким образом, были получены следующие виды образцов, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Виды образцов блочного материала

| Тип блочного материала | Вид образца   | Обозначение образца         |
|------------------------|---|-----------------------------|
| MP - 1                 | MP без обработки поверхности                                  | MP <sub>1</sub> -н/о        |
|                        | MP, обработанная соляной кислотой                             | MP <sub>1</sub> -HCl        |
|                        | MP, обработанная соляной кислотой и оксидированная при 350 °С | MP <sub>1</sub> -HCl+350 °С |
|                        | MP, обработанная соляной кислотой и оксидированная при 500 °С | MP <sub>1</sub> -HCl+500 °С |
|                        | MP, обработанная соляной кислотой и оксидированная при 700 °С | MP <sub>1</sub> -HCl+700 °С |
| MP - 2                 | MP без обработки поверхности                                  | MP <sub>2</sub> -н/о        |
|                        | MP, обработанная соляной кислотой и оксидированная при 450 °С | MP <sub>2</sub> -HCl+450 °С |

4. Модифицирование поверхности материала-основы полимером полиметилсилоксаном (ПМС), заключающееся в помещении образца во флакон с раствором ПМС в хлороформе с последующим упариванием растворителя на лампе.

Толщина полимерной пленки  $h_{пл}$  (мкм) рассчитывается по формуле:

$$h_{пл} = \frac{V_{пл}}{S_{пов}}, \quad (3)$$

где  $V_{пл}$  — объём полимерной пленки,  $мм^3$ .

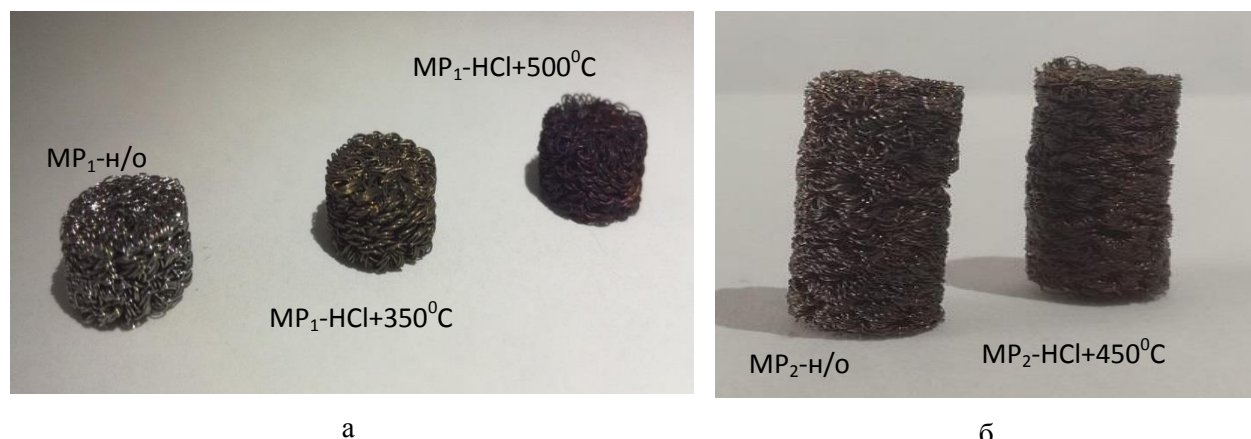
Объём полимерной пленки  $V_{пл}$  ( $мм^3$ ) рассчитывается по формуле:

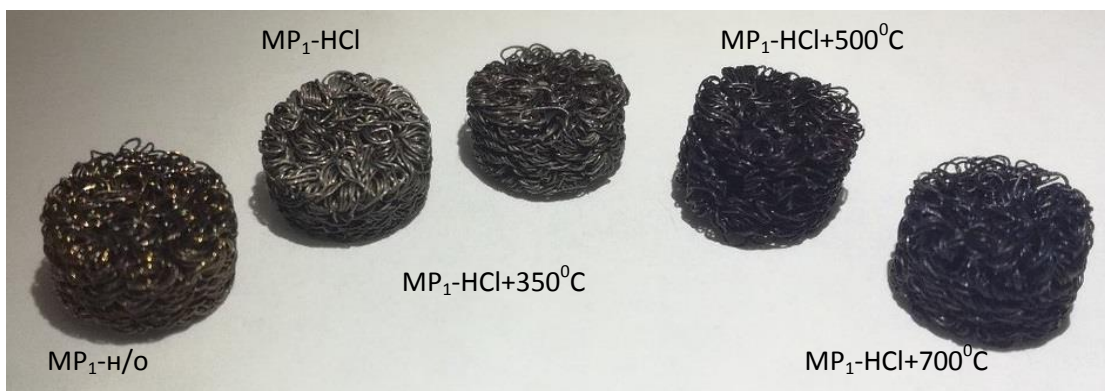
$$V_{пл} = \frac{m_{п}}{\rho_{п}}, \quad (4)$$

где  $m_{п}$  — масса полимера, г;

$\rho_{п}$  — плотность полимера,  $г/см^3$  (для ПМС  $\rho_{п} = 0,97 г/см^3$ ).

На рисунке 1 представлены виды полученных сорбционных систем с заданными параметрами.





В

Рис. 1. Вид исходного блочного материала без нанесенного ПМС (а), сорбционного материала 2 типа с нанесенным ПМС (б) и сорбционного материала 1 типа с нанесенным ПМС (в)

Способ обработки поверхности (травление, оксидирование) влияет на изменение цвета. При травлении первоначальный цвет проволоки — серебристый — изменяется на светло-коричневый. При оксидировании при температуре 350 °С блочный материал приобретает бронзовую окраску. Оксидирование при более высоких температурах (500 °С и 700 °С) придает сорбционному материалу тёмно-оранжевый и тёмно-серый цвет. При нанесении полимерной пленки цвет становится более тёмным. Наибольшие изменения наблюдаются на образце необработанном — цвет меняется на бронзовый и поверхность становится более блестящей.

При расчете массы полученной полимерной пленки стоит отметить, что четкой зависимости массы нанесенного ПМС от способа предварительной обработки поверхности материала не наблюдается, разброс полученных значений может объясняться погрешностями проведения эксперимента. Количество нанесенного ПМС на необработанные образцы больше, чем на образцы, обработанные соляной кислотой и оксидированные. Это может быть связано как с большей адгезией ПМС к более гладкой поверхности образца, так и с изменением порозности вследствие уменьшения диаметра проволоки на стадии травления и оксидирования. Увеличение толщины полимерной пленки у образцов 2 типа можно объяснить тем, что в связи с уменьшением порозности необходимо было принудительно пропускать раствор ПМС в хлороформе через блочный материал.

Таким образом, в результате проведенной работы получены экспериментальные образцы нового типа сорбционных систем путем модифицирования поверхности блочного материала полимерной пленкой ПМС. Установлено, что тип обработки поверхности не оказывает существенного влияния на толщину полимерной пленки. Однако уменьшение порозности и применение принудительного пропускания раствора полимера через слой блочного материала приводит к увеличению толщины пленки. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых сорбционных материалов, характеризующихся низким газодинамическим сопротивлением, которое достигается за счет использования блочного материала с варьируемой порозностью в качестве основы, но при этом высокой эффективностью, которая достигается за счет модифицирования поверхности материала.

В дальнейшем планируется исследование зависимости адсорбционных слоев различного строения и толщины получаемой полимерной пленки от количества адсорбированных и десорбированных летучих и малолетучих органических соединений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карнаухов Ю. А. Газохроматографическое определение алкилфенолов в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны // Журнал аналитической химии. – 2008. – Т. 63. – № 9. – С. 953–957.
2. Омарова Х. Г. Химические методы контроля за состоянием окружающей среды // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – М., 2015. – С. 176–181.
3. Zhang D. Dynamic mechanical behavior of nickel-based superalloy metal rubber // Materials & Design. – 2014. – V. 56. – P. 69–77.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Карсункина Алеся Сергеевна**, студентка 1-го курса магистратуры по направлению «Химия».

**Специализация:** газовая хроматография, сорбенты, исследование летучих соединений и пластификаторов в воздухе.

E-mail: karsunkina.alesya@mail.ru

**Karsunkina A. S.**, student.

**Specialization:** gas chromatography, sorbents, the study of volatile compounds and plasticizers in the air.

E-mail: karsunkina.alesya@mail.ru

**Новикова Екатерина Анатольевна**, к.х.н., доцент кафедры химии Самарского университета.

**Специализация:** аналитическая химия, хроматография, пробоподготовка, сорбционное концентрирование.

E-mail: ekanno85@mail.ru

**Novikova E. A.**, PhD in Chemical Sciences.

**Specialization:** analytical chemistry, chromatography, sample preparation, sorption concentration.

E-mail: ekanno85@mail.ru

УДК 504.75.05+504.054

**Низамутдинов Т. И.\***, **Колесникова Е. В.**

#### **ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЛЯ ВЗРОСЛОГО И ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДЕ УФА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Российский государственный гидрометеорологический университет»**

**Россия, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская улица, д. 79**

\*E-mail: timur\_nizam@mail.ru

В данной работе рассматривается оценка индивидуально канцерогенного риска здоровью для населения города Уфа. На большом объеме наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ за современный период рассчитан и проанализирован риск для различных возрастных групп (взрослые и дети (до 6 лет)). Сопоставлены риски для населения, проживающего в разных

районах города Уфа. Приводятся оценки рисков за разные периоды проживания населения в районах города.

**Ключевые слова:** г. Уфа; риск; канцерогенный риск (ICR); здоровье населения; атмосферный воздух.

**Nizamutdinov T. I. \*, Kolesnikova E. V.**

## **HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT FOR ADULTS AND CHILDREN IN UFA CITY**

**Russian State Hydrometeorological University  
Russia, 192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79  
\*E-mail: timur\_nizam@mail.ru**

The article describes the assessment of individual carcinogenic risk to the health of the population of Ufa city. Using a large amount of observational data for the concentrations of pollutants in the current period, the risks for various age groups (adults and children under 6 years of age) were calculated and analyzed. Risks to the health of the population were compared for various areas of the city. Grade of risk was shown for various periods of residence in areas of the city.

**Keywords:** Ufa city; risk; carcinogenic risk (ICR); health of population; atmospheric air.

**Введение.** Экологическое состояние города Уфа далеко от идеального. В городе расположено свыше 850 предприятий [1], Уфа находится на третьем месте в России по выбросам в атмосферу от стационарных источников на душу населения (после Омска и Красноярска). В списке самых загрязненных по воздуху городов за счет стационарных источников Уфа занимает 10 место. Как можно видеть, проблема качества атмосферного воздуха является одной из самых актуальных для города Уфа. По данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье на 50% зависит от образа жизни и на 25% — от состояния окружающей среды, но при рассмотрении онкологических заболеваний, фактор состояния окружающей среды увеличивается до 60–80%. Около 30% всех онкологических заболеваний жителей промышленных районов обуславливает загрязнение атмосферы.

В ключе решения данной проблемы находится оценка риска здоровью населения для всей территории города по комплексу загрязняющих веществ. Особое внимание в работе уделяется канцерогенным веществам, то есть веществам, вызывающим онкологические заболевания.

**Цель проведения работы** — это оценка уровня риска для здоровья взрослого и детского (до 6 лет) населения в городе Уфа.

Для выполнения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Оценить уровень риска по данным о концентрациях приоритетных загрязняющих веществ.
2. Рассчитать и оценить индивидуальный и популяционный канцерогенный риск для здоровья взрослого и детского населения города Уфа. Сделать долгосрочный прогноз влияния загрязнения атмосферного воздуха канцерогенными веществами на здоровье населения города Уфа.

**Актуальность** исследований связана с тем, что оценка риска проводится непосредственно по уровню влияния загрязнения на здоровье населения численностью более одного миллиона человек, а также с тем, что в работе рассмотрен современный период времени (2012–2016 годы). Наиболее актуальным на настоящий момент считаем проведение исследований воздействия канцерогенных веществ как наиболее опасных для здоровья человека.

**Материалы и методы.** Расчеты велись по ежемесячным данным о концентрациях загрязняющих веществ за период с 2012 по 2016 гг., по 8 станциям. Данные предоставлены ФГБУ «Башкирское УГМС». Ниже представлена карта расположения станций мониторинга атмосферного воздуха.

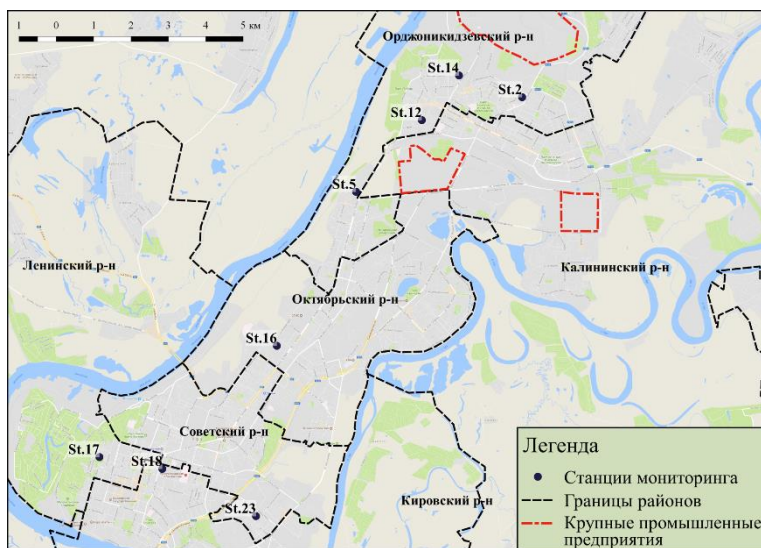


Рис. 1. Сеть станций мониторинга атмосферного воздуха и границы жилых районов города Уфа и промышленных предприятий

Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществлялся с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала [2].

$$CR = LADD \times SF \quad (1),$$

где:

LADD — среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг × день); SF — фактор наклона, (мг/(кг × день))<sup>-1</sup>.

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365] \quad (2),$$

где:

LADD — средняя суточная доза или поступление (I), мг/(кг × день); C — концентрация вещества в загрязненной среде; CR — скорость поступления воздействующей среды; ED — продолжительность воздействия, лет; EF — частота воздействия, дней/год; BW — масса тела человека, кг; AT — период усреднения экспозиции (для канцерогенов AT = 70 лет).

**Результаты.** Выполнен расчет и оценка значений индивидуального канцерогенного риска для здоровья (ICR) взрослого населения города Уфа. По результатам расчетов, индивидуальный риск для здоровья от воздействия формальдегида в среднем за 5 лет не превышает предельно

допустимый риск и равен  $3,42 \times 10^{-6}$ . Наибольшие значения риска от воздействия формальдегида наблюдаются вблизи крупных автомагистралей.

Расчет и анализ индивидуального канцерогенного риска для здоровья взрослого населения от воздействия на организм бензола показали, что риск не превышает пренебрежимо малый и в среднем по городу равен  $4,86 \times 10^{-7}$ . Аналогичная ситуация и с индивидуальным канцерогенным риском по этилбензолу, он не превышает пренебрежимо малый и в среднем равен  $4,45 \times 10^{-7}$ .

Индивидуальный канцерогенный риск от воздействия на взрослое население бенз(а)пирена не превышает пренебрежимо малый и в целом по городу за 5 лет составил  $8,85 \times 10^{-8}$ . Выявлена внутригодовая динамика уровня риска от бен(а)пирена, так, в периоды вегетации риск ниже примерно в 3 раза на протяжении всего исследуемого периода.

Расчитан индивидуальный канцерогенный риск для здоровья детского населения (до 6 лет) г. Уфа за современный период. В среднем он составил  $2,8 \times 10^{-8}$ . Проанализирована внутригодовая динамика изменения риска по различным районам города, для разных возрастных групп. Риск для детей до 6 лет в среднем ниже на 10–15% по сравнению с взрослыми.

Расчет и анализ риска по тяжелым металлам показал, что индивидуальный канцерогенный риск по никелю и свинцу не превышает пренебрежимо малый и в среднем равен  $1,64 \times 10^{-9}$ . Уровень риска по хрому превышает пренебрежимо малый и является предельно допустимым, в среднем по городу риск равен  $4,93 \times 10^{-6}$ .

Выполнен расчет популяционного риска (PCR) для районов города Уфа: максимальное количество дополнительных онкологических заболеваний ожидается в Октябрьском районе, 6 заболевших за 5 лет, минимальное — в Ленинском районе, 2 заболевших. В целом по городу уровень загрязнения был оценён как приводящий к 4 дополнительным онкологическим заболеваниям с 2012 по 2016 гг., что характеризуется как недопустимый риск. Также выполнен прогноз популяционного риска на 20 и 50 лет, так, например, в Кировском районе через 20 лет ожидается 14 дополнительных случаев возникновения негативных эффектов, а в Орджоникидзевском районе города, через 50 лет ожидается 50 дополнительных случаев возникновения заболеваний. В целом по городу через 20 лет ожидается 18 дополнительных случаев возникновения онкологических заболеваний, а через 50 лет — 48 дополнительных случаев возникновения онкологических заболеваний в связи с воздействием комплекса исследованных канцерогенов.

Расчитан и проанализирован суммарный по всем веществам индивидуальный канцерогенный риск ( $ICR_{сумм}$ ) для здоровья взрослого населения города Уфа с 2012 по 2016 гг. Наиболее весомые показатели суммарного риска наблюдались по формальдегиду, риск равен  $8,10 \times 10^{-6}$ , и хрому, суммарный риск за 5 лет равен  $1,81 \times 10^{-5}$ , уровень риска не превышает предельно допустимый риск. Рассчитанный нами суммарный риск от всех исследованных загрязняющих веществ, в среднем по городу, равен  $2,7 \times 10^{-5}$  и является предельно допустимым, наибольший вклад в значение суммарного риска по всем веществам вносит значение риска по хрому. Рассчитано, что при сохранении текущего уровня загрязнения атмосферного воздуха риск

превысит допустимый уже через 4 года и будет равен, в среднем по городу,  $1,17 \times 10^{-4}$ . Данный риск все еще приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения города в целом.

По итогам проделанной работы можно сделать следующие **выводы**: оценка риска для здоровья взрослого и детского (до 6 лет) населения показывает, что наиболее высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха наблюдается в Орджоникидзевском и Октябрьском районах города. В Советском и Кировском районах уровень загрязнения существенно ниже.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2016 году» [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/26/> (дата обращения 05.08.18).
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. (РД 2.1.10.1920-04). – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Низамутдинов Тимур Ильгизович**, студент 1-го курса магистратуры экологического факультета РГГМУ, кафедра прикладной и системной экологии.

**Специализация:** экологические проблемы больших городов и промышленных зон.

E-mail: timur\_nizam@mail.ru

**Nizamutdinov T. I.**, 1st year master's student at the Faculty of Ecology of the RSHU, Department of Applied and System Ecology.

**Specialization:** environmental problems of large cities and industrial zones.

E-mail: timur\_nizam@mail.ru

**Колесникова Евгения Владимировна**, к.г.н., доцент кафедры прикладной и системной экологии Российского государственного гидрометеорологического университета.

**Специализация:** экология, природопользование, экологический риск.

E-mail: astra-j@mail.ru

**Kolesnikova E. V.**, PhD in Geographic Sciences, Associate Professor of the Department of Applied and System Ecology of the Russian State Hydrometeorological University.

**Specialization:** ecology, environmental management, environmental risk.

E-mail: astra-j@mail.ru

УДК 615.9:57.08:504.05

**Щеголихин Д. К.\***, **Шемаев М. Е.**, **Малов А. М.**, **Сибиряков В. К.**, **Зацепин Э. П.**

#### **СТАНДАРТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства»  
Россия, 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 1  
\*E-mail: shchegolihind@gmail.com**

Представлены данные содержания ртути в крови выбранной популяционной группы, в почвенном слое грунта и базидиомах макромицетов зон различной экологической нагрузки. Рассмотрена связь содержания токсичных металлов в крови человека с контаминированностью этим металлом среды обитания.

В работе обосновывается необходимость использования стандартных материалов при оценке содержания токсичных металлов в биосредах и объектах окружающей среды как одного из инструментов адекватной оценки контаминированности окружающей среды токсичными металлами.

**Ключевые слова:** стандартные материалы; токсичные металлы; окружающая среда.

**Shchegolikhin D. K. \*, Shemaev M. E., Malov A. M., Sibiryakov V. K., Zatsepin E. P.**

## **STANDARD MATERIALS IN MEDICAL AND ECOLOGICAL RESEARCH**

**«Institute of Toxicology» of Federal Medico-Biological Agency  
Russia, 192019, St. Petersburg, Bekhtereva str., 1**

\*E-mail: shchegolihind@gmail.com

Data on the mercury content in the blood of the selected population group, in the soil layer, and in the basidiomas of the macromycetes of zones exposed to various environmental loads are presented. A relationship between the content of toxic metals in human blood and the contamination of the environment with these metals is considered.

The paper substantiates the need to use standard materials in assessing the content of toxic metals in the biological fluids and tissues and in environmental objects as one of the tools for an adequate assessment of the environmental contamination with toxic metals.

**Keywords:** standard materials; toxic metals; environment.

**Введение.** Контроль состояния окружающей среды без большого преувеличения является одной из проблем нашего времени, на решение которой направлены усилия исследователей, правительственных и общественных организаций. Этот многофакторный процесс требует привлечения усилий специалистов различного профиля, использования новых технологий. Нынешние регламентированные методы оценки состояния окружающей среды не всегда соответствуют быстро меняющейся экологической ситуации, требуются новые подходы. Например, несмотря на критическое отношение к такому подходу, все чаще для оценки состояния окружающей среды используют такие биообъекты, как мхи, лишайники и высшие грибы (макромицеты) [1].

Существенное место в экологической проблематике занимают токсичные металлы (ТМ) и, прежде всего, ртуть и свинец. Этим персистентным неорганическим экотоксикантам посвящено значительное количество научных работ, целью которых, в частности, является оценка контаминированности окружающей среды этими металлами. Регламентированные методы решения этого вопроса не всегда в должной мере отвечают поставленной задаче, расширение методических подходов было бы полезно для получения всесторонней картины присутствия ТМ в окружающей среде [2].

Аналитические данные, данные инструментального исследования — атрибута экспериментальной работы, являются основой для выводов и заключений. Методическая корректность получения этих данных определяет достоверность выводов и в конечном итоге



научную ценность работы. В этой связи важно отметить, что в зарубежных публикациях неизменным условием представления результатов аналитического исследования является указание на примененный при этой работе стандартный материал.

Практически все методы анализа являются относительными по своей сути процедурами, и получаемый в условных единицах сигнал должен быть соотнесен с сигналом, полученным при подобном исследовании стандартного материала, т.е. имеющего известной точности регистрируемую характеристику. Как правило, это контрольные материалы: стандартные образцы предприятия, отраслевые стандартные образцы, государственные стандартные образцы и межгосударственные стандартные образцы. В отечественной аналитической практике медицинских и экологических исследований такие материалы применяются исключительно редко, чаще всего по причине их отсутствия.

Настоящая работа посвящена одному из аспектов обсуждаемой проблемы, а именно — использованию контрольных материалов и интерпретации аналитических данных исследования содержания ТМ в биосредах и объектах окружающей среды для оценки экологического состояния.

**Методы.** В работе использованы следующие аналитические методы исследования: методы атомно-абсорбционной спектрометрии (анализаторы Юлия-2, Юлия-5 и РА-915), метод инверсионной вольтамперометрии (анализатор АВА-3) и метод атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией (анализатор МГА-915+). Образцы грунта представлены испытательной лабораторией Аналэкт ФГБУН ИТ ФМБА России (аттестат аккредитации РОСС RU 0001.514726). Кровь получена на основе информированного согласия от пациентов консультативно-диагностической поликлиники ФГБУН ИТ ФМБА России.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью программы Biostat [3].

**Результаты и их обсуждение.** Территория обследования была разбита на три зоны экологической нагрузки: импактную, буферную и фоновую зоны [4], в которых отбирали образцы грунта, собирали базидиомы макромицетов и анализировали кровь выбранной популяционной группы — женщины детородного возраста, проживающие в каждой из перечисленных зон. Обобщенные результаты этой аналитической работы по определению ртути представлены в таблице 1. Исследование выполнено на анализаторах Юлия-2 и Юлия-5.

При анализе содержания ртути в крови был использован стандартный образец состава крови, содержащей ртуть ГСО 9653-2010. Определение содержания ртути в почвенном слое грунта выполнено с помощью ГСО 2500-83 (СДПС-3). Анализ данных таблицы 1 демонстрирует качественную связь результатов анализа содержания ртути в почве, грибах, выросших на этой почве, и крови жителей, проживающих на соответствующей территории. Наибольшее количество ртути во всех трех объектах исследования обнаружено в импактной зоне, наименьшее — в объектах из фоновой зоны.

Таблица 1

Содержание ртути в почве, базидиомах макромицетов и крови жителей некоторых территорий Санкт-Петербурга и окрестностей

| Зона обследования | Содержание ртути в грибах | Содержание ртути в горизонте грунта 0,0–1,0 м | Содержание ртути в крови жителей |
|-------------------|---------------------------|---|----------------------------------|
|                   | мг/кг                     | мг/кг   | мкг/дм <sup>3</sup>              |
| Импактная         | 0,550–1,29                | 0,272 ± 0,127 (n=14)                          | 1,25 ± 0,33 (n=47)               |
| Буферная          | 0,130–0,420               | 0,073 ± 0,034 (n=14)                          |                                  |
| Фоновая           | 0,011–0,050               | 0,039 ± 0,026 (n=11)                          | 0,36 ± 0,10 (n=29)               |

Помимо крови для оценки экологического состояния окружающей среды могут быть использованы волосы и моча как предпочтительные биосреды неинвазивного обследования населения [5].

На другом ртутном анализаторе, РА-915, произведен анализ содержания ртути в базидиомах грибов другой выборки, собранных в тех же зонах экологической нагрузки, что и в первом случае. В тех же грибах определено содержание свинца. Данные этих измерений и результаты их статистической обработки представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные о содержании ртути и свинца в грибах, собранных в зонах разной экологической нагрузки (мкг/г, сух. вес)

| Металл | Зона                      | Среднее арифметич. | Стандартн. ошибка среднего | Ме-диана | Миним. значение | Макс. значение | Доверит.* интервал 95% |
|--------|---------------------------|--------------------|----------------------------|----------|-----------------|----------------|------------------------|
| Свинец | импактная (n=20)          | 4,71               | 1,31                       | 2,39     | 0,59            | 24,4           | P=0,498                |
|        | буферная + фоновая (n=20) | 3,18               | 1,80                       | 1,07     | 0,46            | 37,2           |                        |
| Ртуть  | импактная (n=20)          | 5,72               | 1,77                       | 2,62     | 0,01            | 28,9           | P=0,003                |
|        | буферная + фоновая (n=20) | 0,20               | 0,046                      | 0,10     | 0,02            | 0,73           |                        |

Примечание \* – достоверность отличия средних вычислена по критерию Стьюдента.

По-видимому, за счет обнаружения грибов с очень высоким содержанием ртути в этом случае данные для импактной зоны в таблицах 1 и 2 значительно отличаются. Отсутствие стандартных материалов, т.е. стандартных образцов состава материала грибов, содержащих ртуть, также не позволяет сопоставить эти данные в полной мере и говорить об определенных выводах в этом случае. Однако в этом случае на основе статистической обработки можно сказать, что в импактной зоне ртути достоверно больше, чем в других зонах. В таблице 2 приведены данные о содержании свинца в базидиомах. Эти данные свидетельствуют о том, что свинец распределен достаточно равномерно по зонам, отличия между ними недостоверны. Эти отличия между распределением ртути и свинца в грибах, по-видимому, можно было объяснить более широким использованием свинца в хозяйственной деятельности, например, в качестве антидетонатора (тетраэтилсвинец), чем ртути, которая относительно редко используется в устройствах и технологиях. Отсутствие стандартного материала состава материала гриба, содержащего свинец,

как и в случае с ртутью, снижает надежность предположений и выводов. В Российской Федерации остро стоит вопрос разработки и производства стандартных материалов состава биологических сред и некоторых объектов окружающей среды, содержащих ТМ [6].

Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности применения различных методов, использующих стандартные материалы, для оценки контаминированности окружающей среды ТМ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сазанова К. В., Великова В. Д., Столярова Н. В. Накопление тяжелых металлов грибами. Экологическая и видовая специфичность, механизмы аккумуляции, потенциальная опасность для человека. Медико-биологический информационный портал для специалистов "Medline.ru". – Т. 18, СТ. 24. – С. 336–361. – URL: [http://www.medline.ru/public/pdf/18\\_024.pdf](http://www.medline.ru/public/pdf/18_024.pdf) (дата обращения: 20.03.2018).
2. Капелькина Л. П. Загрязняющие вещества в почвах мегаполисов. Проблемы и парадоксы нормирования // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 3. – С. 13–19.
3. Stanton A. Glantz, McGraw-Hill. Primer of Biostatistics. Fourth edition, Inc., New York, 1997. pages: xvi+473+computer program (In English).
4. Кацнельсон Б. А., Безель В. С., Мухачева С. В. и др. Свинец и кадмий в съедобных грибах как фактор риска для здоровья населения // Актуальные проблемы токсикологии и радиобиологии: Тезисы докладов Российской научной конф. с международным участием, СанктПетербург, 19–20 мая 2011 г. – СПб: ООО «Издательство Фолиант», 2011. – С. 40.
5. Скальный А. В., Быкова А. Т., Серебрянский Е. П., Скальная М. Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикрозлементозов у населения мегаполиса. – РИК ГОУ, Оренбург, 2003.– 134 с.
6. Осинцева Е. В. Тенденции и перспективы развития номенклатуры стандартных образцов в Российской Федерации // Стандартные образцы в измерениях и технологиях: II международная научная конференция: сборник трудов конференции. – Екатеринбург, 2015. – С. 68–70.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Щеголихин Дмитрий Константинович**, студент-магистрант, лаборант-исследователь лаборатории токсикологии.

**Специализация:** препаративная работа в области аналитической химии неорганических соединений.

E-mail: [shchegolihind@gmail.com](mailto:shchegolihind@gmail.com)

**Shchegolikhin D. K.**, graduate student.

Laboratory assistant-researcher.

**Specialization:** participation in research works in the field of analytical chemistry of inorganic compounds.

E-mail: [shchegolihind@gmail.com](mailto:shchegolihind@gmail.com)

**Шемаев Михаил Евгеньевич**, студент-магистрант, лаборант-исследователь лаборатории токсикологии.

**Специализация:** препаративная работа в области аналитической химии неорганических соединений.

E-mail: shemaevm@mail.ru

**Shemaev M. E.**, graduate student, laboratory assistant-researcher.

**Specialization:** participation in research works in the field of analytical chemistry of inorganic compounds.

E-mail: shemaevm@mail.ru

**Малов Александр Михайлович**, к.б.н.

Ведущий научный сотрудник лаборатории токсикологической химии неорганических соединений.

**Специализация:** проведение научно-исследовательских работ в области аналитической химии неорганических соединений.

E-mail: malexmish@rambler.ru

**Malov A. M.**, PhD in Biological Sciences.

Leading Researcher.

**Specialization:** conducting research work in the field of analytical chemistry of inorganic compounds.

E-mail: malexmish@rambler.ru

**Сибиряков Виктор Константинович**, к.м.н.

Ведущий научный сотрудник лаборатории токсикологии.

**Специализация:** исследование влияния ксенобиотиков на биосистемы.

**Sibiryakov V. K.**, PhD in Medical Sciences.

Leading Researcher.

**Specialization:** research of influence of xenobiotics on the Biosystems.

E-mail: institute@toxicology.ru

**Зацепин Эдуард Павлович**, д.м.н., профессор.

Ведущий научный сотрудник научного информационно-аналитического отдела.

**Специализация:** исследование влияния ксенобиотиков на биосистемы.

E-mail: institute@toxicology.ru

**Zatsepin E. P.**, Grand PhD in Medical Sciences, Professor.

Leading Researcher.

**Specialization:** research of influence of xenobiotics on the biosystems.

E-mail: institute@toxicology.ru

УДК 504.75

Сакович А. Д.

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДЕ БОРОВИЧИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет»

Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

E-mail: a.sackovitch2016@yandex.ru

Проведен анализ элементного состава волос детского населения г. Боровичи (Новгородская область) и различных компонентов окружающей среды (вода, почва, древесная растительность). На основании полученных данных сделан вывод о том, что на выявленный дисбаланс макро- и микроэлементов в организме детей в равной степени влияют как природные, так и техногенные факторы. Полученные результаты исследования элементного состава волос

можно использовать как индикатор особенностей геохимической обстановки изучаемой территории.

**Ключевые слова:** элементный статус; макроэлементы; микроэлементы; окружающая среда; дисбаланс.

**Sakovich A. D.**

**ELEMENTAL COMPOSITION OF CHILDREN'S HAIR  
AS AN INDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN BOROVICHI TOWN**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: a.sakovitch2016@yandex.ru**

The analysis of the elemental composition of the children's hair in the Borovich town (Novgorod region) and of the various environmental components (water, soil, woody vegetation) was carried out. It was revealed that the imbalance of macro- and micronutrients in a child's body is equally influenced by natural and man-made factors. The elemental composition of hair can be used as an indicator of the geochemical environment features of the studied territory.

**Keywords:** elemental status; macronutrients; micronutrients; environment; imbalance.

**Введение.** Определение элементного статуса населения позволяет выявлять особенности дисбаланса макро- и микроэлементов, связанного с геохимическими особенностями территории как естественного, так и антропогенного происхождения [3]. Именно поэтому на сегодняшний день данный вид исследований актуален для проведения экологической оценки того или иного района. При этом наиболее распространенным биомаркером в подобных исследованиях являются волосы за счет способности концентрировать химические элементы, которые находятся в различных компонентах окружающей среды [1]. Также пробы волос, по сравнению с другими биопробами, использующимися при изучении элементного статуса населения (например, кровь, плазма крови) имеют ряд преимуществ:

- 1) в отличие от химического состава крови уровень химических элементов в волосах не подвергается суточным колебаниям, связанным с текущим поступлением их с пищей;
- 2) содержание химических элементов в волосах отражает их потребление в течение промежутка времени, соизмеримого со скоростью роста и длиной волос;
- 3) позволяет дать характеристику общего элементного статуса организма, сформированного в течение длительного промежутка времени (от нескольких месяцев до нескольких лет);
- 4) пробы волос при длительном хранении не изменяют свой химический состав [2].

Особое внимание уделяется выбору возрастного контингента при исследовании элементного состава волос. Чаще всего выбирается детское население от 6 до 16 лет, что связано со следующими причинами: 1) дети не имеют профессионального контакта с токсичными элементами, в отличие от взрослых, которые могут работать на вредных предприятиях; 2) детское население характеризуется повышенным по сравнению со взрослыми обменом веществ, поэтому абсорбция токсических элементов протекает у них более интенсивно [2].

**Цель работы** заключалась в анализе элементного состава волос детей г. Боровичи Новгородской области и выявлении влияния на него природных и техногенных факторов.

**Объектом** исследования выбрано детское население г. Боровичи ( $n=30$ ) в возрасте от 6 до 14 лет, проживающее на территории города не менее 6 лет.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие **задачи**:

1. Определение элементного состава волос детского населения.
2. Анализ на содержание исследуемых химических элементов почвы и корки сосны *Pinus sylvestris*, собранных на территории Боровичского района вблизи основных источников загрязнения окружающей среды и на фоновом участке.
3. Анализ на содержание исследуемых химических элементов водопроводной воды и воды из подземных источников, используемой населением для питьевых нужд.

**Материалы и методы.** При анализе элементного состава волос необходимо опираться на нормативы концентрации химических элементов в волосах. В соответствии с этим полученные результаты сравнивались с биологически допустимыми уровнями концентрации химических элементов в волосах (БДУ), разработанными Скальным А. В. [5]. Анализ всех полученных проб волос, почвы, корки деревьев и воды был проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Ресурсный Образовательный Центр по направлению химия». Оценивалось содержание Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn и Pb для почвы и корки сосны, а также в дополнение к этим элементам — Ca, K, Mn, Na, Fe и Co для проб воды и волос. Отбор проб почвы и корки сосны проводился вблизи расположения главных объектов промышленности, а в качестве фоновой территории была выбрана территория рядом с поселком Перёдки (в 10 км от города), находящаяся вдали от крупных промышленных объектов и транспортных развязок. Полученные результаты по почве и корке деревьев в пределах города усреднялись и сравнивались с результатами анализа проб, отобранных на территории у поселка, взятого за относительно фоновую территорию, а результаты по воде — с нормативами СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПиН 2.1.4.1116-02 (для Ca и Mg).

**Результаты.** Проведенная оценка элементного состава детского населения г. Боровичи в сравнении с БДУ показала, что у большинства детей изучаемого района наблюдается избыток кальция, магния, марганца, а также никеля и свинца с одновременным дефицитом натрия, калия, меди и железа (таблица 1, А). У некоторых детей (38% обследуемых) также наблюдается избыток хрома в организме. Избыток кальция наблюдался у 97%, а марганца — у 90% обследуемых детей. Избыток магния и никеля был выявлен абсолютно у всех детей. Было также выявлено превышение показателей выше БДУ у 62,1% детей по свинцу. Дефицит железа и натрия наблюдается у 62,1% обследуемых детей. Больше всего проявляется дефицит меди: его недостаток наблюдается у 93,1% детей. Кроме этого у 72,4% детей наблюдается недостаток калия, и у 17% детей был выявлен недостаток цинка.

Результаты анализа проб почвы и корки сосны (таблица 1, В) показали, что по сравнению с фоновыми значениями в наибольшей степени наблюдается превышение концентрации по Pb, Zn, Cd, Cr, Mn, Ni. Данные результаты позволяют предположить, что химический состав почвы

и корки деревьев указывает на факт загрязнения данными химическими элементами в атмосферном воздухе городской территории.

Химический анализ проб воды (таблица 2) показал, что, сравнивая с СанПиН, в целом превышенных концентраций по изучаемым химическим элементам не наблюдается. Однако необходимо отметить, что содержание таких химических элементов, как Ca и Mg характеризуется самыми высокими показателями. Также по сравнению с нормативами отмечается низкое содержание в воде Na, K, Fe и Mn. Содержание в воде таких элементов, как Cd, Cu, Cr, Co, Ni и Pb зафиксировано не было.

Таблица 1

Результаты элементного анализа проб волос, почвы и корки сосны *Pinus sylvestris*

| А) Дисбаланс элементов у детского населения г. Боровичи                          |                                 |          |                                  |          |
|--|---------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| ХЭ   | Распространенность избытка, %   |          | Распространенность недостатка, % |          |
| Ca   | 96,6                            |          | 3,4                              |          |
| Cr   | 37,9                            |          | 0                                |          |
| Cd   | 0                               |          | 0                                |          |
| Co   | 0                               |          | 0                                |          |
| Cu   | 3,4                             |          | 93,1                             |          |
| Fe   | 34,5                            |          | 62,1                             |          |
| K  | 0                               |          | 72,4                             |          |
| Mg   | 100                             |          | 0                                |          |
| Mn   | 89,7                            |          | 0                                |          |
| Na   | 0                               |          | 62,1                             |          |
| Ni   | 100                             |          | 0                                |          |
| Pb   | 62,1                            |          | 0                                |          |
| Zn   | 10,3                            |          | 17,2                             |          |
| В) Содержание химических элементов в почве и корке сосны <i>Pinus sylvestris</i> |                                 |          |                                  |          |
| ХЭ   | Почва (подвижные формы) (мг/кг) |          | Корка (мг/кг)                    |          |
|  | город (ср)                      | фон (ср) | город (ср)                       | фон (ср) |
| Cd   | 1,3                             | 0,1      | 0,2                              | 0,0      |
| Cr   | 0,3                             | 0,3      | 1,0                              | 0,4      |
| Cu   | 1,8                             | 1,9      | 3,7                              | 3,0      |
| Mn   | 57,0                            | 93,7     | 39,1                             | 15,7     |
| Ni   | 0,29                            | 0,36     | 3,73                             | 0,47     |
| Pb   | 1,1                             | 0,9      | 1,1                              | 0,7      |
| Zn   | 3,7                             | 1,6      | 16,8                             | 12,7     |

Таблица 2

Содержание химических элементов в воде, используемой для питьевых нужд (мг/л)

| Место отбора проб и нормативы СанПиН | K    | Mg                  | Na   | Ca                    | Fe    | Zn    | Mn    |
|--------------------------------------|------|---------------------|------|-----------------------|-------|-------|-------|
| Водопровод                           | 1,66 | 13,9                | 9,52 | 57,4                  | 0,032 | 0,009 | 0,034 |
| Родник «Нилушкина купель»            | 8,3  | 18,7                | 81,6 | 129,0                 | 0,002 | 0,000 | 0,001 |
| Норматив <sup>[6]</sup>              | 12,0 | 5–65 <sup>[7]</sup> | 200  | 25–130 <sup>[7]</sup> | 0,3   | 5,0   | 0,05  |

**Выводы.** Проведенная оценка элементного состава волос детского населения г. Боровичи в сравнении с БДУ показала, что у большинства детей изучаемого района наблюдается избыток Са, Mg, Mn, а также Ni и Pb с одновременным дефицитом Na, K, Cu, Fe. Можно предположить, что дефицит Na, Fe и K у детей связан с низким содержанием этих элементов в воде, потребляемой населением. Также возможно, что избыток Са и Mg связан с высокими значениями данных химических элементов в воде по сравнению с другими, даже несмотря на то, что они удовлетворяют нормативным требованиям. Превышение концентрации в сравнении с БДУ по Pb, Ni и Mn можно связать с техногенными факторами, прежде всего, аэротехногенным загрязнением, которое может быть обусловлено как работой предприятий на территории города, так и с загрязнением автотранспортом. Избыток и недостаток некоторых элементов можно также объяснить присутствием антагонистических связей между элементами [5]. Возможно, что высокое содержание Pb и Са в организме детей ингибирует накопление Cu, и поэтому у большинства детей наблюдается дефицит этого элемента в организме.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что дисбаланс химических элементов у детей г. Боровичи в равной степени формируют как природные, так и техногенные факторы, и полученные закономерности элементного статуса детского населения можно использовать как показатель основных черт геохимической обстановки территории как естественного, так и антропогенного происхождения.

**Работа рекомендована:** д.б.н., проф. Мовчаном Владиславом Николаевичем (СПбГУ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бонитенко Е. Ю., Киселева М. Ф. Элементный статус населения России. Часть 1. Общие вопросы и современная оценка элементного статуса индивидуума и популяция – СПб.: Медкнига «Элби-СПб», 2010. – 416 с.
2. Гузик Е. О. Метод гигиенической оценки баланса химических элементов у детей (региональный микроэлементный паспорт). – Минск, 2012. – С. 19.
3. Наркович Д. В. Элементный состав волос детей как индикатор природно-техногенной обстановки территории: на примере Томской области: автореферат дис. ... кандидата геолого-минералогических наук : 25.00.36 / Наркович Дина Владимировна; [Место защиты: Нац. исслед. Том. политехн. Ун-т]. – Томск, 2012. – 21 с.
4. Скальный А. В. Биоэлементы в медицине / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – М.: Мир, 2003. – 272 с.
5. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО «Центр биотической медицины») / А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4, вып. 1. – С. 55–56.
6. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПин 2.1.4.1074-01 от 26.09.2001 г.



7. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости.

Контроль качества: СанПиН 2.1.4.1116-02 от 19.03.2002 г.

**Краткая информация об авторе:**

**Сакович Алена Дмитриевна**, студентка 4-го курса бакалавриата, кафедра геоэкологии и природопользования СПбГУ.

**Специализация:** экологический мониторинг, геоэкология, экология человека.

E-mail: a.sackovitch2016@yandex.ru

**Sakovich A. D.**, 4st year B.A. student, Department of Geoecology and Environmental Management, St. Petersburg State University.

**Specialization:** environmental monitoring, geoecology, human ecology.

E-mail: a.sackovitch2016@yandex.ru

УДК 532.22

**Переварюха А. Ю.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ  
И ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИЙ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации**

**Российской академии наук**

**Россия, 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д. 39**

E-mail: temp\_elf@mail.ru

В работе будут рассмотрены вспышки численности биологического вида, которые начинаются с достижения особого нетривиального состояния динамической системы. Популяционный процесс разбивается на последовательность отличающихся стадий. Модель имитирует эффект самопроизвольного перехода от слабых флуктуаций через максимизацию репродуктивной эффективности к превышению экологической емкости среды с последующей фазой быстрого спонтанного затухания процесса. Для описания перехода между заключительными стадиями вспышки использован метод контролируемой функциональной реализации метаморфозов поведения траектории. Оригинальный вычислительный аппарат на основе дискретно-непрерывной структуры времени с предикативными конструкциями позволяет применять сценарный подход к оценке развития экологических ситуаций. Значимость результатов обоснована анализом сведений о вспышках мелких насекомых, способных при определенных условиях выходить из-под контроля паразитических наездников.

**Ключевые слова:** модели популяций; опасные вспышки насекомых; гиперпаразитизм.

Perevaryukha A. Yu.

**MODELING THE OUTBREAK ACTIVITY OF INSECT PESTS  
AND TRANSITION MODES OF POPULATION DYNAMICS**

**St. Petersburg Institute of Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences  
Russia, 199178, St. Petersburg, 14th Line, 39  
E-mail: temp\_elf@mail.ru**

This article solves the problem of modeling outbreaks of the species, which begin with the achievement of a specific non-trivial state of a dynamic system. Population process is divided into a sequence of substantially different stages. The model simulates the effect of spontaneous transition from weak fluctuations through accelerated reproductive activity to exceeded ecological capacity of the environment followed by the phase of rapid spontaneous decay. For the description of the transition between the final stages of the outbreak, the method of controlled functional realization of metamorphoses of the trajectory behavior was used. Differential equations are combined with predicative constructions in software environment. The original computational unit is based on discrete-continuous time and allows application of the scenario approach to the consideration of environmental situations. The study of such discrete-continuous models can be carried out in the tool for AnyLogic5 computing environment with support for Java language, where the developer's own data types can be entered as interfaces.

**Keywords:** population dynamics; dangerous outbreaks of insects; hyperparasitism.

**Введение.** Анализ стремительных и неожиданных скачков численности отдельных видов остается междисциплинарной проблемой. Один из вариантов скачкообразного развития процесса описан в известной книге Ю. Одума [1] на основе наблюдений австралийских энтомологов за вспышками вредителей эвкалиптов. Пример интересен тем, что исключает в условиях вечнозеленого леса влияние случайных погодных факторов на выживаемость зимующего поколения. Моделирование размножения монофагов возможно при формализации биотических регулирующих механизмов, приводящих к наличию для популяции некоторых особых значений численности, но такие пороговые состояния не должны быть банально достижимы из любого другого состояния модели, иначе вспышки одного вида наблюдались повсеместно и регулярно, а не были бы локализованы и неожиданны. В гипотезе Одума именно преодоление окрестности неустойчивого равновесия запускает фазу стремительного увеличения удельного прироста численности. Предлагаемая модель опасного экологического явления строится на дифференцированном описании силы действия биотических факторов на репродуктивную активность в разных состояниях популяции. Характерные для популяций слабо перемещающихся насекомых стохастические флуктуации [2] предложено имитировать специфическим режимом детерминированного транзитивного хаоса.

**Материалы и методы.** Предлагаемый подход учитывает, что жизненный цикл вредителя включает метаморфозы между стадиями с разными физиологическими и экологическими особенностями. Отмечается, что для каждой стадии требуются определенные ресурсы и есть

специфические хищники. Современные вычислительные средства позволят реализовать концепцию ступенчатого описания динамики поколения соответственно стадиям типичного вредителя с неполным циклом превращений: яйца, нимфы, имаго. Подход заключается в организации алгоритма выделения метаморфоза как события, обусловленного достижением особого состояния в пространстве переменных непрерывной модели. Дискретные моменты разбивают время на последовательность кадров. Систему с динамически переопределяемой правой частью построим на основе модификаций с условиями завершения активности каждой из форм правой части:

$$\frac{dN}{dt} = \begin{cases} -(\alpha_1 w(t)N(t) + \Psi\beta)N(t), & t < \tau \\ -\alpha_2 \Psi N(t) / w(\tau) - \beta N(t), & t > \tau, \\ -\alpha_3 w(t)N(t)N(t - \zeta), & w(t) < w_3, \end{cases}$$

где  $\tau \approx 0.2T$  длительность первой стадии с эндогенным питанием, далее модель описывает выживаемость стадии, где достигнутый показатель развития  $w(\tau)$  уменьшает смертность, продолжающуюся по достижении порогового уровня  $w_3$ . В уравнение для старшей стадии развития введено небольшое запаздывание  $\zeta < \tau$ . Допустимо условиями задачи, что интервал действия зависящих от плотности факторов смертности не является постоянным и способен растягиваться. Вероятность гибели для совершенно разных биологических объектов может резко меняться, в тоже время длительный период не зависеть от возраста. В некоторых случаях нужно рассматривать смежные поколения отдельно.

Модель рассчитана на применение современных вычислительных средств, включающих библиотеки производительных численных методов с переменным шагом интегрирования [3]. Алгоритмическая реализация непрерывно-событийной структуры вычислительной модели использует операторы ветвления языка программирования и структуры инкапсуляции данных для реализации дискретно-непрерывного времени. Модель представляется конечным множеством режимов изменения состояния и переходов между ними [4]. Переходам соответствует условие завершения активности и правило переопределения начальных условий для решения задачи Коши.

**Результаты.** Исследованная в инструментальной среде AnyLogic5 дискретная динамическая система, организованная как  $S_{n+1} = \varphi(S_n), S = N(T)$ , продемонстрировала интересные для рассматриваемой популяционной задачи характеристики фазового портрета, так как кривая зависимости имеет локальные экстремумы, максимум и минимум, и четыре стационарные точки — пересечения с биссектрисой координатного угла  $S = \varphi(S)$ .

Свойства зависимости приводят к тому, что первые три стационарные точки  $S_1^R, S_2^R, S_3^R < S^*$  неустойчивы. Из всего набора стационарных точек сохраняют притягивающие качества только нулевое равновесие и устойчивая стационарная точка  $S^*$ . Границей областей притяжения  $\Omega_0, \Omega_S$  согласно рисунку 1 является первая стационарная (репеллерная) точка  $S_1^R$ .

Поведение динамической системы с начальной точкой  $S_0 \in (S_2^R, S_3^R)$  отличается от итераций Фейгенбаума, где траектория может притягиваться к точечному аттрактору в зависимости от значений параметра монотонно либо с затухающими осцилляциями.

У полученной функциональной зависимости выделяется интервал  $(d_1, d_2) \subset [S_1^R, S_2^R]$ ,  $\varphi(d_1) = \varphi(d_2) = S_3^R$ , который имеет свойство  $\forall S \in (d_1, d_2) \varphi(S) > S_3^R$ , и множество точек интервала  $A_1$  монотонно притягиваются к  $S^*$  при первой итерации. Под действием следующей итерации некоторые начальные точки  $S_0 \in (S_1^R, d_1) \cup (d_2, S_2^R)$  покидают интервал, которые составляют множество  $A_2 = \{S, S \in [S_1^R, S_2^R], \varphi^2(S) > S_3^R\}$ .

Существует инвариантное  $\Delta = [S_1^R, S_2^R] \setminus \bigcup_{n=1}^{\infty} A_n$  множество не покидающих интервал под действием функциональных итераций точек и оно обладает аналогичной критическому канторовскому аттрактору структуре [4], что приводит к наблюдению временного аperiodического движения для начальной точки  $S_0 \notin \Delta$ .

Так как  $\max \varphi(S) > S_3^R$ , у каждой из двух неустойчивых стационарных точек есть по две непосредственные точки-прообраза. Непосредственные прообразы это точки, которые под действием одной итерации  $\varphi^{-1}(R)$  должны отобразиться в  $S_3^R$  или в  $S_2^R$ . У одной из точек прообразов  $\varphi^{-1}(S_3^R) \in (S_2^R, R_3^R)$  будет три точки прообраза  $\varphi^{-2}(S_3^R)$ . Очевидно, далее формируется замкнутое множество всех прообразов  $\{\varphi^{-n}(S_2^R)\} \cup \{\varphi^{-n}(S_3^R)\}$ , не принадлежащих области притяжения аттрактора  $S^*$ , что делает область притяжения  $\Omega_S$  несвязным подмножеством. Траектория  $\varphi^n(S_0)$ ,  $S_0 \notin \Delta$  испытывает аperiodические флуктуации. Генерация транзитивного хаоса происходит на ограниченном сверху уровне численности  $\varphi^j(S_0) < \varphi(S_3^R)$  и конечна по продолжительности.

Режимы переходного или «транзитивного» хаотического поведения прерываются псевдостабильзацией, когда траектория оказывается в близкой точке неустойчивого равновесия  $\varphi^{n+1}(S) \approx S_3^R$ , но незначительные погрешности нарастают при итерациях и будут выталкивать траекторию из его  $\varepsilon$ -окрестности вниз. Одно из приближений к прообразу  $\varphi^{-1}(S_3^R)$  на некоторой итерации  $j$  завершится резким превышением порогового значения. Траектория окажется в непрерывной части области притяжения  $S^*$ , и быстро притягивается к устойчивому равновесию, характеризующему состояние популяции при высокой численности. Развитию вспышки не будет предшествовать интервал видимой стабилизации на предпороговых значениях, который можно было бы своевременно выявить. Продолжительность флуктуаций  $j$  в детерминированной модели изменяется от выбора  $S_0$ , а в реальных условиях от сочетаний факторов среды. Вспышка

заканчивается через 9–10 итераций падением до минимально возможного уровня численности (рис. 1). Возможность скорой повторной вспышки в данной модели будет зависеть от соотношения экстремума  $\min \varphi(S)$  и  $S_1^R$  — точки первого репеллера. Значения  $S_0 < S_1^R$  для моделируемой популяции существует вероятность попасть в состояние дальнейшей деградации и элиминации из ареала. Из-за особенностей обмена веществ у псиллид сложно описать непосредственно связь истощения пищевого ресурса с биомассой вредителя как систему ресурс-потребитель.

**Заключение.** Необходимые для моделирования ключевых особенностей сценария вспышки перемены происходят из-за комбинации двух пороговых состояний в динамике полученной функциональной итерации. При бифуркациях теряется и возникает устойчивое равновесие и вместе с ним неустойчивое барьерное значение. В соответствии с описанием типичной ситуации распространения вредителя эвкалиптового леса вспышка начинается без почти стабилизовавшегося состояния после преодоления порогового равновесия, где основные регуляторы численности псиллид паразитические наездники начинают эффективно подавляться гиперпаразитами. Из-за дефолиации деревьев, завершающей вспышку, популяция насекомых переходит в режим малочисленных флуктуаций.

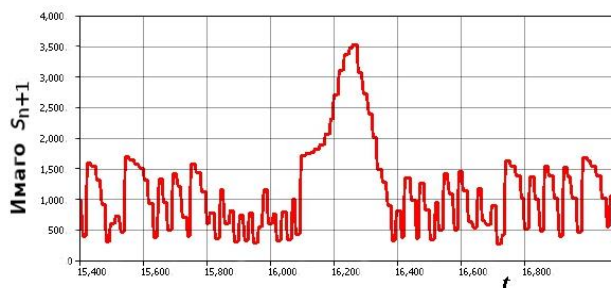


Рис. 1. Модельная динамика единичной вспышки численности

Описанный нами эффект значим при моделировании ситуации распространения исходно малочисленного вида вселенца в новой среде обитания. Для инвазионного процесса возможно несколько сценариев развития ситуации вплоть до полного занятия экологической ниши и вытеснения автохтонных видов, либо исчезновения агрессивного вселенца.

**Работа рекомендована:** профессором Михайловым В. В., д.т.н., в.н.с. СПИИРАН.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 17-07-00125) и частично бюджетной темы АААА-А16-116051250009-8, руководитель: член-корреспондент РАН Юсупов Р. М.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. – Т. 2. – С. 55–57.
2. Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Компонентные технологии математического моделирования. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – 223 с.
3. Perevaryukha A.Y. Hybrid model of bioresources' dynamics: equilibrium, cycle, and transitional chaos // Automatic Control and Computer Sciences. – 2011. – Vol. 45. № 4. – P. 223–232.

4. May R.M. Biological populations obeying difference equations: Stable points, stable cycles, and chaos // Journal of Theoretical Biology. – 1975. – Vol. 51, Iss. 2. – P. 511–524.

**Краткая информация об авторе:**

**Переварюха Андрей Юрьевич**, к.т.н.

Старший научный сотрудник лаборатории Прикладной информатики.

**Специализация:** нелинейная динамика экологических процессов.

E-mail: temp\_elf@mail.ru

**Perevaryukha A. Yu.**, PhD in Technical Sciences.

Senior researcher of the Laboratory of Applied Informatics.

**Specialization:** nonlinear dynamics of ecological processes.

E-mail: temp\_elf@mail.ru

УДК 502.5

**Заболотникова Е. А.**

**ОСНОВНЫЕ РИСКИ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА  
ПРИ ЭТАПАХ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: st071600@student.spbu.ru**

В статье рассматриваются основные экологические риски при разведке и добыче нефти и газа в Северном Ледовитом океане. Отмечены особенности поведения нефти в условиях Арктических морей. Рассмотрены методы мониторинга при этапах добычи нефти и газа в Арктической зоне и рассмотрен метод мониторинга в виде беспилотного летательного аппарата.

**Ключевые слова:** Арктика; нефть; газ; экологические риски; мониторинг; беспилотный летательный аппарат.

**Zabolotnikova E. A.**

**MAIN RISKS AND METHODS OF MONITORING  
AT THE STAGES OF OIL AND GAS PRODUCTION ON THE ARCTIC SHELF**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: st071600@student.spbu.ru**

The article discusses the main environmental risks in the exploration and production of oil and gas in the Arctic Ocean. The features of the behavior of oil in the conditions of the Arctic seas are noted. Methods of monitoring at the stages of oil and gas production in the Arctic zone are considered, and a monitoring method using an unmanned aerial vehicle is proposed.

**Keywords:** Arctic; oil; gas; environmental risks; monitoring; unmanned aerial vehicle.

В настоящее время уделяется большое внимание разведке и добыче нефти в Северном Ледовитом океане, это обусловлено высоким потенциалом углеводородного сырья на шельфе

Арктики для стран: России, Канады, США, Норвегии, Дании. По данным Минприроды РФ, только разведанные запасы углеводородов каспийского шельфа составляют 2,95 миллиарда тонн нефти и 3,1 триллиона кубометров газа.

**Актуальность** настоящего исследования обуславливается проектом компании «Газпром нефть», которая осуществляет добычу нефти и газа на Арктическом шельфе при помощи ледовой стационарной платформы «Приразломная». Важно рассмотреть каждый этап добычи углеводородсодержащего сырья в условиях сурового климата и предложить доступные и эффективные решения мониторинга.

**Цель работы** — изучить основные риски и методы мониторинга при этапах добычи нефти и газа на Арктическом шельфе, а также рассмотреть особенность поведения нефти в условиях арктических морей.

**Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:**

- 1) рассмотреть основные экологические риски при этапах добычи нефти и газа на Арктическом шельфе;
- 2) выявить физические особенности поведения нефти в Арктической зоне;
- 3) рассмотреть существующие методы мониторинга в Российской Федерации, направленные на изучение арктических территорий и передачи данных;
- 4) изучить метод мониторинга в виде беспилотного летательного аппарата.

**Основные риски при этапах добычи углеводородных ресурсов на Арктическом шельфе.** Отсутствие отработанных технологий морской добычи, недостаточно развитая инфраструктура, в том числе и береговая, плохо изучены месторождения, суровый климат и экстремально ледовая обстановка [1].

**Экологические риски в Арктической зоне. При этапах бурения скважин.** Одним из основных экологических аспектов при этапах бурения скважин в Арктической зоне является слабая геологическая изученность. Данный риск обусловлен непредсказуемостью дна, возможны оползневые процессы, которые могут спровоцировать выход на поверхность свободного газа, скопленного под оползневым телом. Также последовательны экологические риски: эффект гидроудара, шумы, сброс пластовых вод [2].

**При этапах добычи углеводородного сырья из скважин.** В настоящее время в мире не существует экологически безопасного оборудования, которое способно добывать нефть и газ в условиях восточной Арктики, обеспечивая полную безопасность для Арктического региона. Риском является отсутствие отработанных технологий морской добычи в течение длительного времени в условиях сурового климата. Как следствие, угроза техногенных катастроф. Планы нарастания мощности добычи нефти и газа на платформе «Приразломная» в последующие годы могут привести к сейсмическим явлениям (перераспределение тектонических напряжений) [2].

**При этапах подготовки и хранения углеводородного сырья.** Этапы подготовки и хранения углеводородного сырья на платформах предполагают такой риск, как износостойкость конструктивных материалов. Так, в течение длительного времени буровые платформы на шельфе

будут испытывать статические и динамические воздействия от ветроволновых нагрузок и ледовых полей.

**При транспортировке углеводородного сырья в Арктической зоне.** Особенностью проектируемых газопроводов ледовитых морей Арктики является отсутствие, как правило, промежуточных компрессорных станций, что позволило бы поддерживать достаточно высокую температуру газа на всем протяжении его транспортировки [3]. Статистические данные свидетельствуют о возможных рисках аварийных ситуаций судов, таким образом, необходимо учитывать данный риск при транспортировке нефти и газа в Арктической зоне.

**Особенность поведения нефти в условиях Арктических морей.** Распространение и выветривание нефти в зимнее время затруднено, главным образом, из-за присутствия льда и низких температур. Низкая температура приводит к тому, что нефть теряет текучесть, и ее дальнейшее распространение прекращается [4]. Из-за увеличения плотности и вязкости нефтяное пятно на поверхности холодной воды обычно толще и занимает меньшую площадь по сравнению с той, которую бы оно имело в умеренных широтах. Нефть, разлитая при отрицательных температурах, испаряется медленнее по сравнению с нефтью, разлитой при более высоких температурах среды, при этом на ее поверхности может образоваться парафинистая корка [4].

**Методы мониторинга при этапах добычи нефти в Арктической зоне.** В настоящее время общепризнанно, что космическая радиолокация является эффективным средством дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для обнаружения разливов нефти. Основная проблема это невозможность определения толщины нефтяной пленки и в итоге объемов разливов. Альтернативой спутниковым методам являются самолеты, оборудованные ИК-сканерами и УФ-сканерами и флуоресцентными радаром. Однако такие методы являются дорогостоящими и не всегда эффективны [5].

**Квадрокоптер с дистанционным датчиком обнаружения нефти в Арктической зоне.** Уникальность разработки заключается в том, что на беспилотный летательный аппарат предлагается установить специальную аппаратуру, позволяющую проводить видео-мониторинг экологической ситуации, которая позволит регистрировать факт разлива нефтепродуктов, отслеживать динамику масляных пятен, а также определять объемы загрязнений и проводить идентификацию нефтепродуктов. Данная малогабаритная беспилотная аппаратура предоставляет возможность мониторинга с близкого расстояния, что позволит получать данные в трудных ледовых обстановках.

**Вывод.** Таким образом, осваивая новые территории и используя природные ресурсы Арктики, необходимо учитывать основные риски и осознавать необходимость в разработке новых методов мониторинга для предотвращения всевозможных негативных последствий.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев А. А., Надточий Ю. В. Международный правовой статус и экологическая безопасность Арктики // Нормативные проблемы правового регулирования. – 2014. – № 2. – С. 150–151.
2. Молчанов В. П., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации: учеб. Для вузов. – 1-е изд. – М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – С. 52–101.
3. Иванов А. Ю., Терлеева Н. В., Ивонин Д. В., Кучейко А. А. Обеспечение экологической безопасности при работе на шельфе // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 5. – С. 6–9.
4. Бородин К. А., Скрипниченко В. А. Формирование рационального природопользования при освоении морских нефтяных месторождений в Арктике // Государство и право. Экономика. – 2014. – С. 116–122.
5. Кукушкина А. В. Социоэкологическая безопасность и устойчивое развитие Арктики // Международная безопасность России в условиях глобализации. – М., 2007. – С. 470–471.

### **Краткая информация об авторе:**

**Заболотникова Екатерина Андреевна**, магистр, студент 1-го курса магистратуры.

**Специализация:** экологический менеджмент.

E-mail: st071600@student.spbu.ru

**Zabolotnikova E. A.**, Master, 1st year undergraduate student.

**Specialization:** environmental management.

E-mail: st071600@student.spbu.ru

УДК 574.23

**Степанова А. Ю.\***, **Соловьева А. И.**, **Гладков Е. А.**

### **ФИТОТОКСИЧНОСТЬ НЕФТИ И ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук  
Россия, 127276, Москва, ул. Ботаническая, д. 35**

\*E-mail: step\_ann@mail.ru

В статье рассмотрено влияние нефти на растения, степень токсичности нефти для различных видов растений. Перечислены растения, обладающие фиторемедиационными свойствами. Охарактеризованы технологии фиторемедиации, которые можно использовать для очистки почв от нефти.

**Ключевые слова:** нефть; токсичность; всхожесть; фиторемедиация; почва.

PHYTOTOXICITY OF OIL AND PHYTOMEDEDATION

K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS

Russia, 127276, Moscow, Botanicheskaya str., 35

\*E-mail: step\_ann@mail.ru

The article considers the influence of oil on plants, the degree of toxicity of oil for various plant species. Plants with phytoremediation properties are listed. Phytoremediation technologies that can be used for cleaning oil-contaminated soils are characterized.

**Keywords:** oil; toxicity; germination; phytoremediation; soil.

Загрязнение нефтью почвы является одной из наиболее серьезных экологических проблем, оказывающих негативное воздействие на растительные сообщества. Основными факторами отрицательного воздействия нефти на живые объекты является токсическое действие углеводородов нефти и изменение физико-химических свойств почвы [1–3].

Фитотоксичность нефти оценивается по следующим показателям: всхожесть, рост и продуктивность; физиолого-биохимические параметры.

Загрязнение почвы нефтью может ингибировать всхожесть семян: при концентрациях сырой нефти в почве 0,2–2,8% снижение всхожести растений составляло от 10 до 40%, при содержании 3–7% — от 15 до 89%, а при 7% нефти — от 73% до полной гибели семян [3]. Среди наиболее чувствительных видов по всхожести растений: редис (*Raphanus sativus* L. (устойчивость к 4–7% нефти в почве), пырей (*Agropyron smithi* L.), подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), сафлор (*Carthamus tinctorius* L.) и клевер (*Trifolium repens* L.) [5]. Среди наиболее устойчивых видов — крестовник, *Senecio glaucus*, растущий в пустынных экосистемах Кувейта, он устойчив к загрязнению почвы нефтью до 10% [6].

Растения являются индикаторами геохимической среды, их можно использовать для оздоровления почв, водных экосистем, очистки воздуха от различных загрязняющих веществ [7–8].

Таким образом, существуют растения, устойчивые к нефтезагрязнениям. Если эти растения способны снижать содержание нефти в почве, то их можно рекомендовать для очистки почв (таблица 1).

Таблица 1

Растения с фиторемедиационным потенциалом [9]

|  |   |
|--|---|
| 1. <i>Agropyron smithii</i>                | 15. <i>Lolium multiflorum</i>           |
| 2. <i>Andropogon gerardii</i>              | 16. <i>Lolium perenne</i> L.            |
| 3. <i>Bouteloua curtipendula</i>           | 17. <i>Medicago sativa</i> L.           |
| 4. <i>Bouteloua gracilis</i>               | 18. <i>Panicum coloratum</i> var. Verde |
| 5. <i>Buchloe dactyloides</i>              | 19. <i>Panicum virgatum</i>             |
| 6. <i>Buchloe dactyloides</i> var. Prairie | 20. <i>Panicum vulgare</i> L.           |
| 7. <i>Chloris gayana</i>                   | 21. <i>Populus deltoides x nigra</i>    |
| 8. <i>Cynodon dactylon</i> L.              | 22. <i>Secale cereale</i> L.            |

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 9. <i>Daucus carota</i>                       | 23. <i>Schizachyrium scoparium</i>    |
| 10. <i>Elymus canadensis</i>                  | 24. <i>Sorghastrum nutans</i>         |
| 11. <i>Festuca arundinacea</i> Schreb         | 25. <i>Sorghum vulgare</i> L.         |
| 12. <i>Festuca rubra</i> var. <i>Arctared</i> | 26. <i>Zoysia japonica</i> var. Meyer |
| 13. <i>Glycine max</i>                        | 27. <i>Sorghum vulgare</i> L.         |
| 14. <i>Lemna gibba</i>                        |                                       |

При подборе растений для фиторемедиационных технологий необходимо учитывать вид используемого растения и токсичность загрязняющего вещества.

Доступность загрязняющего вещества для растения определяется его химическими свойствами, а также свойствами почвы, глубиной залегания, скоростью его разложения до обычных метаболитов в клетках растения. Растения должны быть толерантны к загрязнителю, обладать механизмами, способствующими очистке окружающей среды, иметь развитую и глубокую корневую систему и устойчивыми к температурным условиям. Фиторемедиация может использоваться на больших пространствах [10].

#### *Очистка нефтезагрязненных почв*

Нефть это сложная многокомпонентная система, основу которой составляют углеводороды: алифатические (алканы, алкены, алкины, циклоалканы) и ароматические (моноароматические и полициклические ароматические углеводороды). Существует много работ, посвященных очистке почвы от нефти и продуктов ее переработки [9], где особое внимание уделяется бобовым и злаковым. Преимущество этих растений — хорошо развитая мочковатая корневая система, для некоторых видов проникающая на глубину до 3 м, бобовые также обогащают почву азотом.

Для фиторемедиации нефтезагрязненных территорий основными технологиями являются фито- и ризодеградация, фитоволатилизация.

Ризодеградация, основанная на взаимодействии растений и микроорганизмов, является наиболее популярной технологией очистки почвы от нефти [11]. Поэтому исследования по ризодеградации включают в первую очередь изучение растительно-микробных ассоциаций; механизмов взаимодействия растений и микроорганизмов [11, 12].

Корни растений могут рыхлить и выделять кислород в почву, стимулируя энергетический метаболизм микроорганизмов и увеличивая численность аэробов [13]. Выделяя органические кислоты, растения могут повышать доступность гидрофобных соединений [14]. Однако наблюдается видоспецифичность растений по отношению к разным органическим загрязнителям. Например, люцерна лучше утилизирует ПАУ, чем райграс, однако он способствует лучшей деградации дизеля по сравнению с люцерной [15]. Однако не всегда растения влияли на содержание нефтепродуктов в почве, выращивание житняка пустынного (*Agropyron desertorum*) совершенно не влияло на скорость минерализации [<sup>14</sup>C] фенантарена [16]. Авторы объясняют данный факт быстрой минерализацией фенантрена микробами до установления взаимодействия между микробами и корнями растений. Присутствие люцерны не влияет на скорости утилизации

бензола [17], однако содержание токсиканта было незначительным, и он также быстро утилизировался микробами.

Фитодеградация — это фитотехнология, под которой понимают разрушение органических поллютантов растениями и их метаболизацию [18]. Однако работы в этом направлении единичны [19], и перспективность этого метода для очистки почв от нефти обсуждается [20]. Для повышения эффективности фитодеградации используют методы генетической инженерии. Получены трансгенные растения тополя (*Populus tremula* × *P. alba*) с встроенным геном *CYP2E1*, кодирующим цитохром P450 2E1, которые более эффективно метаболизировали трихлорэтилен, хлороформ и бензол из воздуха по сравнению с контролем [21], показано, что введение в растения люцерны гена *rhlA* способствовало улучшению состояния нефтезагрязненной почвы за счет деятельности микроорганизмов-деструкторов нефти [22].

Таким образом, нефть является одним из наиболее неблагоприятных экологических факторов, воздействующих на фитоценозы. Использование растений для очистки окружающей среды от нефти является перспективным направлением [18].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Демиденко А. Я., Демурджан В. М., Шеянова А. Д. Изучение питательного режима почв, загрязненных нефтью // *Агрохимия*. 1983. – Т. 9. – С. 100–103.
2. Донец Е. В., Григорьев А. И. Влияние нефтяного загрязнения на прорастание семян хвойных пород // *Лесоведение*. 2008. – Т. 5. – С. 18–21.
3. Халилова А. Ф. Устойчивость растений к углеводородному загрязнению на стадии прорастания // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2012. – Т. 2. – С. 47–58.
4. Смольникова В. В. Фитотоксическое действие нефтяного загрязнения // *Современные наукоемкие технологии*. Матер. конф. – 2009. – № 10. – С. 90–91.
5. Besalatpour A. et al. Germination and growth of selected plants in a petroleum contaminated calcareous soil // *Soil and Sediment Contamination*. – 2008. – V. 17(6). – P. 665–676.
6. Radwan S.S. et al. Rhizospheric hydrocarbon-utilizing microorganisms as potential contributors to phytoremediation for the oil Kuwaiti desert // *Microbiological Research*. – 1998. – V. 153(3). – P. 247–251.
7. Гладков Е. А., Долгих Ю. И., Гладкова О. В. Фитотехнологии для охраны окружающей среды. Учебное пособие. М.: МГУИЭ, 2012. – 202 с.
8. Gladkov E. A., Dolgikh Y. I., Gladkova O. V. Assessing the possibility of the use of cell selection in phytoremediation // *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*. Global Publications. – 2016. – № 2. – P. 223–226.
9. Frick C. M., Germida J. J., Farrell R. E. Assessment of phytoremediation as an in-situ technique for cleaning oil-contaminated sites // *In technical seminar on chemical spills*. – 1999. – P. 105a–124a.
10. Glick B. R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment // *Biotechnology advances*. – 2003. – V. 21(5). – P. 383–393.

11. Yavari S., Malakahmad A., Sapari N. B. A Review on Phytoremediation of Crude Oil Spills // Water air soil pollution. – 2015. – P. 226–279.
12. Khan S. et al. Plant-bacteria partnerships for the remediation of hydrocarbon contaminated soils. Chemosphere. – 2013. – V. 90(4). – P. 1317–1332.
13. Kuiper I. et al. Rhizoremediation: a beneficial plant-microbe interaction // Molecular plant-microbe interactions. – 2004. – V. 17(1). – P. 6–15.
14. Macek T., Mackova M., Káš J. Exploitation of plants for the removal of organics in environmental remediation // Biotechnology advances. – 2000. – V. 18(1). – P. 23–34.
15. Kirk J. L. et al. The effects of perennial ryegrass and alfalfa on microbial abundance and diversity in petroleum contaminated soil // Environmental pollution. – 2005. – V. 133. – P. 455–465.
16. Ferro A. M., Sims R. C., Bugbe B. Hycrest crested wheatgrass accelerates the degradation of pentachlorophenol in soil // Journal of environmental quality. – 1994. – V. 23. – P. 272–279.
17. Ferro A. M. et al. Fate of benzene in soils planted with alfalfa: uptake, volatilization, and degradation // Phytoremediation of soil and water contaminants. Washington: Am. Chem. Soc. – 1997. – P. 223–237.
18. Степанова А. Ю., Соловьева А. И., Гладков Е. А. Влияние нефти, как неблагоприятного фактора, на растения и фиторемедиация нефтезагрязненных территорий // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю. А. Овчинникова. – 2017. – Т. 13. – С. 51–56.
19. Chrikishvili D. I. et al. Peptide conjugates of benzene and toluene metabolites in English ryegrass // Russian journal of plant physiology. – 2006. – V. 53. – № 4. – P. 456–462.
20. Alkorta I., Garbisu C. Phytoremediation of organic contaminants in soils // Bioresource Technology. – 2001. – V. 79(3). – P. 273–276.
21. Doty S. L. et al. Enhanced phytoremediation of volatile environmental pollutants with transgenic trees // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2007. – V. 104(43). – P. 16816–16821.
22. Stepanova A. Yu., Orlova E. V., Tereshonok D. V., Dolgikh Yu. I. Obtaining of transgenic alfalfa for improved phytoremediation the petroleum contaminated soils // Ecological genetics. – 2015. – V. 13(2). – P. 127–135.

**Краткая информация об авторах:**

**Степанова Анна Юрьевна**, к.б.н.

Заведующая группой специализированного метаболизма корней Института физиологии растений Российской академии наук.

**Специализация:** специализированный метаболизм корней, экологическая и медицинская биотехнология, городская экология.

**Stepanova A. Yu.**, PhD in Biological Sciences.

Senior researcher, head of group of specialized root metabolism, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS.

**Specialization:** specialized root metabolism, environmental and medical biotechnology, urban ecology.

**Гладков Евгений Александрович**, к.б.н.

Старший научный сотрудник группы специализированного метаболизма корней Института физиологии растений Российской академии наук, доцент кафедры нано-, био-, инфо-

и когнитивных технологий (НБИК), Московский физико-технический институт (государственный университет).

**Специализация:** экологическая и медицинская биотехнология, специализированный метаболизм корней, городская и общая экология.

**Gladkov E. A.**, PhD in Biological Sciences.

Senior researcher of group of specialized root metabolism, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, Associate Professor of the Department of Nano-, Bio-, Info- and Cognitive Technologies, Moscow Institute of Physics and Technology (State University).

**Specialization:** specialized root metabolism, environmental and medical biotechnology, urban and general ecology.

**Соловьева Александра Ивановна**, к.б.н.

Научный сотрудник группы специализированного метаболизма корней Института физиологии растений Российской академии наук.

**Специализация:** специализированный метаболизм корней, экологическая и медицинская биотехнология, городская экология.

**Solovieva A. I.**, PhD in Biological Sciences.

Researcher of group of specialized root metabolism, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS.

**Specialization:** specialized root metabolism, environmental and medical biotechnology, urban ecology.

УДК 550.47

**Миронова А. С.**

**ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГОДОВЫХ КОЛЕЦ  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)  
РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30  
E-mail: asm2@tpu.ru**

В работе приведен химический элементный состав образцов годовых колец сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), отобранных на территориях трех регионов России: Томской области, Кемеровской области и Республики Бурятия. Впервые предложено разделить химические элементы на группы в зависимости от их активности (активные, слабоактивные и пассивные) в годовых кольцах деревьев вида *Pinus sylvestris* L., что упростило процесс анализа и синтеза данных дендрогеохимического исследования.

**Ключевые слова:** годовые кольца; сосна обыкновенная; дендрогеохимия; ИНАА; химический элементный состав.

Mironova A. S.

**CHEMICAL ELEMENT COMPOSITION  
OF TREE RINGS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN DIFFERENT HABITATS**

**National Research Tomsk Polytechnic University  
Russia, 634050, Tomsk, pr. Lenina, 30  
E-mail: asm2@tpu.ru**

The paper presents the chemical element composition of samples of tree rings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), collected on the territories of three regions of Russia: the Tomsk region, the Kemerovo region and the Republic of Buryatia. For the first time it was proposed to divide the chemical elements into groups depending on their activity (active, weakly active and passive) in the *Pinus sylvestris* L. tree rings, which simplified the process of analysis and synthesis of dendrogeochemical data.

**Keywords:** tree rings; Scots pine; dendrogeochemistry; INAA; chemical element composition.

**Введение.** Изменения химического элементного состава природной среды, возникающие в результате антропогенной деятельности, ведут к необходимости поиска наиболее точного источника информации о происходящих изменениях. Подходящим для таких целей хронологическим индикатором являются годовые кольца деревьев. На данный момент проведено большое количество работ, связанных с наблюдением изменения тяжелых металлов, микро- и макроэлементов, стабильных изотопов и радиоуглерода в древесных кольцах [1–3].

Цель настоящего исследования — изучить особенности накопления 28 химических элементов в годовых кольцах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) различных территорий произрастания.

Задачи: 1) провести отбор проб и подготовить материал для анализа; 2) получить информацию о накоплении химических элементов в годовых кольцах деревьев; 3) выявить элементы-индикаторы, отражающие историю трансформации окружающей среды.

**Материалы и методы.** Образцы годичных колец были отобраны с территории трех регионов России: Кемеровской, Томской областей и Республики Бурятии.

При помощи возрастного бура из деревьев были извлечены керны, которые в дальнейшем высушивали и датировали. Керны были разделены на сегменты (группы годовых колец), которые в дальнейшем измельчали и фасовали для анализа. Пробы были проанализированы методом ИНАА в аккредитованной (аттестат № РОСС RU.0001.511901) ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Национального исследовательского Томского политехнического университета по аттестованным методикам (НСАМ ВИМС № 410-ЯФ). В пробах было определено 28 элементов.

**Результаты.** На рисунке 1 представлена диаграмма средних содержаний 28 химических элементов в соснах различных территорий произрастания. В сосне Кемеровской области относительно других деревьев наблюдается наибольшее содержание элементов: Cr, Fe, As, Sb, La, Sm, Lu и U. В сосне Республики Бурятии выделяются Br, Sr, Ag, Tb, Yb, Hf, Au и Th. Древесина

сосны Томского района Томской области отличается высокими содержаниями Rb, Cs, Ba, Ce, Nd, Eu и Ta.

В таблице 1 химические элементы разделены на группы в зависимости от их среднего содержания в дереве. Для вида *Pinus sylvestris* L. отмечаются химические элементы, которые вне зависимости от территории произрастания дерева имеют высокие содержания: Ca, Fe, Na, Zn, Sr, Ba, Rb, Br и Co. Химические элементы первого и второго диапазонов необходимы растению, они участвуют в важных физиологических процессах растительного организма.

Интерпретируя полученную информацию, необходимо учитывать активность химических элементов, которая выражается в скорости реакции элементов друг с другом, водой и другими соединениями. Чем пассивнее элемент, тем он менее подвижен в древесине, и его содержание в годовом кольце соответствует году поступления элемента из окружающей среды. Напротив, элементы с высокой активностью не будут стабильны в древесине.

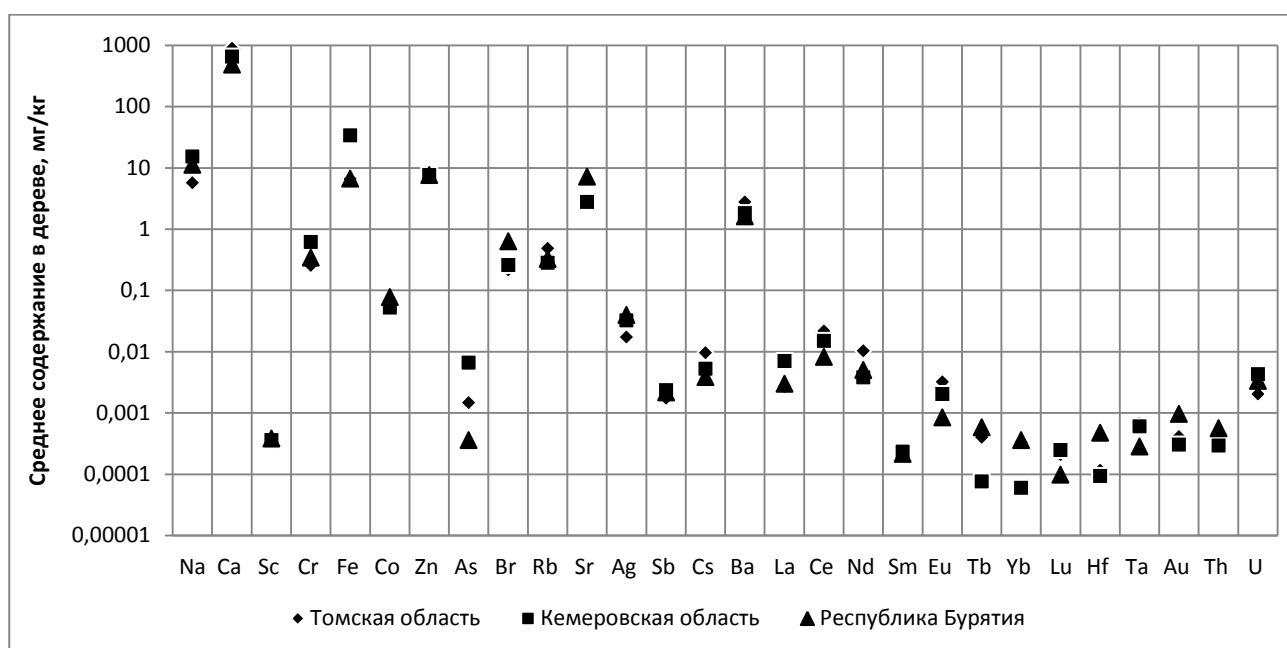


Рис. 1. Средние содержания химических элементов в сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Таблица 1

Средние содержания химических элементов в соснах (*Pinus sylvestris* L.) различных территорий произрастания

| Место отбора образца | Диапазон средних содержаний химических элементов в дереве |                    |                       |                                       |                            |
|----------------------|---|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                      | 1   | 2                  | 3                     | 4                                     | 5                          |
|                      | >1 мг/кг  | 0,1–1 мг/кг        | <0,1–0,01 мг/кг       | <0,01–0,001 мг/кг                     | <0,001 мг/кг               |
| Кемеровская область  | Ca, Fe, Na, Zn, Sr, Ba, Cr                                | Rb, Br, Co         | As, Ag, Ce, U, La, Cs | Sb, Nd, Eu, Ta, Th                    | Sc, Tb, Au, Yb, Lu, Sm, Hf |
| Томская область      | Ca, Zn, Fe, Na, Sr, Ba                                    | Rb, Cr, Br, Co, Nd | Ag, Ce, Cs            | As, Eu, La, U, Sb, Ta, Tb             | Au, Hf, Th, Sc, Yb, Sm, Lu |
| Республика Бурятия   | Ca, Na, Zn, Sr, Fe, Ba, Br                                | Cr, Rb, Co         | Ag, Nd, Ce, As        | Tb, Cs, U, La, Sb, Eu, Au, Ta, Hf, Th | Sc, Yb, Sm, Lu             |



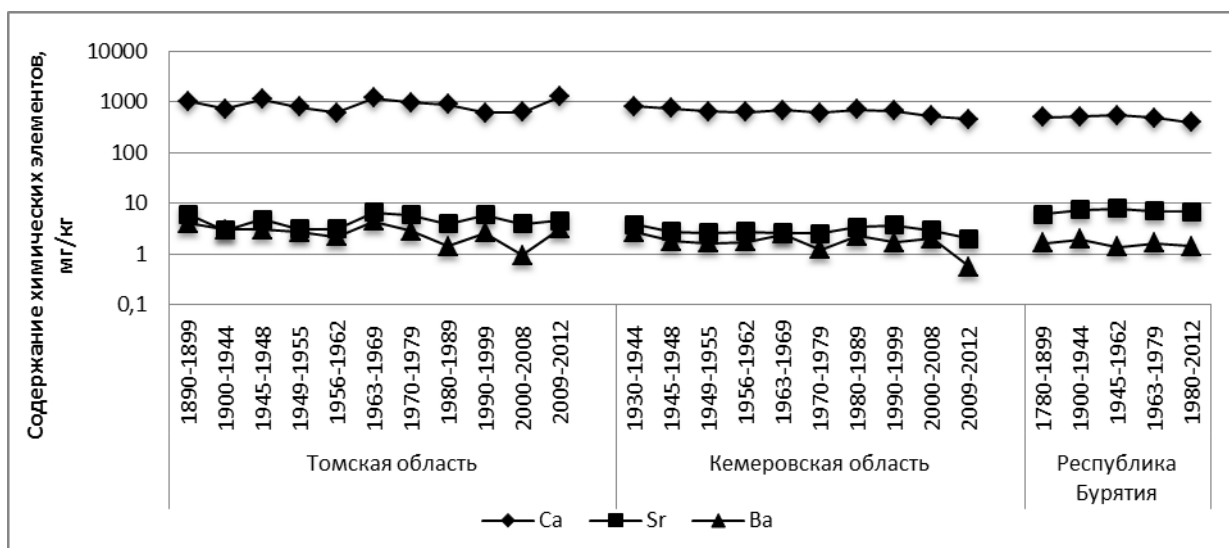


Рис. 2. Диаграммы накопления Ca, Sr, Ba в годовых кольцах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) разных регионов России

К активным элементам можно отнести: щелочные (Na, Rb, Cs) и щелочноземельные (Ca, Sr, Ba) металлы, мышьяк, а также редкоземельные металлы — Sm и Eu. На диаграммах (рис. 2) прослеживается практически идентичная динамика накопления кальция, стронция и бария в годовых кольцах различных регионов. Пассивные Fe, Cr, Zn, Br, Co, Ag, Sb и Au образуют прочные комплексы с аминокислотами в ксилеме, и их можно считать стабильными в годовых кольцах деревьев. Элементы Sc, La, Ce, Nd, Tb, Yb, Lu, Ta, Hf, Th, U обладают невысокой активностью, но при определенных условиях могут реагировать с водой.

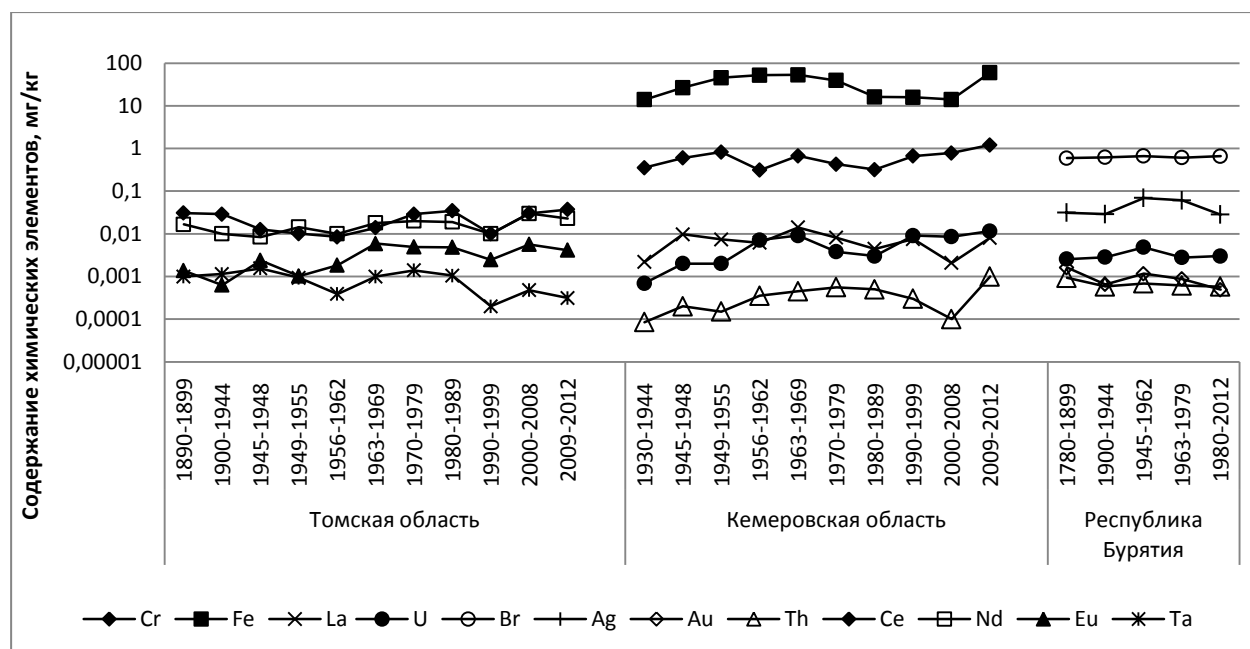


Рис. 3. Диаграммы накопления химических элементов в годовых кольцах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) разных регионов России

Диаграмма на рисунке 3 показывает одинаковую временную динамику Се, Nd, Eu и Та в сосне Томской области, что указывает на общий источник их поступления в окружающую среду. Такими источниками могут быть предприятия ядерно-топливного цикла Томского района, либо Новосибирский завод редких металлов. Тренды содержаний Fe и Ст в годовых кольцах сосны Кемеровской области (рис. 3) имеют совпадения некоторых пиков и одинаковую тенденцию роста, что может быть связано с поступлением этих элементов от производств черной металлургии. Подобная картина прослеживается для La, U и Th, и их источником поступления (уже с большей вероятностью) является угольная промышленность. Для байкальской сосны (Республика Бурятия) одинаковые тренды с пиком в 1945–1962 годы имеют Br, Ag, Au, U и Th. Естественная или антропогенная причина у этого явления, можно пока только догадываться.

**Выводы.** В работе впервые предложено разделение химических элементов на группы в зависимости от их активности в годовых кольцах деревьев вида *Pinus sylvestris* L. Это упростило процесс анализа и синтеза данных дендрогеохимического исследования. Сравнение химического элементного состава годовых колец деревьев разных регионов помогло увидеть геохимические особенности каждой территории в отдельности. Временные динамики содержания химических элементов в годовых кольцах деревьев показали общую природу поступления в окружающую среду некоторых элементов.

**Работа рекомендована:** Рихвановым Л. П., д. г-м. н., профессор ТПУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Sensuła B. Variations of tree ring width and chemical composition of wood of pine growing in the area nearby chemical factories // *Geochronometria*. – 2017. – № 44. – P. 226–239.
2. Tout R. E. Neutron activation studies of trace elements in tree rings // *Journal of Radioanalytical Chemistry*. – 1977. – № 37. – P. 705–715.
3. Рихванов Л. П. Общие и региональные проблемы радиозащиты. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384 с.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Миронова Анастасия Сергеевна**, аспирант.

**Специализация:** экология и природопользование.

E-mail: asm2@tpu.ru

**Mironova A. S.**, postgraduate.

**Specialization:** ecology and nature management.

E-mail: asm2@tpu.ru

Явид Е. Я.<sup>1\*</sup>, Курашов Е. А.<sup>2</sup>, Крылова Ю. В.<sup>3</sup>

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТАБОЛИТНОГО СОСТАВА  
РДЕСТА ПРОНЗЕНОЛИСТНОГО (*POTAMOGETON PERFOLIATUS* L.)  
В РАЗНОТИПНЫХ ОЗЕРАХ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности  
Российской академии наук  
Россия, 197110, Санкт-Петербург, Корпусная ул., д. 18  
\*E-mail: eyavid@bk.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт озерадения  
Российской академии наук  
Россия, 196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, д. 9

<sup>3</sup>Государственный научно-исследовательский институт озерного  
и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга  
Россия, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 26

Впервые проведено хромато-масс-спектрометрическое исследование эфирных масел рдеста пронзенолистного (*Potamogeton perfoliatus* L.) из разнотипных озерных местообитаний, которые различаются по уровню антропогенной нагрузки, с целью выявления качественного и количественного состава низкомолекулярных органических соединений (НОС). Эфирное масло *P. perfoliatus* содержало от 54 до 115 НОС, что говорит о высокой вариабельности компонентного состава метаболитов в зависимости от условий произрастания растений. Наибольшее число НОС зафиксировано у макрофитов, находящихся в ненарушенных местообитаниях. Образцы *P. perfoliatus* из местообитаний с наибольшей антропогенной нагрузкой имели наименьшее суммарное содержание НОС. Наибольшие различия в составе НОС у *P. perfoliatus* наблюдались между ненарушенными водными местообитаниями и местообитаниями со значительным антропогенным прессом.

**Ключевые слова:** *Potamogeton perfoliatus* L.; летучие низкомолекулярные органические соединения; эфирное масло; компонентный состав; хромато-масс-спектрометрия.

Iavid E. I.<sup>1,3\*</sup>, Kurashov E. A.<sup>2</sup>, Krylova Yu. V.<sup>3</sup>

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE METABOLITE COMPOSITION  
OF CLASPLINGLEAF PONDWEED (*POTAMOGETON PERFOLIATUS* L.)  
IN DIFFERENT-TYPE LAKES OF THE KARELIAN ISTHMUS

<sup>1</sup>Institution of Russian Academy of Sciences Saint-Petersburg Scientific-Research Centre  
for Ecological Safety RAS  
Russia, 197110, St. Petersburg, Korpusnaya str., 18  
\*E-mail: eyavid@bk.ru

<sup>2</sup>Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences  
Russia, 196105, St. Petersburg, Sevastianova str., 9

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Scientific Establishment  
"Berg State Research Institute on Lake and River Fisheries"  
Russia, 197110, St. Petersburg, Makarova emb., 26

Chromatographic analysis of essential oils of clasplingleaf pondweed (*Potamogeton perfoliatus* L.) from different types of limnic habitats, which differ in the level of anthropogenic load, for the purpose of qualitative and quantitative analysis of low molecular weight volatile organic compounds (VOCs) was carried out for the first time. The essential oil of *P. perfoliatus* contained between 54 and 115 VOCs, which indicates high variability in the component composition of metabolites depending on the plant habitat conditions. The greatest number of VOCs was recorded in macrophytes from undisturbed habitats. The *P. perfoliatus* samples from habitats with the highest anthropogenic load have the lowest total content of VOCs. The greatest differences in the composition of the VOCs in *P. perfoliatus* were observed between undisturbed aquatic habitats and habitats with significant anthropogenic press.

**Keywords:** *Potamogeton perfoliatus* L.; low molecular weight volatile organic compounds; essential oil; component composition; chromatography-mass spectrometry

**Введение.** Работа направлена на изучение низкомолекулярных органических соединений (НОС), входящих в состав вторичных метаболитов *Potamogeton perfoliatus* L., так как именно к ним относится совокупность веществ, характеризующихся высокой биологической активностью. *P. Perfoliatus* — распространенный вид пресноводных растений. Встречается по всему Земному шару. Произрастает в реках, озерах, прудах, канавах, часто создает заросли, являясь структурообразующим видом [1].

НОС являются малоизученными компонентами метаболома водных макрофитов. Сведений по составу НОС у *P. perfoliatus* и о закономерностях формирования низкомолекулярного метаболома явно недостаточно [2]. Поскольку компонентный состав НОС рдеста пронзеннолистного представлен большим количеством соединений с разнотипной биологической активностью, то они могут играть разноплановую роль в биотических взаимодействиях *P. perfoliatus* с другими гидробионтами в озерной экосистеме [2]. Кроме того, низкомолекулярные метаболиты – аллелохемики *P. perfoliatus* могут найти практическое применение как природные

альгициды для снижения и подавления такого нежелательного явления, как цветение водоемов при антропогенном эвтрофировании [3].

Цель работы: провести сравнительный анализ метаболитного состава рдеста пронзеннолистного из разнотипных озерных местообитаний.

**Материал и методы.** Растительный материал (*P. perfoliatus*) был отобран в 5 разнотипных местообитаниях: Щучий залив Ладожского озера у дамбы, Щучий залив у острова, залив Импилахти Ладожского озера, залив Лехмалахти Ладожского озера, озеро Суури в июне и июле 2014 и 2015 годов. Побеги рдеста высушивали в затемненном помещении без проникновения прямых солнечных лучей до воздушно-сухого состояния. Эфирные масла, содержащие НОС, были получены из высушенного материала методом Клевенджера посредством перегонки проб с водяным паром в течение 6 часов. Перед перегонкой высушенный растительный материал измельчили в блендере Waring BB-25ES до порошкообразного состояния. Из полученного эфирного масла НОС экстрагировали в гексан.

НОС выявляли методом хромато-масс-спектрометрии на хромато-масс-спектрометрическом комплексе TRACE DSQII (Thermo Electron Corporation) и TRACE ISQ. Использовали соответственно колонки Thermo TR-5ms SQC 15 м × 0,25 мм с фазой ID 0,25 мкм и Thermo TG-SQC 15 м × 0,25 мм с фазой ID 0,25 мкм. Газ носитель — гелий. Перед хроматографированием происходило разбавление экстракта в 3 или 5 раз (в зависимости от концентрации исследуемых веществ).

Расшифровку хромато-масс-спектрограмм производили с помощью специального программного обеспечения "Xcalibur" и библиотек масс-спектров "Nist-2005" и "Wiley".

**Результаты исследования.** В результате качественного и количественного исследования компонентного состава образцов *P. perfoliatus* из разных местообитаний было обнаружено от 54 до 115 НОС, что свидетельствует о высокой вариабельности компонентного состава метаболитов в зависимости от условий произрастания растений. Наибольшее число НОС зафиксировано у макрофитов, находящихся в ненарушенных местообитаниях: рдест пронзеннолистный из озера Суури содержал 115 веществ, из залива Лехмалахти — 110 веществ. В местообитаниях, находящихся под антропогенным прессом, наблюдалось снижение числа синтезируемых метаболитов.

Общими для всех 5 отобранных образцов растения являлись 30 веществ. Среди мажорных компонентов (концентрация свыше 1%) только одно соединение — дибутилфталат — было обнаружено во всех образцах. Полученные факты свидетельствуют о способности *P. perfoliatus* активно изменять свой метаболом в зависимости от состояния водной среды (физико-химические факторы и гидробиологическое окружение) в конкретном местообитании.

Также нами была обнаружена зависимость содержания НОС (мг/г сухого вещества) в *P. perfoliatus* от состояния водного объекта. Данные показывают, что наиболее загрязненные заливы (залив Импилахти, Щучий залив) имеют значения содержания НОС ниже, чем водные объекты без антропогенной нагрузки. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том,

что макрофиты, произрастающие в мезо- и олиготрофных водоемах, продуцируют большее количество НОС, чем водные растения в эвтрофных водных объектах.

В образцах рдеста из местообитаний, подверженных наиболее интенсивному антропогенному воздействию, преобладали спирты и альдегиды. Возможно, что увеличенный синтез данных НОС, играющих важную защитную функцию у растений, у *P. perfoliatus* может быть индикаторным признаком различного типа загрязнений в водоемах, ухудшающих условия обитания данного макрофита.

**Таким образом,** нами был проведен хромато-масс-спектрометрический анализ НОС эфирных масел *P. perfoliatus* из 5 разнотипных местообитаний. Было зафиксировано изменение качественного и количественного состава НОС рдеста пронзеннолистного в зависимости от уровня антропогенной нагрузки. Нами были определены вещества-индикаторы, указывающие на загрязнение водного объекта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР, 1 том. Под ред. В. Л. Комарова: Ботанический институт академии наук СССР, – 1934–1964. – С. 260.
2. Крылова Ю. В., Курашов Е. А., Митрукова Г. Г. Компонентный состав эфирного масла *Potamogeton perfoliatus* L. из Ладожского озера в начале периода плодоношения // Химия растительного сырья. – 2016. – № 2. – С. 79–88.
3. Курашов Е. А., Крылова Ю. В., Митрукова Г. Г., Чернова А. М. Летучие низкомолекулярные метаболиты водных макрофитов, произрастающих на территории России, и их роль в гидроэкосистемах // Сибирский экологический журнал. – 2014. – № 4. – С. 573–591.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Явид Елизавета Ярославовна**, аспирант.

Ведущий инженер лаборатории систем обращения с отходами.

**Специализация:** геоботаника полярных регионов, низкомолекулярные органические соединения макрофитов.

E-mail: eyavid@mail.ru

**Iavid E. I.**, post-graduate student.

Leading engineer of Laboratory of Waste Management Systems.

**Specialization:** geobotany in polar regions, low molecular weight organic compounds of macrophytes.

E-mail: eyavid@mail.ru

**Курашов Евгений Александрович**, д.б.н., профессор.

Заведующий лабораторией гидробиологии.

**Специализация:** пресноводная гидробиология, метаболомика водных растений, лимнология, экологический мониторинг, хромато-масс-спектрометрия природных соединений.

E-mail: evgeny\_kurashov@mail.ru

**Kurashov E. A.**, Grand PhD in Biological Sciences, Professor.

Head of the Laboratory of Hydrobiology.

**Specialization:** freshwater hydrobiology, metabolomics of aquatic plants, limnology, environmental monitoring, gas chromatography-mass spectrometry of natural compounds.

E-mail: evgeny\_kurashov@mail.ru

**Крылова Юлия Викторовна**, к.г.н., доцент.

И.о. заведующего лабораторией экологической токсикологии.

**Специализация:** экологический мониторинг, хромато-масс-спектрометрия природных соединений.

**Krylova Yu. V.**, PhD in Geographic Sciences, Associate Professor.

Acting Head of Laboratory of Environmental Toxicology.

**Specialization:** environmental monitoring, gas chromatography-mass spectrometry of natural compounds.

E-mail: juliakrylova@mail.ru

УДК 504.5:661:581.5:628.521

**Сушло Е. В.**

## **СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины  
Республика Беларусь, 246019, г. Гомель, ул. Советская, д. 104  
E-mail: Candy96@list.ru**

Целью работы являлась оценка состояния растительности в зоне действия Гомельского химического завода. Для оценки воздействия загрязняющих веществ в зоне действия Гомельского химического завода были выбраны в качестве объекта исследования четыре вида произрастающих растений: осина дрожащая, береза повислая, дуб черешчатый и ясень обыкновенный. Были выявлены повышенные концентрации ряда химических веществ (хлориды, соединения фтора и серы), что оказывает негативное влияние на растения. Также следует отметить, что если для одних видов растений концентрации одного вещества не вызывают серьёзных внешних изменений и признаков отравления, то для других растений могут приводить к отравлению и морфологическим изменениям.

**Ключевые слова:** биоиндикация; загрязнение атмосферного воздуха; растительность; химическая промышленность; окружающая среда.

**Suslo E. V.**

## **THE STATE OF VEGETATION IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE CHEMICAL INDUSTRY**

**Francisk Skorina Gomel State University  
Republic of Belarus, 246019, Gomel, Soviet str., 104  
E-mail: Candy96@list.ru**

The aim of the work was to assess the state of vegetation in the coverage area of the Gomel Chemical Plant. To evaluate the impact of pollutants in this area, four types of growing plants were chosen as objects of investigation: trembling aspen, drooping birch, pedunculate oak and common ash. It was found that a number of chemicals (chlorides, fluoride and sulfur compounds) are in excess and affect the plants. It should also be noted that, while for some plant species the concentrations of a substance do not cause serious external changes and signs of poisoning, for other plants they can lead to poisoning and morphological changes.

**Keywords:** bioindication; air pollution; vegetation; chemical industry; environment.

**Введение.** Актуальность темы заключается в том, что в настоящее время химическая промышленность отличается многообразием выпускаемой продукции, применяемых технологий и видами сырья. Это предопределило наличие широкого спектра загрязняющих веществ в техногенных выбросах в атмосферу.

От загрязнения воздуха страдают практически все представители биоты экосистем, но наиболее чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха растения. Их реакции на загрязнение среды проявляются в морфологических отклонениях от нормы: в изменении формы тела, окраски, развитии некрозов. Данные отклонения имеют индикаторные свойства, и по этой причине их можно использовать в качестве тест-функций для оценки состояния компонентов окружающей среды в зоне действия промышленных объектов [1].

**Материалы и методы.** Для оценки воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ в зоне действия Гомельского химического завода в качестве объекта исследования были выбраны четыре вида древесных растений: осина дрожащая, береза повислая, дуб черешчатый и ясень обыкновенный. Предметом изучения были характерные изменения листьев всех перечисленных растений. В ходе исследования использовались методы биоиндикации.

**Результаты.** К индикаторным признакам поражения загрязняющими веществами листьев березы повислой относятся: пожелтения участков листьев, покраснение верхушки листа, а также межжилковые и краевые некрозы. Эти признаки указывали на то, что в месте произрастания березы в атмосферном воздухе количество сернистого газа и хлоридов превышало предельно-допустимые концентрации в атмосферном воздухе.

В результате наблюдений за листьями дуба черешчатого, произрастающего в зоне влияния Гомельского химического завода, было установлено, что они в результате повышенного загрязнения атмосферного воздуха темнеют и приобретают серебристый оттенок. Постепенно на листьях появляются обесцвеченные участки разных размеров, которые по мере отмирания тканей крошатся и образуют отверстия. У листьев дуба встречались пятна красноватого оттенка и побледнение листьев, что характерно и свидетельствует о длительном воздействии хлора.

В кроне осины у листьев установлены межжилковые некрозы, которые можно отнести к индикаторным признакам воздействия оксидов серы. Поражающее действие хлоридов проявляется в виде краевых некрозов на листьях, а также в виде верхушечных некрозов, которые характерны при воздействии на растения фтористых соединений и оксидов серы. О повреждающем воздействии хлоридов свидетельствует появление пятен красноватого оттенка.

Из всех деревьев у листьев ясеня наблюдались наиболее слабые повреждения. К их числу следует отнести лишь небольшие точечные некрозы, а также бледно-желтый оттенок листовых краёв. Это свидетельствовало о некотором влиянии на растения оксидов серы.

Для первых трех видов растений в процессе исследования были установлены наиболее характерные морфологические изменения, что позволило сделать вывод о повышенных концентрациях вышеуказанных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Так, пожелтение



участков листьев березы и краевые некрозы свидетельствуют о воздействии на растение в избытке хлоридов, выделяющихся в атмосферный воздух в зоне Гомельского химического завода. Появление различного рода пятен и красноватого оттенка, а также побеление листьев дуба говорит о том, что растение подвержено воздействию хлора и хлористых соединений, содержание которых превышает предельно-допустимые концентрации в атмосферном воздухе. Наличие межжилковых некрозов у листьев осины следует отнести на реакцию растения на оксиды серы, а появление верхушечных некрозов характерно при воздействии на растения фтористого водорода. Было установлено, что поражающее воздействие хлоридов проявляется в побледнении листьев и в появлении пятен, а появление точечных некрозов и бледно-желтого оттенка у листьев ясеня свидетельствует о влиянии на растения оксидов серы.

**Выводы.** В результате проведенного исследования методом биоиндикации по характерным индикаторным признакам было установлено неблагоприятное воздействие Гомельского химического завода на окружающую среду. Было показано, что если для одних видов растений концентрации одного вещества не вызывают серьезных внешних изменений и признаков отравления, то для других растений поступление этого же вещества приводит к отравлению и морфологическим изменениям.

**Работа рекомендована:** Карпенко А. Ф., д.с.-х.н., доцент.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Осипенко Г. Л. Биомониторинг и биоиндикация: практическое руководство. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – С. 15.

**Краткая информация об авторе:**

**Сусло Екатерина Вадимовна**, магистрант кафедры экологии.

**Специализация:** геоэкология.

E-mail: Candy96@list.ru

**Suslo E. V.**, graduate student of the Department of Ecology.

**Specialization:** geoecology.

E-mail: Candy96@list.ru

УДК 574.24

**Ташлиева И. И.\***, **Гладков Е. А.**

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ИОНОВ МЕДИ ДЛЯ РАЙГРАСА МНОГОЛЕТНЕГО**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт Физиологии Растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук  
Россия, 127276, Москва, ул. Ботаническая, д. 35**

\*E-mail: ii\_tash@mail.ru

Газон является важным элементом в озеленении городских территорий. Однако большинство растений, входящих в состав травосмесей, чувствительны к загрязнению почвенного покрова поллютантами, что сказывается на их декоративных качествах, снижается плотность

травостоя. В данной работе оценена фитотоксичность ионов меди на райграс многолетний *Lolium perenne* L. Показана высокая чувствительность проростков райграса в водных и почвенных условиях. Угнетение высоты побегов и корней происходило уже при концентрациях 20–30 мг/л в водных опытах, а при концентрации 50 мг/л корни не образовывались. Результаты эксперимента показывают, что райграс многолетний возможно использовать на участках с невысокой техногенной нагрузкой.

**Ключевые слова:** райграс многолетний; *Lolium*; газон; токсичность; медь.

**Tashlieva I. I. \*, Gladkov E. A.**

#### **DETERMINATION OF TOXICITY OF COPPER IONS FOR *LOLIUM PERENNE* L.**

**K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS  
Russia, 127276, Moscow, Botanicheskaya str., 35  
\*E-mail: ii\_tash@mail.ru**

Lawn is an important element in the greening of urban areas. However, most plants included in the composition of grass mixtures are sensitive to contamination of the soil cover by pollutants. In this paper, the phytotoxicity of copper ions for *Lolium perenne* L. is estimated. High sensitivity of *L. perenne* sprouts to copper in water and soil conditions is shown. The suppression of the height of shoots and roots occurred already at copper concentrations of 20–30 mg/l in the water experiments, and at a concentration of 50 mg/l no roots were formed. The results of the experiment show that *L. perenne* can be used in areas with low levels of copper contamination.

**Keywords:** *L. perenne*; *Lolium*; grass; toxicity; copper.

Использование газонов в озеленении городских территорий играет важную архитектурно-художественную и санитарно-гигиеническую роль. Согласно некоторым данным, газон в общей структуре зеленых насаждений может занимать более 50% площади; в озеленении парков и садов — 40–60%, а при создании игровых площадок и стадионов — 80–90% всего земельного участка [4]. В городском озеленении чаще всего встречаются обыкновенные садово-парковые газоны, их культивируют в парках, на бульварах, при озеленении улиц и дворовых территорий.

Обыкновенный газон отличается декоративностью, долголетием, устойчивостью к частым стрижкам. Для таких газонов необходимы травостои, образующие прочную дернину, которая противостоит механическим повреждениям и другим неблагоприятным факторам окружающей среды [3].

К негативным факторам для обыкновенных газонов относят загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, особенно это актуально при формировании газона вдоль улиц и бульваров с высокой интенсивностью движения автотранспорта. Сильное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами негативно влияет на декоративность, продуктивность побегообразования, плотность травостоя [1]. В результате действия тяжелых металлов может происходить выпадение наиболее чувствительных видов.

Райграс многолетний (*Lolium perenne* L.) является популярной злаковой культурой, используемой в газонных смесях различного назначения, например, для озеленения придомовых территорий, спортивных газонов [8]. Широкое распространение райграс получил благодаря интенсивности роста, способности формировать густой травостой в первый год после посева, устойчивости к скашиванию.

Однако распространение райграса многолетнего в городских экосистемах могут ограничивать тяжелые металлы, среди которых медь, обладающая высоким уровнем фитотоксичности и являющаяся одним из приоритетных загрязнителей [5].

Цель работы: оценка устойчивости райграса пастбищного к действию повышенных концентраций ионов меди.

Объект исследования: райграс многолетний (*Lolium perenne* L.).

**Материалы и методы.** Для определения влияния ионов меди семена райграса многолетнего проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной растворами  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в концентрациях 20, 30, 50 мг/л в пересчете на содержание металла. Культивировали при дневной температуре 23–25 °С и ночной 18–20 °С в камере фитотрон, продолжительность фотопериода составляла 12 часов при интенсивности освещения 350 мкмоль/м<sup>2</sup>с. Измерения высоты проростков и длины корней проводились мерной линейкой на 14 сутки. Каждый вариант опыта проводился в 5-кратной повторности. В качестве контрольной среды использовали водопроводную воду.

Для оценки фитотоксичности меди в почвенных условиях семена райграса проращивали в сосудах объемом 200 мл с добавлением раствора  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в концентрациях 20, 30, 50 мг/кг в пересчете на содержание металла.

На 14 сутки после появления всходов оценивали характер развития проростков, измеряли высоту побега. Каждый вариант опыта проводили в 4-кратной повторности.

В почве растения выращивали в теплице с естественным освещением при температуре 20–25 °С.

**Результаты исследований.** Ежегодное увеличение концентрации тяжелых металлов в окружающей среде становится важным фактором при принятии решения об озеленении территорий и выборе толерантных к загрязнению растений. Например, ранее была описана высокая чувствительность некоторых злаковых трав к цинку: у *Setaria viridis* L. при добавлении 40 мг/л цинка происходило снижение накопления биомассы корня [6], а у *Festuca rubra* L. к концентрациям 15 и 30 мг/л цинка [2].

Результаты по оценке влияния ионов меди на райграс многолетний показали, что газонная трава неустойчива к повышенным концентрациям этого токсиканта (рис. 1). В опытах в водных растворах, высота побегов при концентрации 20 мг/л составляла 79,3%, а длина корней 26,3%, по сравнению с контрольными вариантами. Состояние проростков при концентрации ионов меди 50 мг/л значительно отличалось от контроля и вариантов при концентрации 20 и 30 мг/л. Наблюдалось отсутствие корней, скручивание и бледно-зеленый цвет побегов.

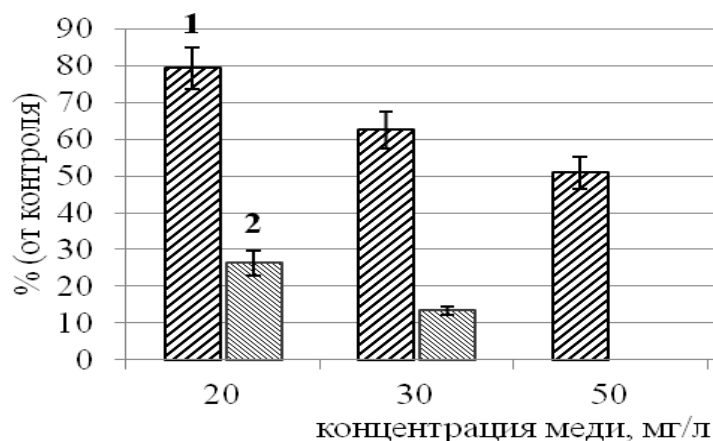


Рис. 1. Влияние меди на высоту побегов (1) и длину корней (2) райграса многолетнего в водном растворе через 14 суток от начала опыта

Ростовые показатели контрольных растений (мм):

высота проростков —  $45,8 \pm 6,8$ ; длина корней —  $46,1 \pm 5,6$ .

В почвенном опыте при содержании меди 30 мг/кг существенного влияния этого тяжелого металла не наблюдалось. Очень сильное отставание в росте и замедление прорастания проявлялось при концентрации 50 мг/кг (ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), составляющей 55 мг/кг меди и ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) — 132 мг/кг (рН КС1>5,5)) и составляло 43,1% от контроля.

Исходя из полученных результатов, показана высокая чувствительность райграса многолетнего к действию ионов меди. Данную декоративную культуру возможно использовать в местах невысокой техногенной нагрузки (парках, скверах, на придомовых территориях) городских экосистем. Для повышения устойчивости декоративных растений и увеличения ассортимента видов в озеленении можно использовать биотехнологические методы селекции [7].

\*Примечание. Часть работы была выполнена в Московском государственном университете инженерной экологии, который на данный момент реорганизован.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gladkov E. A., Dolgikh Y. I., Gladkova O. V. Increasing ecological valence plants to lead / Ecology, Environment and Conservation. – 2016. – № 1. – P. 443–446.
2. Sumeonidis L. Tolerance of Festuca rubra L. to zinc in relation ti mycorrhizal infection // Biol. Metals. – 1990. – V.3. – P. 204–207.
3. Анищенко И. Е., Голованов Я. М., Абрамов Л. М. Вопросы оптимизации растительности газонов в населенных пунктах Предуралья республики Башкортостан // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 5. – С. 50–52.
4. Головач А. Г. Газоны, их устройство и содержание. – Москва: Сельхозиздат, 1955. – С. 336.
5. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2017 году» / Под ред. А. О. Кульбачевского. – М.: ДПиООС, 2018. – С. 358.

6. Казнина Н. М., Титов А. Ф., Лайдинен Г. Ф., Таланов А. В. Устойчивость щетинника зеленого к повышенным концентрациям цинка // Известия РАН. Серия биологическая. – 2009. – № 6. – С. 677–684.
7. Литвинова И. И., Гладков Е. А. Введение в культуру клеток растений, используемых в качестве кормовых, лекарственных и декоративных, для получения стрессоустойчивых форм // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 4. – С. 94–99.
8. Лоскутов Н. Г., Волошин В. А. Урожайность семян райграса пастбищного при разных нормах высева и способах посева в Предуралье // Научно-практический журнал Пермский Аграрный Вестник. – 2016. – № 2(14). – С. 61–66.

**Краткая информация об авторах:**

**Ташлиева Илина Игоревна**, научный сотрудник лаборатории биологии культивируемых клеток Института физиологии растений Российской академии наук.

**Специализация:** городская экология, общая экология, биотехнология растений.

E-mail: ii\_tash@mail.ru

**Tashlieva I. I.**, Research of Laboratory biology of cultured cells, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS.

**Specialization:** urban ecology, general ecology, plant biotechnology.

E-mail: ii\_tash@mail.ru

**Гладков Евгений Александрович**, к.б.н.

Старший научный сотрудник группы специализированного метаболизма корней Института физиологии растений Российской академии наук, доцент кафедры нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий (НБИК), Московский физико-технический институт (государственный университет).

**Специализация:** городская экология, общая экология, биотехнология растений, экологическая журналистика.

E-mail: gladkovu@mail.ru

**Gladkov E. A.**, PhD in Biological Sciences.

Senior researcher of group of specialized root metabolism, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, Associate Professor of the Department of Nano-, Bio-, Info- and Cognitive Technologies, Moscow Institute of Physics and Technology (State University).

**Specialization:** general ecology, urban ecology, plant biotechnology, environmental journalism.

E-mail: gladkovu@mail.ru

УДК 504.05

**Тюрикова Е. П.\***, Кустикова М. А.

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БИОИНДИКАЦИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»**

**Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49**

\*E-mail: kt.net@yandex.ru

Статья посвящена вопросам применения биоиндикации в экологическом мониторинге. В работе проанализированы возможности использования оптических методов анализа

биоиндикаторов. Также проведены исследования с использованием методов флуоресцентной микроскопии, 3D-сканирования и поляризационных параметров.

**Ключевые слова:** антропогенное влияние; биоиндикация; флуоресцентная микроскопия; поляризация; поляризационные параметры.

**Тyurikova E. P. \*, Kustikova M. A.**

## **STUDYING THE POSSIBILITIES FOR BIOINDICATION WITH THE USE OF OPTICAL METHODS**

**Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
Russia, 197101, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49**

\*E-mail: kt.net@yandex.ru

The article is devoted to the issues of ecological monitoring and application of bioindication. The possibilities of using optical methods for analyzing bioindicators are examined. Studies with the use of fluorescence microscopy, 3D scanning and polarization parameters are presented.

**Keywords:** anthropogenic influence; bioindication; fluorescence microscopy; polarization; polarization parameters.

**Введение.** Важнейшим вызовом нашего века на сегодняшний день является сохранение и улучшение окружающей среды. Одним из первых источников информации об изменении состояния окружающей среды могут быть представители растительного мира.

**Целью работы** является исследование методов мониторинга окружающей среды при помощи оптических методов.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ современных литературных источников о проблемах экологического мониторинга с применением биоиндикации.
2. Исследовать возможности использования оптических методов для конкретных случаев мониторинга.
3. Разработать методику оценки состояния природных объектов бесконтактными методами.
4. Провести экспериментальные исследования.

**Материалы и методы.** В качестве биомаркеров использовались растительные клетки. Были применены методы визуальной оценки биомаркеров (метод трехмерного сканирования); методы исследования изменения поляризационной структуры излучения после отражения от биомаркера и метод конфокальной сканирующей микроскопии вместе с флуоресцентной микроскопией.

При исследованиях с применением биомаркеров, таких как растительные клетки, необходимо проводить измерения быстро и желательным бесконтактным способом, чтобы не повредить или деформировать образец. Существует огромное количество бесконтактных

способов изучения физико-химических свойств биоструктур, в основном оптических. Был проведен анализ достоинств и недостатков каждого способа [1–4].

Для разработки методики экологического мониторинга были выбраны 3 вида оптических методов исследования образцов. Каждый из них позволяет получить значительное количество информации. Установки для изучения параметров объекта могут варьироваться в размере и видоизменяться в зависимости от конечной цели.

**Результаты.** В ходе выполнения проекта была выполнена разработка нового метода исследования окружающей среды, основываясь на данных, которые можно получить от таких биомаркеров, как растительные клетки наиболее распространенных и наиболее чувствительных к изменениям видов. Результаты данного исследования легли в основу методики для получения результатов с применением оптических методов.

**Вывод.** В результате разработанной методики получены данные об изменениях, происходящих в биомаркерах. Полученные данные позволяют отобразить большой объем информации об изучаемом объекте. И с дополнительными возможностями трехмерного исследования образцов открывается широкий спектр измерений для экологического мониторинга.

**Работа рекомендована:** к.т.н. Кустиковой Мариной Александровной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Stephen W. Paddock. Confocal Laser Scanning Microscopy/ BioTechniques, Vol. 27, pp. 992-1004, November 1999 [Электронный ресурс]. – URL: <http://europemc.org/abstract/med/10572648>.
2. Daniel von Wangenheim, Robert Hauschild, Matya 's Fendrych, Vanessa Barone, Eva Benkova, Jir 'i' Friml. Live tracking of moving samples in confocal microscopy for vertically grown roots/ eLIFE, 2017; 6: e26792 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5498147/>.
3. G. Rothmund, E. C. Sattler, R. Kaestle, C. Fischer, C. J. Haas, H. Starz, J. Welzel. Confocal laser scanning microscopy as a new valuable tool in the diagnosis of onychomycosis – comparison of six diagnostic methods / Mycoses, Vol. 56, Iss.1, Jan 2013. – Pp. 47–55 [Электронный ресурс]. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0507.2012.02198.x/full>.
4. V. Meyer, S. S. Saatchi, J. Chave, J. W. Dalling, S. Bohlman, G. A. Fricker, C. Robinson, M. Neumann, and S. Hubbell. Detecting tropical forest biomass dynamics from repeated airborne lidar measurements/ Biogeosciences, Vol. 10. – Pp. 5421–5438, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.biogeosciences.net/10/5421/2013/bg-10-5421-2013.html>.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Тюрикова Екатерина Павловна**, аспирант.

**Специализация:** приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

E-mail: [kt.net@yandex.ru](mailto:kt.net@yandex.ru)

**Tyurikova E. P.**, graduate student.

**Specialization:** instruments and methods for monitoring the environment, substances, materials and products.

E-mail: [kt.net@yandex.ru](mailto:kt.net@yandex.ru)

**Кустикова Марина Александровна**, к.т.н.

**Специализация:** климатические изменения, охрана окружающей среды, техносферная и экологическая безопасность, физика атмосферы, физико-химический анализ объектов окружающей среды, экология, экспресс-анализ состава атмосферы.

E-mail: marinakustikova@mail.ru

**Kustikova M. A.**, PhD in Technical Sciences.

**Specialization:** climate change, environmental protection, technospheric and environmental safety, atmospheric physics, physical and chemical analysis of environmental objects, ecology, express analysis of the atmosphere composition.

E-mail: marinakustikova@mail.ru

УДК 556

**Галиева А. Р. \*, Курлянов Н. А., Кудбанов Т. Г., Абдуллина Э. И.**

**РОЛЬ ОДНОГО ИЗ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ  
НИЖНЕКАМСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ В ИЗМЕНЕНИИ  
ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

**Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5**

\*E-mail: abdullina\_albina94@mail.ru

Функционирование многих промышленных предприятий сопровождается негативными изменениями окружающей среды. В данной статье рассматриваются гидрогеологические особенности территории в естественных (ненарушенных) и природно-техногенных (нарушенных) условиях.

**Ключевые слова:** грунтовые воды; подтопление; природно-техногенные условия; инфильтрационное питание.

**Galieva A. R. \*, Kurlianov N. A., Kudbanov T. G., Abdullina E. I.**

**ROLE OF ONE OF OIL REFINING PLANTS OF THE NIZHNEKAMSK  
INDUSTRIAL ZONE IN THE CHANGE OF THE HYDROGEOECOLOGICAL  
CONDITIONS OF THE TERRITORY**

**Kazan (Volga Region) Federal University**

**Russia, 420008, Kazan, Kremlevskaya str., 4/5**

\*E-mail: abdullina\_albina94@mail.ru

The functioning of many industrial enterprises leads to negative changes in the environment. In this article the hydrogeological features of the territory in natural (undisturbed) and natural-technogenic (disturbed) conditions come under review.

**Keywords:** groundwater; flooding; natural and technogenic conditions; infiltration nutrition.

Важнейшей отраслью Республики Татарстан является нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В Нижнекамском муниципальном районе расположен один из крупнейших в России центров нефтехимической и нефтеперерабатывающей



промышленности. В его состав входят предприятия всероссийского и европейского масштаба, такие как ПАО «Нижекамскшина», ПАО «Нижекамскнефтехим», АО «Нижекамсктехуглерод» и другие. В Нижекамской промышленной зоне сосредоточено 23% производимой в Татарстане промышленной продукции, около 30% экспорта.

Общая площадь Нижекамской промышленной зоны составляет около 20 км<sup>2</sup>. Промышленная зона находится восточнее г. Нижекамска. В геоморфологическом отношении вся Нижекамская промышленная зона расположена на пологом и высоком водоразделе р. Кама и Зай с его притоком р. Зыча. Особенности геологической среды района во многом определяются его расположением в пределах Волго-Уральской антеклизы Русской платформы, в зоне юго-восточного склона Северо-Татарского свода [1]. Геологическое строение района определяется многопорядковым циклическим субгоризонтальным переслаиванием терригенных и карбонатных пород уржумского и казанского ярусов средней перми. Эти отложения в междуречных областях перекрыты маломощным (до 5–20 м) чехлом четвертичных элювиально-делювиальных образований, представленных преимущественно суглинками, а в районах речных долин они несогласно перекрываются аллювиальными песчано-глинистыми породами четвертичного и плиоцен-четвертичного возраста, мощность которых может варьировать в широких пределах при максимальном значении 210 м.

По схеме гидрогеологического районирования И. К. Зайцева (1986 г.) рассматриваемый район расположен в пределах Волго-Уральского артезианского бассейна, в области достаточного увлажнения [2]. Основной объем подземных вод в верхней части гидрогеосферы района представлен межпластовыми субнапорными водами, которые формируют здесь типичные междуречные потоки, в современных и палео- (плиоценовых) речных долинах возможно формирование подземных долинных потоков [3]. Согласно гидростратиграфическому принципу подземные воды относят к ряду водоносных горизонтов и комплексов (уржумский, верхнеказанский, нижеказанский, шешминский), в большинстве случаев гидравлически связанных перетеканием (межпластовым взаимодействием по схеме А. Н. Мятлева). Области питания этих подземных вод являются водоразделы и их склоны, а разгрузки — нижние части склонов и речные долины.

Водообильность гидрогеологического разреза и особенности состава подземных вод определяются многими факторами, важнейшими из которых являются тип и пространственное расположение (глубина залегания, положение относительно основных элементов рельефа и тектоно-седиментационных структур) водовмещающих пород. В целом максимальными ресурсами питьевых подземных вод характеризуются водоносные нижеказанский и шешминский комплексы (последний в случае близповерхностного залегания), дебиты источников которых могут достигать 5–8 л/с и, иногда более; а удельные дебиты скважин — 3–5 л/с\*м. Хозяйственно-питьевое водоснабжение основной части населенных пунктов района расположения исследуемого участка осуществляется за счет перехвата подземного стока именно этих гидрогеологических подразделений.

В ненарушенных (природных) условиях на рассматриваемой территории отмечалась заросшая лесом пологая водораздельная поверхность с абсолютными отметками 182–205 м, с уклоном 0,018 в восточном направлении. Зеркало грунтовых вод по данным 2001–2005 гг. находилось на отметках 178–200 м. Глубины залегания грунтовых вод в меженные периоды — (1,5–2,0) – (7,0–7,5) м, преобладающие значения — 3–6 м. Питание грунтовых вод в естественных условиях было исключительно атмосферным (инфильтрационное и конденсационное питание). Разгрузка происходила плановой фильтрацией, эвапотранспирацией и нисходящим перетеканием.

В настоящее время промплощадка характеризуется абсолютными отметками 190–200 м. Она ступенями снижается в восточном и южном направлениях. С поверхности практически повсеместно развиты слабопроницаемые насыпные грунты, основой которых являются первичные элювиально-делювиальные суглинки. В западной части площадки мощность этих грунтов не превышает двух метров, а в восточной части она увеличивается до 10–12 м, при преобладающих значениях 3–6 м. В настоящее время глубины залегания уровня грунтовых вод варьируют в пределах 0,5–9,5 м (по данным на 23 августа 2017 г.), преобладающие их значения 1,5–3,5 м.

Подъём уровня грунтовых вод на промплощадке связан в первую очередь с усилением их инфильтрационного питания, к которому добавляется преимущественное сложение верхней части разреза слабопроницаемыми суглинистыми грунтами. Усиление питания на первых этапах функционирования промплощадки было связано с вырубкой леса (уменьшение эвапотранспирации), планировкой территории (ликвидация поверхностного стока) и длительным существованием отдельных строительных котлованов и канав. Впоследствии за счет подъёма уровня усилилось испарение, которое вероятно компенсировало былую эвапотранспирацию, но нормально функционирующий поверхностный сток до сих пор не организован. Кроме этого, добавочным питанием являются и утечки используемых в производственном цикле технических, а также сточных вод. Доказательством таких утечек служит трансформация гидрогеохимического поля первого от поверхности водоносного горизонта. В настоящее время преобладающие значения минерализации и общей жёсткости грунтовых вод составляют соответственно 0,5–1,0 г/дм<sup>3</sup> и 7–14 ммоль/дм<sup>3</sup> (при отдельных “всплесках” минерализации 4,33 г/дм<sup>3</sup> и жёсткости 83,6 ммоль/дм<sup>3</sup>), перманганатная окисляемость может достигать — 1,3–33,6 мг О/л, концентрации гидрокарбонатов могут достигать 2,5 г/л. Преобладающие же значения минерализации и жёсткости грунтовых вод в ненарушенных (природных) условиях составляли 0,3–0,6 г/дм<sup>3</sup> и 4–8 ммоль/дм<sup>3</sup>, доминирующие концентрации гидрокарбонатов более 400–500 мг/л. Отличительной чертой Нижнекамской промышленной зоны является высокая буферность её геологической среды, что определяет незначительные масштабы распространения загрязнения подземных вод [4, 5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Войтович Е. Д., Гатиятуллин Н. С. Тектоника Татарстана. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1998. – 140 с.

2. Всеволожский В. А. Основы гидрогеологии. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., МГУ, 2007. – 448 с.
3. Мусин Р. Х., Калкаманова З. Г. Формирование состава подземных вод в верхней части гидролитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 18–22.
4. Мусин Р. Х., Курлянов Н. А., Калкаманова З. Г. О буферных свойствах подземной гидросферы в районах полигонов промышленных отходов // Сергеевские чтения. Инженерная геология и геоэкология. Фундаментальные проблемы и прикладные задачи. Вып. 18. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (24–25 марта 2016 г.). – М.: РУДН, 2016. – С. 520–525.
5. Мусин Р. Х., Мусина Р. З. О влиянии на гидролитосферу полигонов захоронения промышленных отходов // Недропользование XXI век. – 2014. – № 1 (45). – С. 84–87.

**Краткая информация об авторах:**

**Галиева Альбина Руслановна**, аспирант.

**Специализация:** комплексирование методов гидрогеохимических исследований при проведении геоэкологических исследований.

E-mail: abdullina\_albina94@mail.ru

**Galieva A. R.**, post-graduate student.

**Specialization:** integration of hydrogeochemical research methods in geoeological studies.

E-mail: abdullina\_albina94@mail.ru

**Курлянов Никита Андреевич**, ассистент.

**Специализация:** комплексирование методов гидрогеохимических исследований при проведении геоэкологических исследований.

E-mail: nikitakurlyanov@gmail.com

**Kurlianov N. A.**, assistant Lecturer.

**Specialization:** integration of hydrogeochemical research methods in geoeological studies.

E-mail: nikitakurlyanov@gmail.com

**Кудбанов Тимур Гумарович**, аспирант.

**Специализация:** внедрение методов органической гидрогеохимии в комплекс современных геоэкологических исследований.

E-mail: ferrum828@gmail.com

**Kudbanov T. G.**, post-graduate student.

**Specialization:** implementation of organic hydrogeochemistry methods in the complex of modern geoeological studies.

E-mail: ferrum828@gmail.com

**Абдуллина Эльвира Ильдусовна**, инженер отдела охраны окружающей среды АО «ТАНЕКО».

**Специализация:** внедрение в практику геоэкологических исследований математических методов обработки первичной информации.

**Abdullina E. I.**, engineer of the Department of Environmental Protection JSC TANECO.

**Specialization:** introduction of mathematical methods of primary information processing into the practice of geoeological research.

## ЧАСТЬ 2. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

УДК 628.543.665

Латыпова А. Ш., Алексеева А. А.\*

### ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Россия, 420015, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68  
\*E-mail: annank90@mail.ru

В работе рассмотрены перспективные сорбционные материалы на основе растительных отходов для удаления нефти с поверхности воды. Показано, что отходы сельскохозяйственного комплекса (плодовые оболочки зерен овса) и листовой опад деревьев (березы, смешанный: березы — 35%, тополя — 31%, липы — 10%, клена — 10%, прочих видов деревьев — 14%) позволяют, с высокой степенью эффективности, удалять нефть с поверхности воды, образующуюся в результате аварийных разливов.

**Ключевые слова:** нефть; сорбционный материал; ликвидация аварийных разливов.

Latypova A. Sh., Alekseeva A. A.\*

### LIGNOCELLULOSE-CONTAINING SORBENTS FOR OIL SPILL RESPONSE

Kazan National Research Technological University  
Russia, 420015, Kazan, Karl Marx str., 68  
\*E-mail: annank90@mail.ru

The paper considers sorption materials based on plant waste, promising for oil removal from the water surface. It was shown that the waste from agricultural complex (fruit shells of oats) and leaf litter of trees (birch, mixed: birch — 35%, poplar — 31%, linden — 10%, maple — 10%, other tree species — 14%) clean accidental oil spills from the water surface with high degree of efficiency.

**Keywords:** oil; sorption material; oil spill response.

Известно, что нефть, нефтепродукты и их производные являются самыми распространенными загрязнителями окружающей среды. В мире насчитывается больше 40 тысяч нефтяных месторождений — потенциальных очагов воздействия на природные геосистемы. Загрязнениями окружающей среды нефтью постоянно сопровождаются процессы переработки, транспортировки и хранения нефти. Ежегодно в мире добывается от 2 до 3 млрд т нефти, согласно данным ОПЕК, из года в год поверхность земного шара загрязняется примерно 30 млн т нефти, между тем прибыль от нефтедобычи и нефтепереработки несоизмерима с негативным влиянием отрасли на состояние окружающей среды [1, 2].

Для сбора нефти на водной поверхности существует множество методов: механический сбор, применение диспергентов, контролируемое сжигание, однако самым распространенным

остается сорбционный метод, так как сочетает невысокую стоимость, эффективность и технологичность. Рынок сорбентов разнообразен и представлен различными материалами, однако, не все материалы экологически безопасны. Большой интерес представляют материалы на основе отходов производства, так как позволяют решать проблему захоронения. В частности, при использовании в качестве сорбционного материала растительных отходов решаются две экологические проблемы: утилизация отходов сельскохозяйственных производств; ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов. В работе представлены исследования сорбционных способностей материалов на основе растительных отходов: смешанный лиственный опад (СЛО), березовый лиственный опад (БЛО) и оболочки зерен овса (ПОЗО).

Листовой опад образуется при осенней уборке городских территорий, а ПОЗО образуются при переработке овса. Спрос на овес ежегодно увеличивается, он используется как кормовая культура, так и сырье для пищевой промышленности. В состав оболочек зерен овса входят: лигнин — 29,16%, пентозаны — 21,18%, С — 42,39%, в небольшом количестве Н — 5,77% и N — 1,93%. Оболочки не представляют пищевой ценности и в ходе переработки удаляются [3]. В отличие от ПОЗО состав листьев деревьев зависит от вида дерева, места его произрастания, в среднем количество лигнина в листьях находится в пределах 29,5–34,2%, целлюлозы 20,2–27,8%, пентозанов 11,2–17,9% (в пересчете на сухой остаток).

Для изучения возможности использования в качестве сорбента СЛО, БЛО и ПОЗО определили основные показатели сорбционных материалов, представленных в таблице 1 [4].

*Таблица 1*

Показатели сорбционных материалов

| Показатель   | СЛО   | БЛО   | ПОЗО  |
|--|-------|-------|-------|
| Влажность, %   | 10,11 | 9,98  | 8,34  |
| Зольность, %   | 0,21  | 0,18  | 1,43  |
| Плавуемость, %   | 59,70 | 57,50 | 15,25 |
| Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>                          | 0,08  | 0,08  | 0,19  |
| Суммарный объем пор по воде, см <sup>3</sup> /г                | 7,58  | 5,34  | 5,58  |
| Сорбционная емкость по йоду (йодное число, см <sup>3</sup> /г) | 27,80 | 24,13 | 3,52  |

В качестве сорбата использовалась нефть девонского отложения Тумутукского месторождения (Республика Татарстан), плотность которой составляла 0,869 г/см<sup>3</sup>.

Сорбционная способность сорбентов во многом зависит от количества и размера пор. Определенная нами сорбционная емкость по йоду, характеризующая количество микропор размером ~ 1,0 нм, показала, что наибольшей величиной сорбционной емкости по йоду обладает СЛО, наименьшей — ПОЗО. Данное обстоятельство свидетельствует об образовании на поверхности последнего пор с другими размерами, то есть полипористых структур.

Емкость поглощения нефти (нефтеемкость) является одной из важнейших характеристик нефтяных сорбционных материалов [5].

В связи с этим первоначально определили значения максимальной сорбционной емкости вышеназванных сорбционных материалов. Для этого в 7 чашек Петри наливалось по  $35 \text{ см}^3$  девонской нефти, далее опускалась навеска сорбционного материала массой 1 г в латунной сетке, которые выдерживались 1, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 мин. По окончании указанных промежутков времени насыщенный нефтью образец взвешивался на лабораторных весах, и определялась масса сорбированной нефти. По полученным данным строились графики зависимости, которые приведены на рисунке 1.

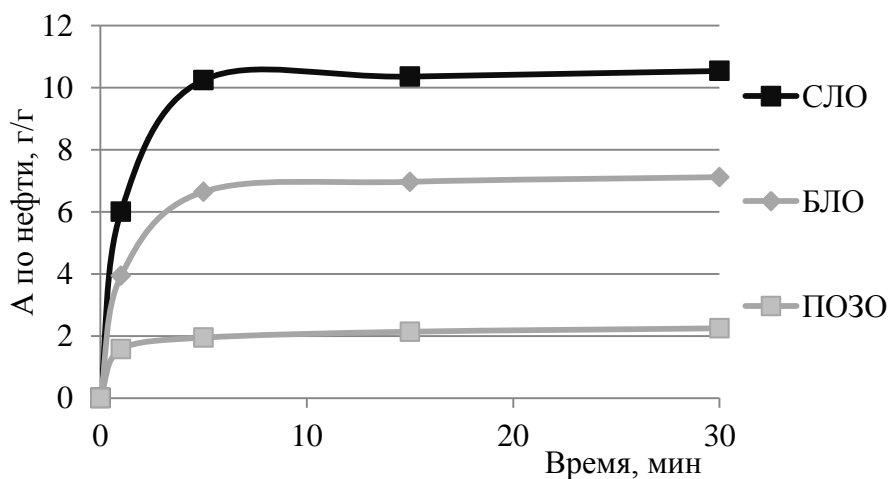


Рис. 1. Зависимость нефтеемкости сорбционных материалов от времени

По графикам зависимостей, очевидно, что основная масса нефти сорбируется в первые 5 минут контактирования сорбционных материалов с сорбатом. Дальнейшее увеличение времени взаимодействия не приводит к сколь-либо значимому изменению искомого параметра. Максимальную нефтеемкость из представленных образцов имеет СЛО благодаря развитой пористой структуре.

Нефть, которая может находиться в воде в эмульгированном и растворенном виде, также образует на поверхности воды плавающий слой. При нанесении сорбционного материала на поверхность происходит поглощение поверхностью сорбционного материала как нефти, так и воды, что уменьшает нефтеемкость реагента [6].

Следующий этап работы заключался в изучении эффективности удаления нефтяных пленок с водной поверхности. Процесс сорбции проводился в чашках Петри площадью  $150 \text{ см}^2$  с помощью имитации нефтяного загрязнения ( $1 \text{ см}^3$ ) в определенном объеме воды ( $70 \text{ см}^3$ ), сорбционный материал массой 1 г в латунной сетке опускали в воду и выдерживали 1, 3, 5, 10, 15, 20 и 30 мин. Количество остаточного содержания нефти в воде после сорбции определялось методом экстракции [7].

Изменение остаточного содержания нефти в воде от времени представлено на рисунке 2.

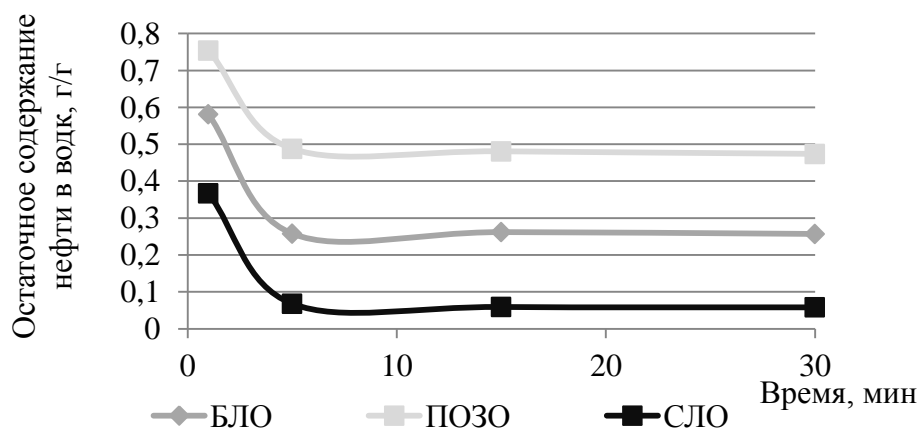


Рис. 2. Зависимость остаточного содержания нефти в воде от времени при использовании сорбентов

При анализе полученных данных можно сказать, что минимальное остаточное содержание нефти в воде у всех сорбционных материалов наблюдается после 5 мин, а максимальное — 15 мин [7].

Проведенные исследования показывают возможность использования БЛО, СЛО и ПОЗО в качестве нефтесорбента для очистки вод. Степень удаления нефти ПОЗО составляет 99,45%, БЛО — 98,79%, СЛО — 99,25%.

Проведенные исследования показывают не только возможность использования растительных отходов в качестве нефтесорбента для очистки вод от нефти, но и высокую эффективность очистки — 99,85%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Марченко Л. А. Исследование возможности сорбционной очистки при ликвидации нефтяных загрязнений / Л. А. Марченко [и др.] // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 84 (10). – С. 23–32.
2. ОПЕК. Годовой статистический бюллетень организации стран-экспортеров нефти 2016. – URL: [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/ASB2016.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/ASB2016.pdf)
3. Макарова Ю. А. Снижение влияния сточных вод химических и нефтехимических предприятий на водные объекты с применением сорбентов на основе модифицированных отходов производства агропромышленного комплекса: автореф. дис. на соис. учен. степ. канд. техн. наук / Макарова Юлия Александровна; ЭТИ (филиал) СГТУ – Казань – 2011. – С. 20.
4. Шайдуллина А. А. Очистка нефтесодержащих вод термообработанными отходами злаковых культур / А. А. Шайдуллина, С. В. Степанова // Журнал Экологии и промышленной безопасности. – 2016. – № 2. – С. 10–12.
5. Использование сорбентов в решении проблемы загрязнения воды. – URL: <http://www.hintfox.com/article/spolzovanie-sorbentov-v-reshenii-problemi-zagrjaznenija-vodi.html> (дата обращения 09.03.2018).

6. Шайхиев И. Г. Исследование удаления нефтяных пленок с водной поверхности плазмообработанными отходами злаковых культур. 1. Лузгой овса / И. Г. Шайхиев [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – Т. 14, № 12. – С. 110–117.
7. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье. М.: Химия, 1984. – 448 с.

**Краткая информация об авторах:**

**Латыпова Амина Шамильевна**, студент.

**Специализация:** разработка сорбционных материалов на основе растительных отходов.

E-mail: aminimalatipova@mail.ru

**Latypova A. S.**, student.

**Specialization:** development of sorption materials based on plant waste.

E-mail: aminimalatipova@mail.ru

**Алексеева Анна Александровна**, к.т.н.

**Специализация:** разработка сорбционных материалов на основе растительных отходов.

E-mail: annank90@mail.ru

**Alexeeva A. A.**, PhD in Technical Sciences.

**Specialization:** development of sorption materials based on plant waste.

E-mail: annank90@mail.ru

УДК 504.61:556.53(470.23-25)

**Клубов С. М.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ВОЛКОВКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»**

**Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9**

E-mail: klubov\_stepan@mail.ru

В работе проиллюстрирован подход к оценке загрязненности малой реки (на примере р. Волковки), основанный на анализе отчетных материалов водопользователей о гидрохимическом составе водных объектов Санкт-Петербурга. Мониторинг за качеством воды производится водопользователями выше и ниже по течению от выпусков сточных вод. Рассматривается теоретическая возможность расширения сети наблюдений за качеством воды водных объектов города за счет использования данных водопользователей.

**Ключевые слова:** загрязнение малых рек; использование данных производственного экологического контроля для оценки загрязненности водотоков.



**Klubov S. M.**

**APPLICATION OF WATER USERS' MONITORING DATA FOR ASSESSMENT  
OF THE VOLKOVKA RIVER (ST. PETERSBURG) WATER CONTAMINATION RATE**

**St. Petersburg State University**  
**Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9**  
E-mail: klubov\_stepan@mail.ru

The paper illustrates an approach to assessment of the water contamination rate for small urban rivers as exemplified by the Volkovka River (St. Petersburg). The approach is based on water users' monitoring data. The monitoring is produced above and downstream wastewater discharges. Theoretical possibility of expanding the monitoring network for St. Petersburg water objects by means of water users' data is considered.

**Keywords:** pollution of small rivers; use of industrial environmental control data for assessment of watercourse contamination.

**Введение.** В Санкт-Петербурге мониторинг качества воды городских водотоков выполняет Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ СЗУГМС). Учреждение имеет 22 станции мониторинга на 15 водотоках города [5]. Однако, сеть станций мониторинга ФГБУ СЗУГМС за водными объектами города охватывает около 25% водотоков. Большинство рек Санкт-Петербурга являются малыми [4].

Входящие в системы крупных рек малые реки существенно влияют на их гидрохимический состав. Поэтому очень важна оценка степени загрязнения малых рек.

Река Волковка является малой рекой, протекающей на юге Санкт-Петербурга. В качестве объекта исследования она была выбрана потому, что её водосборный бассейн включает сельскохозяйственные угодья, пустыри, зоны промышленных предприятий, районы многоэтажной жилой застройки, зоны зелёных насаждений, кладбища. Исток реки Волковки расположен в районе Пулковских высот. Далее река протекает между полями овощеводческого производственного кооператива «Шушары», пересекает Московское шоссе, Витебский проспект, железную дорогу витебского направления. Южнее Балканской площади естественное русло Волковки заканчивается, и далее вплоть до Алмазного моста река протекает по искусственному спрямлённому руслу. В некоторых местах здесь река скрыта в подземные коллекторы. От Алмазного моста и до своего впадения в Обводный канал Волковка протекает по сохранившемуся естественному руслу. Волковка имеет 2 притока: реку Пулковку, впадающую в районе пересечения Волковки с Пулковским шоссе, и Волковский канал, впадающий южнее станции метро «Купчино». В свою очередь, в него впадает Шушарский ручей.

На реке Волковке, как и на большинстве малых водотоков Санкт-Петербурга, нет створов мониторинга ФГБУ СЗУГМС [5]. Однако, 8 организаций, в том числе ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», осуществляют около 130 выпусков сточных вод в реку. В соответствии с Водным кодексом РФ, водопользователь обязан проводить ежеквартальные гидрохимические наблюдения

за водным объектом выше и ниже по течению от выпуска сточных вод [2]. На всём протяжении реки Волковки насчитывается 11 створов мониторинга качества воды, осуществляемого водопользователями. Основная цель исследования заключалась в выявлении пространственного распределения степени загрязнённости малой реки (на примере р. Волковки) с использованием данных водопользователей. Для достижения поставленной цели были изучены отчётные документы водопользователей, рассчитаны значения удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды (УКИЗВ) и визуализированы полученные результаты.

**Материалы и методы.** Водопользователь в соответствии со статьей 22 Водного кодекса РФ и решением о предоставлении водного объекта в пользование [2] обязан вести регулярные наблюдения за состоянием водного объекта по программе, согласованной с Невско-Ладожским бассейновым водным управлением (НЛБВУ). Результаты наблюдений должны ежеквартально бесплатно предоставляться НЛБВУ, Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга (далее Комитет по природопользованию) и Северо-Западному территориальному управлению Росрыболовства.

Изучение отчетных документов водопользователей за III, IV квартал 2017 и I квартал 2018 года было выполнено при прохождении производственной практики в Комитете по природопользованию. Отчетные документы содержат информацию о результатах гидрохимических исследований сбрасываемых и речных вод. Мониторинг качества воды реки ведется в 50 метрах выше и ниже по течению от выпусков сточных вод. Отбор проб воды производится в соответствии с ГОСТ 31861-2012 [1], гидрохимический анализ проб должен производиться в аккредитованной лаборатории.

На основании результатов мониторинга гидрохимического состава речной воды водопользователями в соответствии с РД 52.24.643-2002 [3] рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ) Волковки. По значениям УКИЗВ для створов мониторинга построен график динамики степени загрязнённости воды при движении вниз по течению реки (рис. 1). На этом рисунке вертикальными линиями обозначены места выпусков сточных вод.

Около 90% вод реки Волковки по значению УКИЗВ в соответствии с приложением К РД 52.24.643-2002 [3] относятся к 4-му (грязная) классу качества воды (рис. 1). Как видно из рисунка 1, минимальный уровень загрязнения реки отмечается в верхнем течении реки выше выпусков ФКУ «Дирекция по строительству транспортного обхода Санкт-Петербурга» (Кольцевая автодорога). Минимальное значение УКИЗВ, вероятно, связано с невысоким относительно других участков реки уровнем антропогенного воздействия. Рост значения УКИЗВ наблюдается ниже выпусков ФКУ «Кольцевая автодорога».

## Результаты

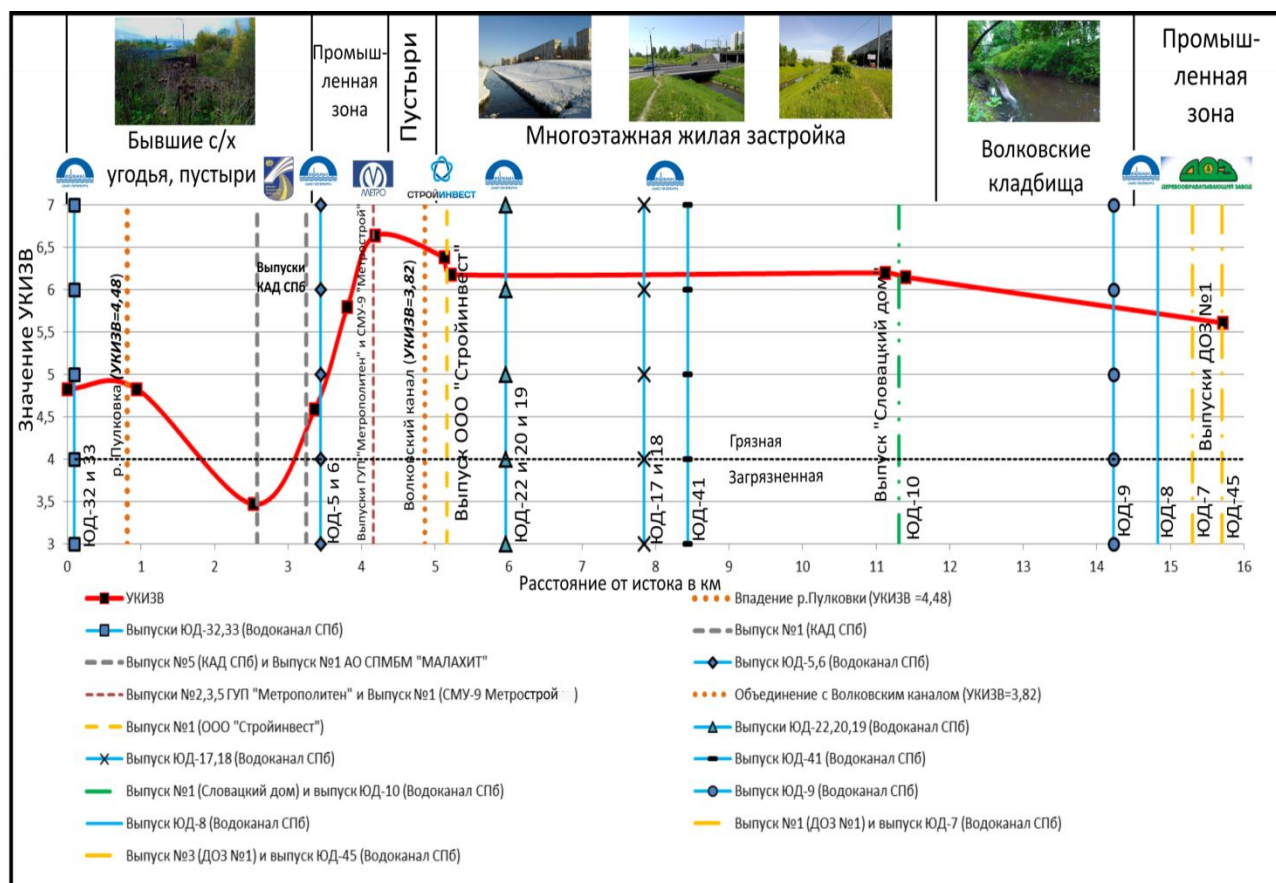


Рис. 1. Пространственная изменчивость загрязненности вод р. Волковки вниз по течению

В районе пересечения реки и Московского шоссе (рис. 1) расположена промышленная зона, где ряд организаций сбрасывают сточные воды со своих территорий. Каждый отдельный выпуск, как например, выпуски ООО «Стройинвест» и «Словацкий дом», не оказывают существенного влияния на качество воды в реке (рис. 1). Однако несколько выпусков в совокупности увеличивают уровень загрязненности реки. Это происходит на участке реки между её пересечением с Кольцевой автодорогой Санкт-Петербурга и Витебским проспектом (рис. 1). Притоки Волковки — Пулковка и Волковский канал не оказывают существенного влияния на уровень её загрязненности, их загрязнённость ниже.

Высокий уровень загрязненности Волковки (4-й класс, разряд «б») — грязная вода в соответствии с приложением К РД 52.24.643-2002 [3]) сохраняется в среднем течении реки. На этом участке расположено несколько выпусков поверхностных дождевых сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» без очистки. Вероятно, высокий уровень загрязненности сохраняется из-за поступления рассеянного загрязненного поверхностного стока из районов многоэтажной жилой застройки.

Почвенно-поверхностные воды и воды ливневой канализации, поступающие с прилегающей к реке территории многоэтажной жилой застройки, как правило, имеют повышенное содержание биогенных элементов, в особенности соединений азота и фосфора в минеральной форме [6]. Разумеется, хозяйственно-бытовые воды поступают в канализацию

и не могут поступать в реку Волковку. Однако, ещё существует загрязнение самой территории мусором, органическими отходами, экскрементами и мочой собак и т.п., что может служить существенным источником биогенных элементов.

О том, что влияние рассеянного загрязненного поверхностного стока из районов многоэтажной жилой застройки является определяющим фактором в формировании гидрохимического состава вод реки Волковки, говорит факт незначительного снижения уровня загрязненности реки в её нижнем течении, где расположены старые Волковские кладбища и нет многоэтажной жилой застройки. И даже при наличии выпусков в реку Волковку в её нижнем течении (рис. 1) значение УКИЗВ снижается по сравнению со значениями УКИЗВ в среднем течении.

**Заключение.** Около 90% речных вод по значению УКИЗВ относятся к 4-му классу — грязные воды. Изучение пространственной динамики загрязненности вод реки Волковки позволяет сделать вывод, что на загрязненность реки влияют два основных фактора: загрязненный почвенно-поверхностный сток из районов многоэтажной жилой застройки и выпуски сточных вод, поступающих в реку от различных организаций.

Данные мониторинга качества воды водопользователями можно использовать и для оценки загрязненности других малых рек Санкт-Петербурга. Создается перспектива расширения сети контроля ФГБУ СЗУГМС за счет включения створов мониторинга водопользователей в единую сеть мониторинга качества воды городских водотоков. Сравнимые между собой оценки степени загрязненности разных водных объектов с использованием показателя УКИЗВ можно получить только при наличии единой программы гидрохимических наблюдений для всех водопользователей водотоков города. В настоящее время такая единая программа отсутствует.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вода. Общие требования к отбору проб: ГОСТ 31861-2012.
2. Водный кодекс РФ: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ.
3. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: Руковод. документ РД 52.24.643-2002 от 03.12.2002.
4. Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 16–30.
5. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2017 году [Текст]: ежегодник / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. – СПб.: Сезам–Принт, 2018. – С. 250–254.
6. Справочник по гидрохимии, под ред. А. М. Никанорова – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – С. 184–197.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Клубов Степан Максимович**, студент 4-го курса образовательной программы бакалавриата по направлению «Экология и природопользование».

**Специализация:** оценка загрязненности малых рек Санкт-Петербурга, гидрохимические исследования.

Email: klubov\_stepan@mail.ru

**Klubov S. M.**, 4th year student of the bachelor's educational program in the direction of "Ecology and environmental management".

**Specialization:** assessment of pollution of small rivers of St. Petersburg, hydrochemical studies.

Email: klubov\_stepan@mail.ru

УДК 627.8/502

**Юрова Ю. Д. \*, Широкова В. А., Хуторова А. О.**

**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС КАК ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ОСЕТР В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ):  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Государственный университет по землеустройству»  
Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, д. 15  
\*E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru**

В данной работе представлены итоги проведения инженерно-экологических изысканий, оценка современного состояния плотины на реке Осётр в Зарайском районе в 2017–2018 гг., прогноз возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения.

**Ключевые слова:** экологическое состояние; антропогенные нагрузки; эксплуатация ГТС; оценка; экологическая безопасность.

**Yurova Y. D. \*, Shirokova V. A., Khutorova A. O.**

**ESTIMATION OF SAFETY OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES  
AS PART OF ENVIRONMENTAL MONITORING OF SMALL RIVERS (ON THE EXAMPLE  
OF THE OSETR RIVER IN MOSCOW REGION): ECOLOGICAL ASPECTS**

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“State University of Land Use Planning”  
Russia, 105064, Moscow, Kazakova str., 15  
\*E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru**

This paper summarizes the results of engineering and environmental surveys, the assessment of the current state of the dam on the Osetr River in the Zaraisk District in 2017–2018, and the forecast of possible changes in the natural environment under the influence of anthropogenic pressure. This pursues the objectives to prevent, minimize or eliminate harmful and undesirable ecological and related social, economic and other consequences and to maintain optimal living conditions for the population.

**Keywords:** ecological state; anthropogenic loads; operation of hydraulic structures; assessment; environmental safety.

В рамках экологического мониторинга было проведено рекогносцировочное обследование гидротехнического сооружения (ГТС) — плотины, в ходе которого определены основные экологические показатели, произведена оценка по радиационному, химическому, санитарно-эпидемиологическому и физическому факторам экологического риска.

Анализ современного состояния проблемы показал, что безопасность гидроузлов, особенно малых, снижается в связи с получением недостоверных исходных данных для оценки экологической обстановки на участке работ: серьезные нарушения правил эксплуатации плотин и водохранилищ, отсутствие или низкая эффективность общественной безопасности, неадекватная оценка максимального затопления, плохая инженерная оценка при строительстве плотины, что предопределяет повышенный интерес к проблеме специалистов, обеспечивающих безопасность, а также с отсутствием у большинства собственников проектной документации, что мешает оценить состояние и безопасность ГТС, установить соответствие обеспеченности расчетных расходов водосбросов классу сооружений [4, 5, 6].

По данным, полученным в администрации Зарайского района и ООО «Рязаньпроект», в 2017 году на плотине р. Осетр в г. Зарайске Московской области был проведен комплекс инженерно-экологических изысканий для капитального ремонта плотины.

Плотина введена в эксплуатацию в 1966 году на месте старой деревянной ряжевой плотины и служит для создания подпора в верхнем бьефе на отметке НПУ 113,50 м в целях создания рекреационных зон в Зарайском районе.

Плотина расположена ниже моста, слив происходит через верх по всей ширине реки. В пределах 250 м ниже по течению от плотины в русле р. Осетр расположен остров и длинный мелкий каменистый пережат. Общая ориентация плотины: с северо-запада на юго-восток. Существующая плотина — переливная, с устроенными ниже ступенями для гашения силы воды. Рельеф левого и правого берегов от плотины преобразован и сформирован в результате проведения строительных работ при устройстве данной плотины.

На левом берегу устроен обводной канал, протяженностью около 180,0 м; и на момент изысканий обводной канал был сухим. По периметру береговой линии прослеживается замачивание пологих участков и последующее их зарастание болотной растительностью (в основном — осока). На участках слива воды обнаружены застрявшие во время половодья стволы деревьев, мешающие нормальному стоку воды.

В настоящее время плотина относится к сооружению IV класса и представляет собой железобетонную секционную конструкцию, разделенную опорами контрфорсного типа (вертикальная конструкция в виде выступающей части стены или вертикального ребра, предназначенная для усиления несущей стены), заполненную смесью грунта и щебня. Напорная грань выполнена из железобетонных плит, замоноличенных со стороны потока. Водобойная часть — сборно-монолитный железобетон, на основании из дубовых свай старой плотины и бутового камня, и согласно ТЗ (техническое задание) в состав гидроузла на реке Осетр в Зарайске входят следующие основные конструктивные элементы: понур из жирного суглинка и монолитного ж/б, нуждается в ремонте; водосливная часть плотины — в виде наклонных железобетонных, монолитных плит,

армированных сеткой из полосовой стали [7]. Плиты опираются и уложены на наклонные железобетонные контрфорсы, которые передают нагрузку на основание сооружения. Крепление из плит местами отсутствует полностью или имеются обрушения, и деформации поверхности водосливной части плотины; водобойная плита — водобойная часть разрушена, отсутствуют рисберма, крепление ямы размыва и откосов отводящего русла; береговые устои — железобетонные.

Реконструкция и эксплуатация ГТС оказывает существенное влияние на окружающую природную среду с последующими положительными или отрицательными эффектами. Результатом является изменение гидрологического режима рек и формирование условий качественного состава воды. Интенсивность процессов образования и таяния льда, испарения и выпадения осадков; антропогенная нагрузка на водоем, уровень санитарной подготовки возможной зоны затопления; характеристика затапливаемого ложа; хозяйственное освоение водохранилища; а также следствие процессов самоочищения, складывающиеся под влиянием притоков, боковой приточности, режимов сброса расходов воды влияют на состояние плотины в целом, и как результат на качество воды р. Осетр.

В целом по результатам рекогносцировочного обследования, можно отметить, что критических нарушений не обнаружено. Проведенный объем исследований соответствует требованиям нормативно-методической литературы и достаточен для оценки сложившейся ситуации.

Радиационная обстановка на исследуемом участке удовлетворительная. Поверхностных радиационных аномалий на береговой линии р. Осетр, в районе плотины, не обнаружено. В результате хозяйственной деятельности человека поверхностная почва и грунты из геологических скважин на исследуемом участке работ не загрязнены солями тяжелых металлов, их концентрации не превышают ПДК. По содержанию нефтепродуктов, степень загрязнения почвогрунтов участка работ можно квалифицировать как «допустимый» уровень загрязнения.

По санитарно-микробиологическим, санитарно-паразитологическим и санитарно-энтомологическим показателям почву можно отнести к категории «чистая» [1].

Результаты гидроэкологических исследований воды р. Осетр свидетельствуют об удовлетворительном ее состоянии. Результаты лабораторных исследований отобранных проб воды сравнивались с нормативами ПДК, установленными приказом Минсельхоза от 13.12.2016 № 552 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного значения». Были обнаружены превышения по ряду показателей: никель (1,5 ПДК р-х), медь (10 ПДКр-х), железо (4,1 ПДКр-х), нефтепродукты (1,06 ПДКр-х) на состояние 2017 г.; взвешенные вещества, органические вещества по БПК<sub>5</sub> (1,7 ПДКр-х), нитрит-ионы (3,63 ПДКр-х), марганец (2,1 ПДКр-х), медь (4,5 ПДКр-х). Содержание других исследуемых показателей не превышает значения ПДК [3].

Полученные результаты свидетельствуют о присутствии техногенного загрязнения поверхностных вод исследуемой территории и являются признаком антропогенной нагрузки в исследуемом районе. В грунтовых водах содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов не превышает ПДК, установленные ГН 2.1.5.1315-03 [2], что свидетельствует об отсутствии сильного

антропогенного и техногенного воздействия в настоящий момент на данный компонент окружающей среды. По индексу загрязнения воды (ИЗВ) вода оценивается как «умеренно загрязненная» (ИЗВ =1,0–2,5) до впадения в Оку и сменяется на «грязную» (ИЗВ =4,0–6,0).

Состояние атмосферного воздуха может быть охарактеризовано как «удовлетворительное». Акустические воздействия на атмосферный воздух на исследуемом участке работ превышают предельно допустимые уровни. Основной вклад в уровень шума вносит шум падающей воды плотины. Измеренные значения напряженности электрического поля и индукции магнитного поля на участке работ не превышают нормативных величин.

За время многолетней эксплуатации надводные и подводные конструкции плотины изнашивались на 70% и более. Для точной оценки и во избежание гидродинамической аварии на гидротехническом сооружении, влекущей за собой значительный ущерб району, необходимо провести его капитальный ремонт без изменения технических характеристик и существующих параметров.

Большое значение для принятия в случае необходимости срочных мер по недопущению нежелательных эффектов или их смягчению имеет организация мониторинга взаимодействия ГТС с окружающей средой. Состав мониторинговых исследований определяется на основании анализа конкретных аспектов влияния ГТС на окружающую природную среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.1.7.1287-03; СанПиН 2.1.7.2197-07 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». Изменения № 1 к СанПиН 2.1.7.1287-03.
2. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
3. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ № 552 от 13.12.2016 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».
4. Моисеев И. С. Опыт проектирования и строительства грунтовых плотин // Гидротехническое строительство. – 2000. – № 8–9. – С. 41–44.
5. Малаханов В. В. Классификация состояний и критерии эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. – 2000. – № 11. – С. 8–14.
6. Ляпичев Ю. П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 222 с.
7. Капитальный ремонт плотины на реке Осетр в г. Зарайск Московской области // Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий / ООО «Рязаньпроект». Рязань, 2017. – Т. 3. – № 17/84 – ИЭИ. – 173 с.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Юрова Юлия Дмитриевна**, студентка 2-го курса магистратуры кафедры почвоведения, экологии и природопользования.



**Специализация:** охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru

**Yurova Y. D.**, 2nd year student of the Master's Degree at the Department of Soil Science, Ecology and Natural Resources.

**Specialization:** environmental protection and rational use of natural resources.

E-mail: Yuliya.yurova.1996@mail.ru

**Широкова Вера Александровна**, д.г.н., профессор.

Профессор кафедры почвоведения, экологии и природопользования ГУЗ; заведующая отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН.

**Специализация:** география, гидрология, метеорология, ландшафтоведение, геоэкология, история гидрологии, гидрохимии, гидрогеологии, гидротехники, океанологии и лимнологии; исторические водные пути.

E-mail: shirocova@gmail.com

**Shirokova V. A.**, Grand PhD in Geographic Sciences, Professor.

Professor at the Department of Soil Science, Ecology and Natural Resources of the State University of Land Use Planning; head of the Department of the History of Earth Sciences of the S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of Russian Academy of Sciences.

**Specialization:** geography, hydrology, meteorology, landscape science, geoecology, history of hydrology, hydrochemistry, hydrogeology, hydraulics, oceanology and limnology; historical waterways.

**Хуторова Алла Олеговна**, к.г.н., доцент.

Заместитель заведующего кафедрой почвоведения, экологии и природопользования, доцент.

**Специализация:** охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

E-mail: hutorova\_alla@mail.ru

**Khutorova A. O.**, PhD in Geographic Sciences, Associate Professor.

Deputy Head of at the Department of Soil Science, Ecology and Natural Resources, Associate Professor.

**Specialization:** environmental protection and rational use of natural resources.

E-mail: hutorova\_alla@mail.ru

УДК 628.3

**Орлов Д. В. \*, Степанова С. В.**

### **АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ФЛОКУЛЯНТ ИЗ ОТХОДОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»**

**Россия, 420015, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68**

\*E-mail: deonisiy.1996@mail.ru

В статье рассмотрена возможность использования щелочных сточных вод, образующихся после натронной варки плодовых оболочек пшеницы, для очистки воды от ионов железа, по сравнению с уже существующими на предприятиях реагентными методами. Также рассматривается взаимодействие ионов железа с функциональными группами лигнина, перешедшими в раствор после натронной варки ПОЗП. Исследуются распределения размеров частиц очищенных модельных вод от ионов железа растворами NaOH и ПОЗП на приборе Horiba LA950.

**Ключевые слова:** модельные воды; реагентная очистка; ионы двухвалентного и трёхвалентного железа; плодовые оболочки злаковых культур; альтернативный реагент.

Orlov D. V. \*, Stepanova S. V.

**AN ALTERNATIVE FLOCCULANT FROM CEREAL WASTE  
FOR REMOVAL OF IRON IONS FROM WATER**

**Kazan National Research Technological University**  
**Russia, 420015, Kazan, Karl Marx str., 68**  
\*E-mail: deonisiy.1996@mail.ru

The article considers the possibility of utilization of alkaline wastewaters resulted from soda pulping of fruit shells of wheat for removal of iron ions from water in comparison with the chemical methods currently applied at enterprises. Also considered is the interaction of the iron ions with the functional groups of lignin, which passed into solution after soda pulping of the fruit shells of wheat. The particle size distribution of the model waters, treated with NaOH solution and fruit shells of wheat to remove iron ions, was examined on a Horiba LA950 instrument.

**Keywords:** model waters; reagent purification; ferrous and ferric ions; fruit shells of cereal crops; alternative reagent.

Среди различного рода поллютантов тяжелые металлы являются предметом повышенного интереса, во-первых, из-за их высокой токсичности для живых организмов, во-вторых, их способности к аккумуляции в живых организмах и, в-третьих, из-за их способности к миграции в пределах природных и социоприродных экосистем.

Главными источниками загрязнения воды соединениями, содержащими тяжелые металлы, являются гальванические производства, предприятия горнорудной, черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы и другие предприятия различных отраслей промышленности. В частности, большие концентрации соединений железа встречаются в шахтных водах, в сточных водах (СВ) травильных цехов, производства солей железа, иногда в СВ цехов крашения тканей и т.д. [1].

Для решения этой проблемы существует много различных методов, один из наиболее распространенных и бюджетных способов является реагентный метод очистки сточных вод. Достоинство реагентного метода — возможность его применения для обезвреживания кислотно-щелочных сточных вод различных объемов с различной концентрацией ионов тяжелых металлов [2].

При введении флокулянта в сточные воды резко ускоряется процесс образования и осаждения хлопьев при коагуляции, увеличивается плотность агрегатов и осадков, расширяется диапазон pH эффективного действия коагулянтов.

Эксперименты проводили на модельных водах раствора  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (с концентрацией ионов  $\text{Fe}^{3+}$  100 мг/л). Используем щелочной реагент, который представляет собой сточные воды, образующиеся при натронной варке плодовых оболочек зерен пшеницы (ПОЗП). Варка щелочного реагента: в плоскодонную колбу на 250 мл приливаем 200 мл 20%-го раствора NaOH и 1 г ПОЗП, и в течение одного часа, перемешиваем на качалке. Отфильтровали полученную целлюлозу, у щелочных сточных вод измерили pH.

Далее в мерный цилиндр добавили 100 мл модельной воды, поставили на мешалку и небольшими порциями добавляли реагент до достижения pH=9,7 (для полного осаждения ионов Fe) и выпадения хлопьев Fe(OH)<sub>2</sub> и Fe(OH)<sub>3</sub> [3].

Дали отстояться, для осаждения хлопьев железа, затем полученные растворы отфильтровали. Измерили массу образующегося осадка, pH, ХПК и концентрацию остаточного железа в фильтрате и занесли результаты в таблицу 1.

Затем провели такой же эксперимент, только в качестве реагента использовали 20%-й раствор NaOH. Полученные данные также внесли в таблицу 1.

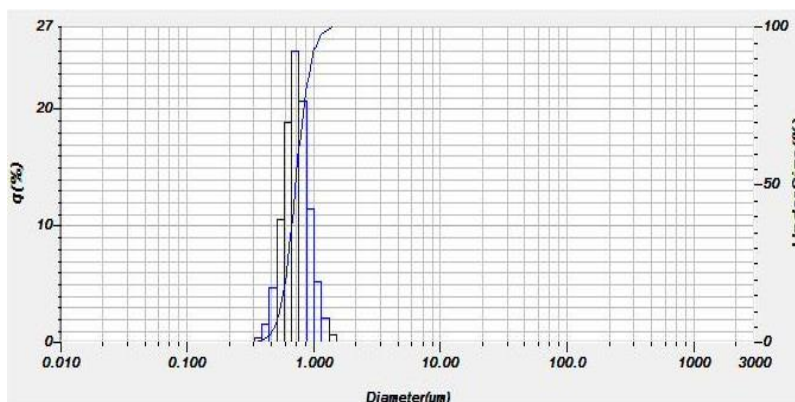
Результаты экспериментов показали, что концентрация ионов железа в очищенной воде имеет практически сходные значения хоть при очистке традиционным реагентом, хоть альтернативным.

Таблица 1

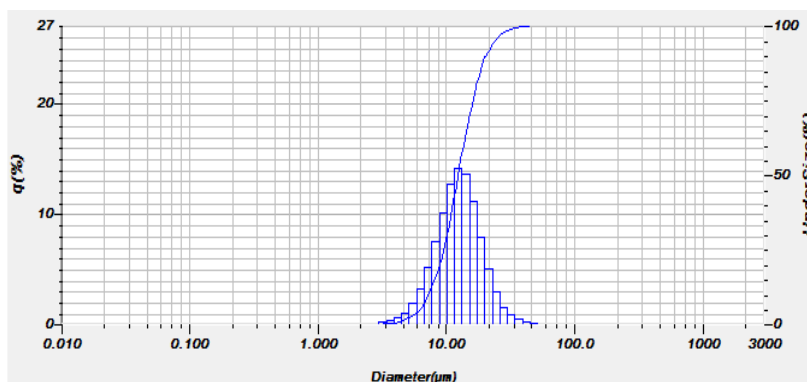
Результаты очистки модельной воды

| Образец   | Объем реагента, мл | Масса осадка, г/л | pH   | ХПК, мг/л | Концентрация остаточного железа, мг/л |
|---|--------------------|-------------------|------|-----------|---------------------------------------|
| Модельная вода  | -                  | -                 | 3,20 | 1,62      | 100,00                                |
| Очищенная вода (щелочным реагентом, полученным из ПОЗП) | 1,6                | 2,5               | 8,34 | 108       | 0,24                                  |
| Очищенная вода (20%-й раствор NaOH)                     | 4,25               | 1,9               | 9,64 | 193,0     | 0,33                                  |

Из таблицы 1 видно, что масса осадка больше при использовании реагента из ПОЗП. Возможно, наличие в составе сточных вод щелочного лигнина и остатков целлюлозы придает альтернативному реагенту свойства флокулянтов. Для проверки свойств флокулянта провели исследования распределения размеров частиц на приборе Horiba LA950. Исследовали размеры частиц очищенных модельных вод от ионов железа растворами NaOH (рис. 1а), альтернативного реагента из ПОЗП (рис. 1б), которое показало увеличение размеров частиц.



а)



б)

Рис. 1. Распределение размеров частиц условно очищенных модельных вод от ионов железа:  
а) раствором NaOH, б) реагентом из ПОЗП

Средний размер частиц, образующихся в результате процесса очистки, при применении раствора NaOH составил 0,72368 мкм, щелочного реагента из ПОЗП — 3,74221 мкм, то есть происходит укрупнение размеров образующихся частиц.

В результате проведенных экспериментов можно сделать вывод, что альтернативный флокулянт, полученный при натронной варке целлюлозы из ПОЗП, можно рекомендовать для очистки вод от ионов железа, по своим свойствам он не уступает традиционным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
2. Алексеенко В. А. Металлы в окружающей среде. Прибрежные аквальные ландшафты Черноморского побережья России [Текст] / Алексеенко В. А., Суворинов А. В., Власова Е. В. – Москва : НИИПМТ, 2012. – 202 с.
3. Штриплинг Л. О. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учебное пособие / Л. О. Штриплинг, Ф. П. Туренко. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Орлов Денис Вадимович**, студент.

**Специализация:** очистка вод от ионов железа реагентными методами.

E-mail: deonisiy.1996@mail.ru

**Orlov D. V.**, student.

**Specialization:** write water purification from iron ions by reagent methods.

E-mail: deonisiy.1996@mail.ru

**Степанова Светлана Владимировна**, к.т.н., доцент.

**Специализация:** очистка вод от ионов металлов и нефтепродуктов реагентными методами.

E-mail: ssvkan@mail.ru

**Stepanova S. V.**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Scientific Supervisor.

**Specialization:** purification of water from metal ions and oil products by reagents methods.

E-mail: ssvkan@mail.ru

**Михайлова С. Е.**

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯРНЫХ СТАНЦИЙ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ  
НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТАЦИОНАР  
«ЛЕДОВАЯ БАЗА «МЫС БАРАНОВА»**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: sveta1mihailova@gmail.com**

В данной статье дана характеристика антропогенного воздействия на водные экосистемы на территории архипелага Северная земля, в районе НИС «Мыс Баранова». В результате проведения гидрохимического анализа проб воды из рек и озера вблизи стационара была дана оценка воздействия на водные экосистемы. В статье представлены результаты ранее не проводившегося на данной территории химического анализа проб воды из рек на содержание нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** Северная Земля; полярная станция; водные экосистемы; антропогенное воздействие; экология; гидрохимия; Арктика.

**Mikhailova S. E.**

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF POLAR STATIONS ON AQUATIC ECOSYSTEMS  
BY THE EXAMPLE OF THE NORTH EARTH, RESEARCH STATION  
"ICE BASE "CAPE BARANOV"**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: sveta1mihailova@gmail.com**

This article describes the anthropogenic impact on aquatic ecosystems in the territory of the Northern Land archipelago, in the area of the research station "Cape Baranov". As a result of the hydrochemical analysis of water samples from rivers and lake near the station, the impact on aquatic ecosystems was assessed. The article presents the results of chemical analysis of the river water samples for the content of petroleum products, which was not previously conducted in this territory.

**Keywords:** Northern Land; polar station; aquatic ecosystems; anthropogenic impact; ecology; hydrochemistry; Arctic.

Актуальность данной работы обусловлена высокой чувствительностью экосистем арктических регионов и особенностью протекания процессов самоочищения водоемов в условиях крайнего севера.

Научно-исследовательский стационар «Мыс Баранова» находится в северной части острова Большевик архипелага Северная земля. В непосредственной близости от базы расположено значительное количество различных водных объектов. Водоснабжение стационара для хозяйственных и питьевых нужд происходит путём водозабора из озера Твёрдое. Поэтому

оценка антропогенного воздействия на данную водную экосистему, а также санитарно-химический мониторинг качества воды [5] являются важной задачей.

В работе представлены результаты проведения гидрохимического анализа проб воды из рек и озера на содержание нефтепродуктов и оценка интегральных показателей содержания органических веществ — БПК<sub>5</sub> и перманганатной окисляемости.

Целью работы является проведение оценки антропогенного воздействия на водные экосистемы в результате функционирования полярной станции.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- отбор проб и проведение химического анализа по избранным показателям;
- оценка качества воды из озера Твёрдое и рек.

Объектом исследования являются озеро Твёрдое, где происходит водозабор для обеспечения стационара водой, а также реки: Чёрная, берущая начало из озера Предгорное; Останцовая, Новая, Мушкетова, без названия, которые берут своё начало с ледника Мушкетова.

Озеро Твёрдое расположено в 5,5 км к юго-юго-востоку от НИС. Расположение водных экосистем представлено на рисунке 1.

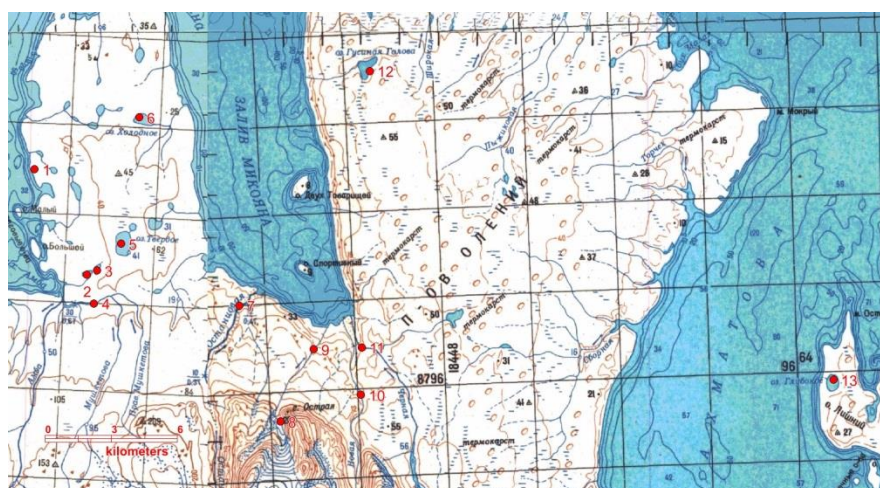


Рис. 1. Карта-схема расположения изучаемых водных экосистем. 1 — НИС Мыс Баранова, 2 — оз. каскадное нижнее, 3 — оз. каскадное верхнее, 4 — р. Мушкетова, 5 — оз. Твёрдое, 6 — оз. Холодное, 7 — р. Останцовая, 8 — река без названия (исток), 9 — река без названия (гидроствор), 10 — р. Новая, 11 — р. Чёрная

Гидрохимические и бактериологические исследования воды из озера и рек начались летом 2014 года и продолжаются до настоящего времени [8]. Мониторинг осуществляется медико-экологической группой сезонного состава экспедиции «Север» ФГБУ «АНИИ». Отбор проб воды в летний период производится каждую неделю.

При выполнении гидрохимических измерений использовались стандартные утвержденные методики [1–3, 6, 7].

Непосредственно на месте отбора проб определялись температура воды, рН и электропроводность; в лаборатории стационара проводилось определение растворенного кислорода, цветности, общей щелочности, показателя БПК<sub>5</sub>, перманганатной окисляемости, содержания нитритов, нитратов, фосфатов и кремния, нефтепродуктов (полные результаты

исследований готовятся к публикации). Кроме того, проводилась консервация и фильтрация проб для последующего определения содержания хлорофилла *a*, органического углерода, тяжелых металлов и ионного состава в стационарных лабораториях Санкт-Петербурга.

Проведенные исследования показали, что значения рН воды всех изучаемых объектов лежат в пределах от 6 до 7,5, что соответствует установленным ПДК (6–9) для питьевой воды [4]. Значения перманганатной окисляемости не превышают 2 мгО/л, что также значительно ниже установленных ПДК (5 мгО/л). Низкое содержание органических веществ подтверждается и показателем БПК<sub>5</sub> (составляющим от 0 до 2 мгО/л), что соответствует чистой или особо чистой воде согласно классификации вод по данным показателям.

Анализ проб воды из рек и озера Твёрдое на содержание тяжелых металлов, выполненный в лаборатории химии поверхностных и морских вод ЦМС ФГБУ «Северо-Западное УГМС», показал, что по содержанию кадмия, меди, марганца, никеля и свинца исследуемая вода также полностью удовлетворяет требованиям для питьевых источников [4]. Наблюдается превышение установленных ПДК по содержанию железа, однако, поскольку высокие концентрации железа наблюдаются как в пробах из водоемов в непосредственной близости от станции, так и в расположенных достаточно далеко от нее, имеет смысл говорить о высоком естественном фоне, а не результате антропогенного воздействия. Кроме того, ПДК по железу установлено как органолептический, а не санитарно-токсикологический норматив, т.е. его превышение не является однозначным препятствием для использования этой воды для нужд стационара.

Микробиологические исследования показали, что в воде всех водоемов выявлялась только микрофлора, эндемичная для природных вод в Арктике ([8]; свежие результаты готовятся к публикации). Никакой микрофлоры, зависящей от антропогенного влияния, обнаружено не было. Поэтому с эпидемиологических позиций вода в озере Твердом и реках около станции может считаться безопасной для питьевых нужд человека, но, конечно, при соответствии допустимым органолептическим свойствам.

Результаты анализа проб воды на содержание нефтепродуктов представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

Концентрация нефтепродуктов в пробах воды из рек и озера Твёрдое

| Дата       | Место отбора проб  | Концентрация НП в воде, мг/л | Значения ПДК, мг/л |
|------------|--|------------------------------|--------------------|
| 29.09.2017 | оз. Твердое, поверхность   | <0,04                        | 0,1                |
| 09.10.2017 | оз. Твердое, поверхность   | <0,04                        |                    |
|            | оз. Твердое, дно   | <0,04                        |                    |
| 02.11.2017 | оз. Твердое, место забора воды на станцию в период закрытой воды | <0,04                        |                    |
| 20.05.2018 | оз. Твердое, поверхность   | 0,06 ± 0,02                  |                    |
|            | оз. Твердое, дно   | 0,04 ± 0,02                  |                    |

| Дата       | Место отбора проб  | Концентрация НП в воде, мг/л | Значения ПДК, мг/л |
|------------|--|------------------------------|--------------------|
| 08.08.2018 | оз. Твердое, место забора воды на станцию в период закрытой воды | <0,04                        | 0,1                |
|            | оз. Твердое, место забора воды на станцию в период открытой воды | 0,08 ± 0,03                  |                    |
| 14.08.2018 | река Мушкетова   | <0,04                        |                    |
|            | река Останцовая  | 0,06 ± 0,02                  |                    |
|            | река без названия, исток   | <0,04                        |                    |
|            | река Новая   | <0,04                        |                    |

Как видно из таблицы 1, значения концентрации нефтепродуктов в воде не превышают ПДК. В большинстве случаев концентрация нефтепродуктов в воде водоемов лежит ниже предела обнаружения методики (не определяется). Сравнение данных для одних и тех же точек, проведенное в различные сезоны, позволяет говорить, что данная водная экосистема способна к самоочищению, и антропогенное воздействие незначительно.

По совокупности вышеизложенных результатов можно сделать вывод, что в результате принятой на стационаре системы природоохранных мероприятий влияние, оказываемое на водные экосистемы, является незначительным.

В результате ранее не проводившегося исследования рек на содержание нефтепродуктов превышений ПДК не было выявлено.

**Работа рекомендована:** Добротиной Еленой Дмитриевной, к.х.н., ведущий инженер экспедиции «Север-2018», ФГБУ «АНИИ».

Экспедиционные исследования финансируются за счет бюджетных средств Высокоширотной арктической экспедиции ФГБУ «АНИИ» (рук. В. Т. Соколов).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боева Л. В. (ред.) Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть I / – Ростов-на-Дону, «НОК», 2009. – 1044 с.
2. Массовая концентрация нефтепродуктов в водах. Методика выполнения измерений ИК-фотометрическим методом. РД 52.24.476-2007. - Ростов-на-Дону, 2007.
3. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. – Гидрометеиздат, Санкт-Петербург, 1993. – 264 с.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Минздрав России; Москва 2002.
5. Санитарные правила к проектированию, строительству и эксплуатации труднодоступных гидрометеорологических станций системы Госкомгидромета (утв. заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 31 мая 1985 г. N 3898-85).
6. Сапожников В. В. (ред.) Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. – М: Издательство ВНИРО, 2003. – 202 с.
7. Семенов А. Д. (ред.) Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л., Гидрометеиздат, 1977. – 542 с.



8. Тешебаев Ш. Б., Рачкова А. Н. Исследования бактериальной составляющей в естественных водоемах района м. Баранова (архипелаг Северная Земля, о. Большевик) // Российские полярные исследования. – 2015. – № 4 (22). – С.19–22.

**Краткая информация об авторе:**

**Михайлова Светлана Евгеньевна**, студент магистратуры СПбГУ по направлению Экология и рациональное природопользование.

**Специализация:** экология и природопользование.

E-mail: sveta1mihailova@gmail.com

**Mikhailova S. E.**, master's degree student of St. Petersburg State University in the direction of Ecology and Rational Nature Management.

**Specialization:** ecology and nature management.

E-mail: sveta1mihailova@gmail.com

УДК 504.453 + 504.064.2

**Урусова Е. С., Фураева Д. И.**

**ВЫСОКИЕ И ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЕ УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ  
РЕКИ ОХТА И ЕЁ ПРИТОКОВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный гидрометеорологический университет»  
Россия, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79  
E-mail: e.s.urusova@gmail.com, d.i.furaeva@gmail.com**

В данном исследовании особое внимание уделялось уровням загрязненности рек Охта, Лубья и Оккервиль, которые классифицируются как высокие и экстремально высокие. Проведен анализ пространственной динамики загрязнения. В результате было выявлено, что загрязнение вод исследуемых объектов носит комплексный характер, при этом с высокой периодичностью на уровне высокого и экстремально высокого загрязнения для отдельных компонентов.

**Ключевые слова:** высокое загрязнение; экстремально-высокое загрязнение; пространственная динамика; временная динамика; река Охта.

**Urusova E. S., Furaeva D. I.**

**HIGH AND EXTREMELY HIGH POLLUTION LEVELS  
IN THE RIVER OKHTA AND ITS TRIBUTARIES IN THE SUMMER PERIOD**

**Russian State Hydrometeorological University  
Russia, 192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79  
E-mail: e.s.urusova@gmail.com, d.i.furaeva@gmail.com**

In this study, special attention was paid to the pollution levels of the Okhta, Lubyia and Okkervil rivers, classified as high and extremely high. The analysis of the spatial dynamics of pollution was carried out. As a result, it was found that the water pollution of the studied objects is complex, with frequent occurrence of high and extremely high pollution levels for particular components.

**Keywords:** high pollution; extremely high pollution; spatial dynamics; temporal dynamics; Okhta river.

Качество вод водотоков урбанизированных территорий в большинстве случаев является неудовлетворительным, а антропогенная нагрузка становится все интенсивнее, что приводит к возрастанию уровня загрязнения вод. Особенно ярко это проявляется для малых рек. В черте Санкт-Петербурга одними из таких являются р. Охта и ее притоки — Лубья и Оккервиль.

Целью исследования является анализ пространственной и временной динамики загрязнения вод Охты, Лубьи и Оккервиля, а также выделение уровней высокого и экстремально высокого загрязнения рек в период летней межени.

Задачами исследования являются характеристика выбранных рек и проведение анализа пространственной и временной динамики загрязнения вод, а также нахождение периодов высокого и экстремально высокого загрязнения.

Исследование выполнено на основе гидрохимических данных, полученных РГГМУ в ходе комплексных экологических исследований на реках в период летней межени.

Охта является одним из крупнейших притоков р. Невы, при этом сама река насчитывает порядка 10 притоков, из них в черте Санкт-Петербурга — 5, среди которых р. Лубья и р. Оккервиль. Река Лубья впадает в Охту в 8 км от её устья в черте Санкт-Петербурга. Река Оккервиль берет начало в болотах южнее Колтушских высот, впадая в Охту в 1,8 километра от ее устья по левому берегу [1].

В черте Санкт-Петербурга Охта и ее притоки хозяйственно освоены. Жилая застройка чередуется с предприятиями, относящимися к разным секторам экономики, что оказывает высокое антропогенное воздействие на водотоки. Через реки перекинуто в общей сложности порядка 50 мостов (как автомобильных, так и железнодорожных). В нижнем течении Охта зарегулирована. Уровень воды находится под влиянием изменения уровня воды в Неве, и, кроме того, зависит от сбросов воды из Охтинского водохранилища.

По данным ежегодников качества поверхностных вод РФ, основными загрязняющими веществами вод реки Охта являются соединения марганца, меди, железа, цинка, органические вещества (по ХПК и БПК<sub>5</sub>), нитритный и аммонийный азот [2].

По системе удельного комбинаторного индекса загрязненности вод, за последние 10 лет воды Охты относятся к 4 классу загрязненности, преимущественно разряд «а» [5].

Согласно сведениям Северо-Западного УГМС [4], случаи экстремально высокого загрязнения вод р. Охта на протяжении последних 3-х лет регулярно регистрируются по марганцу. Высокое загрязнение отмечается для марганца, реже — нитритного азота. Встречаются единичные случаи высокого загрязнения по растворенному кислороду.

РГГМУ проводит наблюдения на р. Охта на 13 точках — от устья до Охтинского водохранилища, на р. Лубья — на 3 точках (устье (ст.1); Андреевский мост (ст.3); 0,5 км ниже КАД (ст.5)), на р. Оккервиль — на 3 точках (устье (ст.1); мост Коллонтай (ст.3); пешеходный мост в парке Оккервиль (ст.5)).

Анализ временных рядов концентраций загрязняющих веществ показывает, что загрязнение вод Охты и ее притоков комплексно и носит устойчивый характер. В летний период

постоянно наблюдается дефицит растворенного кислорода. Регулярно превышают ПДК значения концентраций железа, нефтепродуктов, нитритов и фосфатов. Высоко содержание органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и ХПК). Критическая ситуация наблюдается с тяжелыми металлами, особенно по марганцу и меди (для р. Охта).

Рассматривая пространственную динамику загрязнения р. Охта за последние годы, следует отметить, что загрязнение нарастает по мере приближения к устью. Особенно ярко это прослеживается по кислородному режиму (рис. 1): ниже Охтинского водохранилища (точки № 10–13) концентрации превышают ПДК, но не достигают уровня высокого загрязнения, а в районе между мостом Шаумяна и железнодорожным мостом в районе м. Ладожская (точки № 2–5) загрязнение достигает высокого и экстремально высокого уровня.

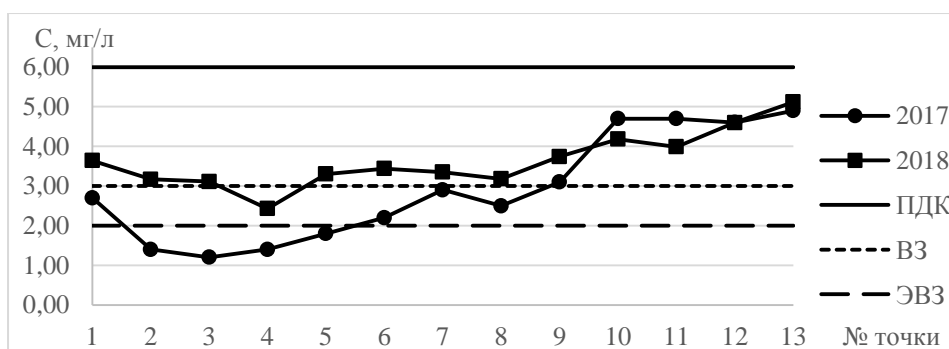


Рис. 1. Пространственная динамика содержания растворенного кислорода в водах р. Охта за 2017–2018 гг.

Анализ пространственной динамики загрязненности р. Оккервиль показал, что для многих загрязняющих веществ характерна тенденция снижения значений концентраций при приближении к устью. В приустьевой точке нормализуется кислородный режим (рис. 2).

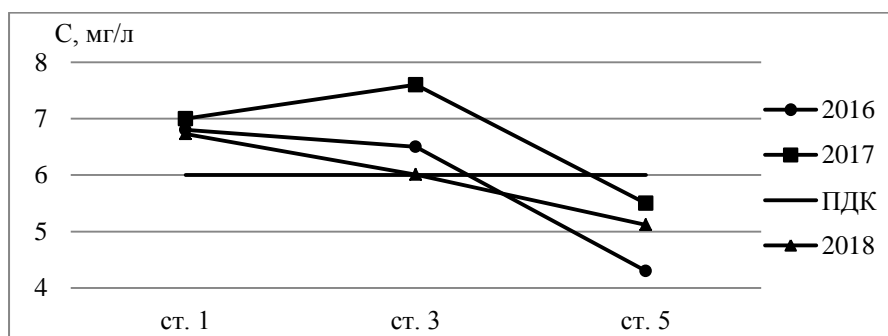


Рис. 2. Пространственная динамика содержания растворенного кислорода в водах р. Оккервиль за 2016–2018 гг.

Для р. Лубья пространственная динамика идентична описанной динамике для р. Оккервиль за некоторыми исключениями: при приближении к устью возрастает содержание органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) и снижается содержание растворенного кислорода (рис. 3).

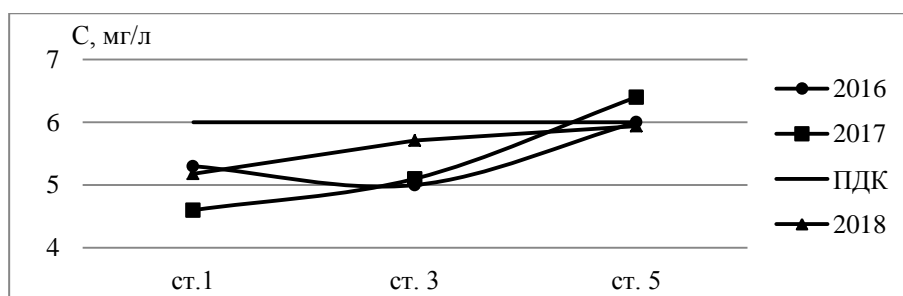


Рис. 3. Пространственная динамика содержания растворенного кислорода в водах р. Лубья за 2016–2018 гг.

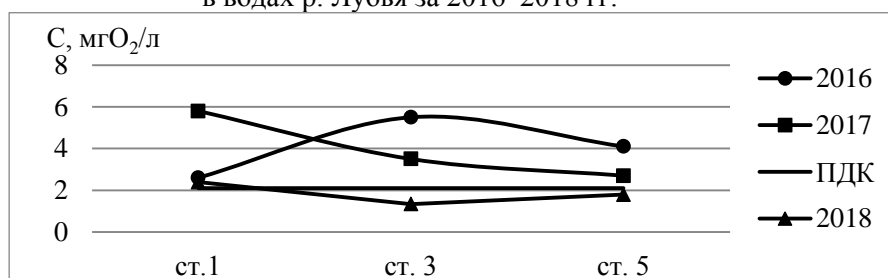


Рис. 4. Пространственная динамика по показателю BPK<sub>5</sub> в водах р. Лубья за 2016–2018 гг.

Далее были выделены периоды высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения согласно рекомендациям, принятым в Росгидромете [2].

Опираясь на вышеуказанную методику, были выделены периоды ВЗ и ЭВЗ для исследуемых объектов. Результаты выделения периодов ВЗ и ЭВЗ с указанием кратности превышения ПДК для Охты в летний период 2017–2018 гг. представлены в таблице 1, для рек Лубья и р. Оккервиль в летний период с 1997 по 2018 гг. — в таблице 2.

Таблица 1

Периоды ВЗ и ЭВЗ вод р. Охта в летний период 2017-2018 гг.

| Показатель            | Водоток | ВЗ                               | ЭВЗ                |
|-----------------------|---------|----------------------------------|--------------------|
| Растворенный кислород | р. Охта | 2017 (2–2,7 ПДК); 2018 (2,5 ПДК) | 2017 (3,3–5,0 ПДК) |
| Марганец              |         | 2017 (28–47 ПДК)                 | 2017 (50–60 ПДК)   |
| Кадмий                |         | 2018 (3,5 ПДК)                   | —                  |
| Медь                  |         | 2018 (10–41 ПДК)                 | —                  |
| Нефтепродукты         |         | —                                | 2018 (50 ПДК)      |

Таким образом, за 2017–2018 гг. было зарегистрированы случаи высокого загрязнения по четырем показателям: растворенный кислород, марганец, кадмий и медь. Загрязнение на уровне экстремально высокого было выделено для растворенного кислорода, марганца и нефтепродуктов. Кратность превышения ПДК по тяжелым металлам в среднем составляет порядка 40 раз.

Таблица 2

Периоды ВЗ и ЭВЗ вод р. Лубья и р. Оккервиль

| Показатель            | Водоток      | ВЗ   | ЭВЗ            |
|-----------------------|--------------|--|----------------|
| Растворенный кислород | р. Лубья     | 2006 (2,3 ПДК); 2007 (2,6 ПДК); 2011 (2,4 ПДК) | 1999 (3,6 ПДК) |
| Фенолы                | р. Лубья     | —  | 1997 (69 ПДК)  |
| Железо общее          | р. Лубья     | 2009 (30 ПДК); 2010 (42 ПДК); 2017 (32 ПДК)    | —              |
| Медь                  | р. Лубья     | 2009 (30 ПДК); 2018 (22–42 ПДК)                | —              |
|                       | р. Оккервиль | 2009 (30 ПДК); 2018 (12 ПДК)                   | —              |
| Свинец                | р. Лубья     | 2009 (16 ПДК); 2013 (16 ПДК)                   | —              |
|                       | р. Оккервиль | 2009 (16 ПДК)                                  | —              |
| Нефтепродукты         | р. Оккервиль | 2018 (30 ПДК)                                  | —              |

За весь период наблюдения загрязнение на уровне экстремально высокого выделялось только в 1997 и 1999 г., при этом только на р. Лубья. В целом для Лубьи характерны более частые случаи возникновения ВЗ, при этом кратность превышения несколько выше, чем при загрязнении вод р. Оккервиль по тому же показателю.

Таким образом, исследование показало, что загрязнение вод Охты и ее притоков многокомпонентно и достаточно устойчиво. Основными загрязняющими веществами являются тяжелые металлы, железо, нефтепродукты. Высоко содержание органических веществ, наблюдается постоянный дефицит кислорода. В большинстве случаев нарастание загрязнения наблюдается по продвижению к устью рек. С высокой периодичностью встречаются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Поиск по данным государственного водного реестра [сайт]. – URL: <http://textual.ru/gvr/> (дата обращения 27.04.2017).
2. Р 52.24.756-2011 Критерии оценки опасности токсического загрязнения поверхностных вод суши при чрезвычайных ситуациях (в случаях загрязнения). Зарегистрированы ГУ «НПО «Тайфун» за номером Р 52.24.756-2011 от 29.04.2011.
3. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2015. ФГБУ «Гидрохимический институт». – Ростов-на-Дону, 2016. – 552 с.
4. ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [сайт]. – URL: <http://www.meteo.nw.ru/> (дата обращения 24.05.2018).
5. Фураева Д. И., Урусова Е. С. Оценка загрязненности реки Охта в летний период // Метеорологический вестник. – 2017. – Т.9 №1. – С. 52-60.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Урусова Елена Сергеевна**, к.г.н.

Доцент кафедры прикладной и системной экологии РГГМУ.

**Специализация:** оценка загрязненности рек на основе статистического анализа рядов гидрохимических наблюдений.

E-mail: [e.s.urusova@gmail.com](mailto:e.s.urusova@gmail.com)

**Urusova E. S.**, PhD in Geographic Sciences.

Associate Professor of applied and system the ecology of the RSHU.

**Specialization:** estimation of river pollution on the base of statistical analysis of hydrochemical data.

E-mail: [e.s.urusova@gmail.com](mailto:e.s.urusova@gmail.com)

**Фураева Дарина Игоревна**, студентка 2-го курса магистратуры экологического факультета РГГМУ.

**Специализация:** мониторинг и оценка качества поверхностных водных объектов.

E-mail: [d.i.furaeva@gmail.com](mailto:d.i.furaeva@gmail.com)

**Furaeva D. I.**, 2nd year student of magistracy of the faculty of ecology RSHU.

**Specialization:** monitoring and quality assessment of surface water bodies.

E-mail: [d.i.furaeva@gmail.com](mailto:d.i.furaeva@gmail.com)

**Ариас Ордоньес П. Х. \*, Харламова М. Д.**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ТРОПИЧЕСКИХ  
ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ НА ПРИМЕРЕ «ЛА ТЕМБЛАДЕРА», ЭКВАДОР**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»  
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6  
\*E-mail: prisordonez@mail.ru**

В данной работе изучены экологические особенности водно-болотного угодья «Ла Тембладера». Проведено сравнение полученных результатов исследуемых проб воды с международными нормативами по качеству воды для питьевых целей. Выявлено, что все физико-химические показатели соответствуют рассматриваемым нормативам за исключением растворенного кислорода. Микробиологические показатели не соответствуют нормативам, выявлено наличие индикатора фекального загрязнения — *E. coli*. Впервые рассматривается возможность использовать водные ресурсы тропической водно-болотной системы для питьевых целей в Эквадоре.

**Ключевые слова:** тропические водно-болотные угодья; качество воды; питьевое водопользование; кантон Санта-Роса; Эквадор.

**Arias Ordonez P. J. \*, Kharlamova M. D.**

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY  
OF TROPICAL WETLANDS: A CASE STUDY OF LA TEMBLADERA, ECUADOR**

**Peoples' Friendship University of Russia  
Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6  
\*E-mail: prisordonez@mail.ru**

This article addresses the environmental characteristics of the “La Tembladera” wetland. A comparison of the studied samples results with international standards for drinking water quality was conducted. It was revealed that all the physico-chemical parameters satisfy the examined standards, with the exception of dissolved oxygen. Microbiological indicators do not meet the standards since the presence of the indicator of fecal contamination (*E. coli*) was identified. For the first time, the possibility of using the water resources of a tropical wetland for drinking purposes in Ecuador is being considered.

**Keywords:** tropical wetlands; water quality; drinking water; canton Santa Rosa; Ecuador.

**Введение.** В разных кантонах Эквадора система водоснабжения и водоотведения отсутствует, а для обеспечения различных нужд жителям данных районов нужно брать воду из поверхностных водных объектов, в том числе — водно-болотных угодий без предварительной обработки воды, либо им доставляют танкеры воды. Вопрос об использовании воды водно-болотных угодий для питьевых целей в Эквадоре привлекает научный интерес, а также

представляет актуальную проблему, так как данные природные объекты часто подвергаются антропогенному влиянию, связанному с прямым сбросом коммунально-бытовых и хозяйственных сточных вод, а также значительная часть участков водно-болотных угодий переориентирована на поддержку альтернативных видов землепользования, включая сельское хозяйство, урбанизацию и рекреационную деятельность. Поэтому постоянный мониторинг и разработка перспективных экологических решений в области рационального использования и улучшения качества воды поверхностных водных ресурсов страны крайне необходимы. Целью исследования являлась оценка качества воды водно-болотного угодья «Ла Тембладера» для её применения в качестве питьевой воды. Охарактеризованы экологические особенности водно-болотного угодья «Ла Тембладера». Проведены физико-химические и микробиологические анализы для оценки качества по следующим параметрам: рН, растворенный кислород, °t, хлориды, Fe, Cu, Mn, E. coli, общее микробное число и анаэробные бактерии. Полученные результаты были проанализированы в соответствии с различными международными нормативами по качеству воды поверхностных водных объектов для питьевого водопользования.

**Материалы и методы.** Наш объект исследования «Ла Тембладера» является водно-болотным угодьем континентального типа. Оно расположено на юго-западе Эквадора, в провинции Эль Оро, кантон Санта-Роса и находится на 12–18 м над уровнем моря. В данном кантоне встречается тропический климат, который характеризуется двумя сезонами: сезон дождей и сухой сезон. Площадь водного объекта составляет 1 471,19 га, его водное зеркало — 104 га [5]. Во время затопления болота, его площадь затопления зависит от сезона, водная поверхность может составлять около 188 га, а поверхность суши — 1 199 га. Среднемесячная температура воды «Ла Тембладера» составляет 25,82 °C [5]. Данное водно-болотное угодье обеспечивает водой ирригационные системы для сельского хозяйства и домашнего скота.

Территорию, прилегающую к водному объекту, используют в основном для выращивания сахарного тростника, какао, лимона, питахайя, манго, пастбищных трав; также для выпаса скота.

**Экспериментальная часть.** Отбор проб воды проводился в тропическом сухом сезоне в течение двух недель (2 раза в неделю, в разные дни) в августе 2018 г. Пробы были взяты в четырех разных точках (точка № 1 — на месте сброса сточных вод; точка № 2 — на расстоянии 20 м от берега, точка № 3 — около берега, где стояли лодки, и точка № 4 — около берега, где наблюдается выпас скота). В связи с тем, что после первого отбора вода места № 4 испарилась, не было возможности отобрать пробы воды в данном месте для дальнейшего исследования. Именно в данной точке выявлена высокая концентрации хлорид ионов.

Анализы проб воды проводились в лаборатории химии и микробиологии Технического университета г. Мачалы. Для анализа на наличие хлорид ионов использован метод титрования, для определения тяжелых металлов использован метод атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием пламени. Применяемые среды для культивирования микроорганизмов: питательный агар, триптон-соевый агар и ЕМВ Агар. Для сравнительного анализа полученных результатов и их оценки нормативами служили нормы ВОЗ; технический стандарт Эквадор

№ 1108; экологическая политика Эквадора (TULSMA); постановление № 1.469 Бразилии; гигиенические требования и санитарные правила и нормативы Российской Федерации.

**Результаты.** При проведении сравнительного анализа физико-химических и микробиологических параметров воды с разными международными нормативами, можно сказать, что по параметру рН все полученные результаты находятся в допустимых пределах практически всех нормативов, за исключением точки № 1, значение которой находится ниже допустимых пределов по Российским стандартам, также уровень мутности всех взятых проб воды в точке № 1 был высоким (таблица 1).

Температура. Измеряемая температура воды во время исследования находится в пределах всех рассматриваемых нормативов. Однако, значение первой измеряемой точки находится на 1,52 °С ниже среднемесячной температуры воды.

Таблица 1

Физико-химические параметры качества воды

| Показатель                                | Данные исследуемых проб | ВОЗ                                      | Эквадор  |  | Бразилия                 | Россия   |
|---|-------------------------|--|----------|--|--------------------------|--|
|   |                         |  | INEN     | TULSMA                                 |                          |  |
| рН  | 6,37                    | 6,5–8                                    | -        | 6–9                                    | 6,5–9,5                  | 6,5–8,5  |
|   | 6,74                    |  |          |  |                          |  |
|   | 6,90                    |  |          |  |                          |  |
| Температура, °С                           | 24,3                    | -  | -        | Естественная температура ( $\pm 3$ °С) | Естественная температура | Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет |
|   | 26,2                    |  |          |  |                          |  |
|   | 26,5                    |  |          |  |                          |  |
| Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup> | 0,97                    | -  | -        | Не менее 6 мг/дм <sup>3</sup>          | -                        | Не менее 4 мг/дм <sup>3</sup>  |
|   | 2,42                    |  |          |  |                          |  |
|   | 2,64                    |  |          |  |                          |  |
| СГ, мг/л                                  | 425,52 мг/л             | -<br>>250 мг/л<br>-заметный вкус в воде. | -        | 250 мг/л                               | 250 мг/л                 | 350 мг/л   |
| Fe, мг/л                                  | 0                       | -  | -        | 1,0 мг/л                               | 0,3 мг/л                 | 0,3 мг/л   |
| Cu, мг/л                                  | 0                       | 2 мг/л                                   | 2,0 мг/л | 1,0 мг/л                               | 2 мг/л                   | 1,0 мг/л   |
| Mn, мг/л                                  | 0                       | -  | -        | 0,1 мг/л                               | 0,1 мг/л                 | 0,1 мг/л   |

- означает отсутствие норматива

Источник: составлено автором на основе [4], [6], [8], [7], [1], [2] и [3]

Растворенный кислород. Все полученные значения находятся ниже Эквадорских и Российских нормативов, что связано с тем, что вода является стоячей, а также из-за физического барьера, созданного обильной плавающей растительностью, препятствующей поступлению кислорода в водоем. Более 75% поверхности «Ла Тембладера» покрыто водяным латуком и водяным гиацинтом.



Хлориды. В результате анализов первого отбора проб воды на хлориды показана повышенная концентрация хлоридов (354,6 мг/л и 425,52 мг/л) в точке №4 отбора, что в соответствии с международными и Российскими нормативами превышает предельные допустимые значения (таблица 1). В остальных исследуемых местах значения находятся ниже предельных допустимых нормативов (от 35,46 мг/л до 190 мг/л).

Таблица 2

Микробиологические параметры качества воды

| Показатель                      | Данные исследуемых проб | ВОЗ        | Эквадор |        | Бразилия                 | Россия  |
|---------------------------------|-------------------------|------------|---------|--------|--------------------------|---|
|                                 |                         |            | INEN    | TULSMA |                          |   |
| E. coli                         | Выявлена                | Отсутствие | -       | -      | Отсутствие в 100 мл воды | Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций |
|                                 | Выявлена                |            |         |        |                          |   |
|                                 | Выявлена                |            |         |        |                          |   |
| общее микробное число, КОЕ/мл   | min: 7,1<br>max: >60    | -          | -       | -      | -                        | Не более 50 КОЕ в 1 мл                                  |
| - означает отсутствие норматива |                         |            |         |        |                          |   |

Источник: составлено автором на основе [4], [6], [8], [7], [1], [2] и [3]

В месте, где наблюдалась повышенная концентрация ионов хлоридов, домашний скот обычно пьет данную воду, а также туда попадают их фекалии и моча. Что касается тяжелых металлов, то их наличие не было выявлено в исследуемых пробах, так как вокруг исследуемого объекта и в кантоне Санта Роза отсутствуют объекты промышленности или другие источники их поступления.

Микробиологический анализ. Поскольку патогенные бактерии, вирусы и простейшие паразиты вызывают инфекционные болезни, их присутствие в воде представляет распространенный фактор риска для здоровья человека, таким образом, все рассматриваемые нормативы требуют полного отсутствия индикатора фекального загрязнения — E. coli и устанавливают предельные допустимые значения для других патогенных микроорганизмов, таких как энтеровирусы, жизнеспособные яйца гельминтов, термотолерантные колиформные бактерии, колифаги, а также для общего микробного числа в 1 мл воды — по Российским требованиям.

По результатам микробиологического анализа исследуемых проб воды, полученные значения не соответствуют нормативам качества воды для питьевых целей, так как бактерия E. coli была выявлена во всех пробах воды (таблица 2). Что касается общего микробного числа, в 7 чашках Петри (22% от общего числа) значения КОЕ составили более 50, что превышает допустимые нормы. Исходя из данного анализа, следует сказать, что вода «Ла Тембладера» непригодна для питьевых целей, так как значения по некоторым физико-химическим и микробиологическим параметрам не соответствуют нормативам по качеству воды.

**Заключение.** Анализ физико-химических показателей показывает, что значения по pH и температуре соответствуют международным нормативам, за исключением значений полученных на месте сброса сточных вод. Содержание растворенного кислорода в воде всех исследуемых мест

находится ниже нормативов. Концентрация  $Cl^-$  во всех исследуемых пробах соответствует нормативам, кроме значения концентрации в точке № 4, однако, это не представляет серьезной угрозы для здоровья человека. Наличие тяжелых металлов не установлено. Что касается микробиологических показателей, поскольку в 22% пробах воды значение общего микробного числа находится выше значений нормативов, а также выявлено наличие бактерии *E. coli*, качество воды «Ла Тембладера» непригодно для питьевого водопользования. Во время исследования были отобраны дополнительные пробы для их исследования в Москве.

Перспективы дальнейших работ — это выявление и изучение сообщества микроорганизмов воды «Ла Тембладера» в условиях тропического климата с целью создания сообщества биоценоза, способного к биодеструкции органических отходов коммунальных сточных вод и улучшения качества воды для того, чтобы жители могли использовать данную воду в качестве питьевой.

**Работа рекомендована:** Харламовой Марианной Дмитриевной, к.х.н., доцент, заведующая кафедрой экологического мониторинга и прогнозирования экологического факультета РУДН.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
2. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
4. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. Лицензия: CCBY-NC-SA.
5. Sonia Carabajo. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Ecuador.: Ministerio del Ambiente, 2009. – 35 p.
6. INEN 1108. Agua Potable: Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana. Ecuador.: Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2011. – URL: <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf> (дата обращения 19.10.2018).
7. Portaria nº 1.469/2000. Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Brasília.: Fundação Nacional de Saúde, 2001. – URL: [http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_1469.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf) (дата обращения 22.10.2018).
8. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Ecuador.: Ministerio del Ambiente, 2015. – URL: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf> (дата обращения 22.10.2018).

#### **Краткая информация об авторах:**

**Ариас Ордоньес Присцила Хакелине**, магистр, ассистент.

**Специализация:** микробиологическая биодegradация органических отходов в тропических водно-болотных угодьях, биологическая очистка коммунальных сточных вод, рециклинг отходов производства и потребления.

E-mail: prisordonez@mail.ru

**Arias Ordonez P. J.**, MSc. (Ecology).

Assistant of the Department of Environmental Monitoring and Forecasting.

**Specialization:** microbiological biodegradation of organic waste in tropical wetlands, biological treatment of municipal wastewater, recycling of waste.

E-mail: prisordonez@mail.ru

**Харламова Марианна Дмитриевна**, к.х.н., доцент.

Заведующая кафедрой экологического мониторинга и прогнозирования.

**Специализация:** энерго- и ресурсосберегающие технологии, рециклинг отходов производства и потребления, очистка сточных вод, экологическое проектирование промышленных и градостроительных объектов.

E-mail: mariannach@mail.ru

**Kharlamova M. D.**, PhD in Chemical Sciences.

Head of the Department of Environmental Monitoring and Forecasting.

**Specialization:** energy and resource-Saving Technologies, recycling of waste, wastewater treatment, environmental design of industrial and urban objects.

E-mail: mariannach@mail.ru

УДК 628.3

**Мифтахова А. Р. \*, Магизова Э. Ф., Степанова С. В.**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ВОД ОТ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ РЕАГЕНТАМИ ИЗ ОТХОДОВ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»**

**Россия, 420029, Казань, ул. Карла Маркса, д. 68**

\*E-mail: miftahova26@mail.ru

В ходе работы исследована очистка модельных вод от ионов алюминия реагентами, представляющими собой гидроксид натрия и щелочной реагент из плодовых оболочек зерен пшеницы. Очистка реагентами дала положительную динамику, которая требует дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** модельные воды; ионы алюминия; очистка; плодовые оболочки зерен пшеницы; реагент.

**Miftakhova A. R. \*, Magizova E. F., Stepanova S. V.**

### **INVESTIGATION OF WATER TREATMENT TO REMOVE ALUMINUM IONS BY ALTERNATIVE REAGENTS FROM CEREAL CROPS PROCESSING WASTE**

**Kazan National Research Technological University**

**Russia, 420015, Kazan, Karl Marx str., 68**

\*E-mail: miftahova26@mail.ru

In the course of the work, treatment of model waters to remove aluminum ions using reagents, which are sodium hydroxide and an alkaline reagent from the fruit shells of wheat grains, was studied. Treatment with the reagents gave positive dynamics, which requires further research.

**Keywords:** model waters; aluminum ions; treatment; fruit shells of wheat grains; reagent.

Алюминий — самый распространенный в земной коре металл. Он входит в состав глин, полевых шпатов, слюд и многих других минералов. Общее содержание алюминия в земной коре составляет 8% (масс). Основным сырьем для производства алюминия служат бокситы, содержащие 32–60% глинозема [1]. Данный металл часто является источником промышленного загрязнения сточных вод в гальванических производствах, предприятиях цветной металлургии и др. Алюминий оказывает отрицательное воздействие на организм человека, является токсикантом, способствует вымыванию кальция и фосфора, вызывает судороги, снижение памяти, нарушение двигательной активности, снижает иммунитет [2].

Ионы алюминия, содержащиеся в воде, не относятся к веществам с явно выраженным токсическим воздействием, но так как растворы солей алюминия отличаются высокой стабильностью, то они оказывают вредное влияние на организмы человека и животных при постепенном в них накоплении, особенно при дисфункции выводящих систем. ПДК алюминия в питьевой воде составляет 0,2 мг/л, в отдельных случаях достигая 0,5 мг/л. При использовании очищенной воды в системе оборотного водоснабжения в ней также необходимо сократить количество растворенных алюминиевых солей во избежание образования осадка гидроксида.

Загрязненными ионами алюминия являются сточные воды, образующиеся при его получении, а также образующиеся в тех процессах, где соединения на основе алюминия используются в качестве катализатора, например в технологии производства этилбензола и изопропилбензола, где используется комплексное соединение на основе хлорида алюминия. Кроме того, содержание остаточного алюминия наблюдается и в очищенной реагентными физико-химическими методами сточной воде, с использованием коагулянтов на его основе, таких как сульфат алюминия, хлорид полиалюминия и полиоксихлорид алюминия, а также алюминат натрия [3].

Большинство современных, эффективных методов по удалению ионов алюминия являются дорогостоящими, поэтому предложено использовать отходы промышленного и сельскохозяйственного производства, в том числе и сточные воды других производств [4]. Так, на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности в результате натронной варки целлюлозы, где в качестве реагента используется едкий натр, образуется черный щелок, в состав которого входят извлеченные из древесины составляющие компоненты [5].

В исследовании для очистки вод от ионов алюминия в качестве реагентов использовались: 1) раствор NaOH концентрацией 20 г/дм<sup>3</sup>; 2) реагент, полученный в результате щелочной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен пшеницы (ПОЗП).

Эксперименты проводились на модельной воде (МВ) с концентрацией ионов Al<sup>3+</sup> 100 мг/дм<sup>3</sup>, 50 мг/дм<sup>3</sup>, 25 мг/дм<sup>3</sup>, 10 мг/дм<sup>3</sup>, 1 мг/дм<sup>3</sup>, в которых в качестве загрязнителя использовались KAl(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Исходное значение pH растворов МВ варьировалось от 3 до 4 единиц.

Приготовление раствора реагента из ПОЗП происходило следующим образом: в плоскодонную колбу емкостью 250 см<sup>3</sup> помещалось 3 г навески ПОЗП и 100 см<sup>3</sup> раствора NaOH с концентрацией 20 г/дм<sup>3</sup>, затем проводилась термическая обработка (продолжительность варки

10 минут). По истечении времени выдержки содержимое колбы фильтровалось под вакуумом, осадок промывался до нейтрального значения pH. Эксперимент осуществлялся с добавлением в МВ щелочного раствора реагента из ПОЗП. В мерный цилиндр емкостью 100 см<sup>3</sup> наливалось 100 см<sup>3</sup> МВ с концентрацией Al<sup>3+</sup> 100 мг/дм<sup>3</sup>. Затем небольшими порциями, перемешивая, добавлялся реагент до выпадения хлопьев Al(OH)<sub>3</sub> белого цвета и достижения нужного значения pH раствора. Содержимое цилиндра отстаивалось в течение 1 часа.

Из литературных данных [6] известно значение pH осаждения гидроксида алюминия: полное осаждение — 5,2; начало растворения осадка — 7,8. Очистка МВ проводилась следующим образом: в стакан на 100 мл наливалось 75 мл МВ, и при постоянном перемешивании и контроле pH среды добавлялся щелочной реагент до pH = 6–7.

Очистка МВ происходила по следующей реакции:



После проведения экспериментов определили эффективность очистки МВ по значению ХПК (таблица 1).

Таблица 1

Эффективность очистки МВ

| С <sub>исх</sub> , мг/дм <sup>3</sup> | Эффективность очистки, %<br>(NaOH) | Эффективность очистки, %<br>(ПОЗП) |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 100,00                                | 21,61                              | 16,59                              |
| 50,00                                 | 8,87                               | 9,68                               |
| 25,00                                 | 8,06                               | 7,25                               |
| 10,00                                 | 5,70                               | 4,72                               |
| 5,00                                  | 4,26                               | 4,09                               |
| 1,00                                  | 4,09                               | 3,51                               |

В результате проведенных экспериментов можно сделать вывод, что очистка вод от ионов алюминия щелочным реагентом из плодовых оболочек зерен пшеницы даёт положительную динамику, которая требует дальнейших исследований.

**Работа рекомендована:** Степановой Светланой Владимировной, к.т.н., доцент.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 488–502.
2. Способ доочистки сточных вод каталитическим осаждением [Электронный ресурс]. – URL: [http://ekotsentr.ru/popup\\_menu.php?id=45](http://ekotsentr.ru/popup_menu.php?id=45) (дата обращения: 25.07.2018).
3. Вураско А. В., Минакова А. Р., Жвирблите А. К. Химия растительного сырья: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 90 с.
4. Костюк В. И., Карнаух Г. С. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. – Техника, Киев, 1990. – 120 с.
5. Иванов Ю. С. Производство сульфатной целлюлозы. Учебное пособие. – СПбГТУРП, Санкт-Петербург. – 2010. – 63 с.

6. **Металлы в сточных водах: источники, вред, способы очистки** [Электронный ресурс]. – URL: [http://ekotsentr.ru/popup\\_menu.php?id=44](http://ekotsentr.ru/popup_menu.php?id=44) (дата обращения: 27.07.2018).

**Краткая информация об авторах:**

**Мифтахова Алсу Рафаэлевна**, студент.

**Специализация:** очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.

E-mail: miftahova26@mail.ru

**Miftakhova A. R.**, student.

**Specialization:** wastewater treatment from heavy metal ions.

E-mail: miftahova26@mail.ru

**Магизова Эндже Фаргатовна**, аспирант.

**Специализация:** очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.

E-mail: magizova666@mail.ru

**Magizova A. F.**, graduate student.

**Specialization:** wastewater treatment from heavy metal ions.

E-mail: magizova666@mail.ru

**Степанова Светлана Владимировна**, к.т.н., доцент.

**Специализация:** очистка вод от ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов.

E-mail: ssvkan@yandex.ru

**Stepanova S. V.**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor.

**Specialization:** wastewater treatment from ions of heavy metal and oil products by alternative reagents.

E-mail: ssvkan@yandex.ru

### **ЧАСТЬ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО**

УДК 504.064 + 332.142.6

**Хорошавин А. В.**

#### **НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ БИЗНЕСА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЯХ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»**

**199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9**

E-mail: a.horoshavin@spbu.ru

В рамках статьи представлены результаты исследования ключевых проблем и факторов устойчивого развития предприятий нефтегазового сектора РФ, проведенного автором в рамках участия в составе проектных групп по внедрению интегрированных систем управления для обеспечения устойчивого развития бизнеса в компаниях групп «Роснефть», «Газпром» и «Лукойл».

Рассмотрены вопросы оценки результативности реализации стратегий устойчивого развития вертикально-интегрированными нефтегазовыми компаниями (ВИНК) на базе методологии Глобальной инициативы по отчетности (Global Reporting Initiative — GRI). На основе

анализа отчетности в области устойчивого развития ВИНК автором предложены дополнительные эколого-экономические показатели устойчивого развития, проведена их апробация для крупнейших публичных компаний нефтегазового сектора.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие бизнеса; нефтегазовый сектор; глобальная инициатива по отчетности; GRI.

**Khoroshavin A. V.**

**A NEW GENERATION OF BUSINESS SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
MANAGEMENT INSTRUMENTS AND THEIR IMPLEMENTATION  
IN RUSSIAN OIL AND GAS ENTERPRISES**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: a.horoshavin@spbu.ru**

This paper presents the results of a research of the key problems and factors of sustainable development for the oil and gas sector of the Russian Federation. It was conducted by the author within the framework of participation in the project groups on the introduction of integrated management systems to ensure sustainable business development in the companies of the Rosneft, Gazprom and Lukoil groups.

The issues of evaluation of the effectiveness of the implementation of sustainable development strategies by vertically integrated oil and gas companies (VIOCs) using the methodology of the Global Reporting Initiative (GRI) are considered. Based on the analysis of reporting on sustainable development of the VIOC, the author proposed additional environmental and economic indicators of sustainable development and approbated them for the largest public companies in the oil and gas sector.

**Keywords:** business sustainable development; oil and gas sector; Global Reporting Initiative; GRI.

Проблемы обеспечения устойчивого развития, сформулированные еще в 1980-х гг. Комиссией ООН Г.Х. Брундтланд и принятые в виде концепции устойчивого развития (УР) на II Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. [22], определяют необходимость реализации комплексного и сбалансированного подхода к развитию в его экологических, социальных и экономических аспектах. При этом данная концепция первоначально в большей мере охватывала международный уровень и уровень государств. Вместе с тем с течением времени стало утверждаться понимание важности подключения бизнеса для достижения поставленных ООН глобальных целей устойчивого развития.

Так, начиная с 2013 г. в рамках заседаний Генеральной Ассамблеи ООН, посвященных вопросам устойчивого развития [21], подчеркивается принципиальная роль бизнеса в обеспечении устойчивого развития, поскольку именно компании составляют основу новой глобализации и являются деятельными участниками мировой экономики. Именно они, как правило, обладают интеллектуальной собственностью на ключевые инновационные технологии и стоят перед необходимостью формирования и модернизации эффективных систем управления.

Вместе с тем особая роль, которую призван сыграть бизнес, прежде всего крупный, функционирующий в сырьевом сегменте мировой экономики, в обеспечении устойчивого развития, не всегда реализуется на практике. Отношение крупного бизнеса к данной проблеме нередко является весьма двойственным. В докладе "The United Nations in the Age of Sustainable Development" [21] в этой связи подчеркивается, что ряд компаний нефтегазового сектора (НГС) не только откладывают коррективы собственной стратегии УР, но и тратят средства и политический капитал на лоббирование против действий по переходу к устойчивому развитию. Вместе с тем существуют и компании-лидеры, которые способствуют усилиям ООН по достижению целей устойчивого развития. «Просвещенные» лидеры мирового бизнес-сообщества», — подчеркивается в указанном выше документе, — понимают, что обеспечение долгосрочного будущего для их компаний, возможно только если «их рынки будут экономически стабильными, социально справедливыми и устойчивыми по отношению к окружающей среде» [21]. При этом подчеркивается, что «предприятия, которые лидируют в устойчивом развитии сегодня, станут чемпионами мировой экономики в будущем». Все вышесказанное определяет важность изучения проблемы устойчивого развития бизнеса применительно к нефтегазовым компаниям России при выяснении возможностей и роли в достижении соответствующих целей нового поколения управленческих инструментов.

Для НГС применительно к указанным компонентам устойчивости экологическая составляющая получила в последние годы наибольший интерес заинтересованных сторон. Это может быть связано с тем, что для отрасли вопросы доходности разработки месторождений и качества добываемого углеводородного сырья в значительной степени связаны с естественно-географическими особенностями конкретных разрабатываемых месторождений углеводородного сырья и с получаемой при этом природной рентой. В управлении социальными аспектами ведения нефтегазового бизнеса (защита интересов работников, включая основной проблемный элемент — профессиональное здоровье и безопасность) за последние десятилетия достигнут значительный прогресс. Технические и организационные меры в компаниях, работающих в соответствии с международными стандартами, позволили обеспечить безопасные условия труда. И поэтому предприятия отрасли во многих странах считаются одними из наиболее привлекательных как по показателям оплаты труда, так и по обеспечению социальных гарантий.

Однако при отмеченных выше успехах, эколого-экономические проблемы отрасли не только принципиально не решены, но и приобрели в последние годы особую остроту. В их числе выделим следующие: недостаточно высокая эффективность использования недр (являющихся невозобновляемыми ресурсами углеводородного сырья); наличие у производимой продукции опасных экологических свойств (сжигание ископаемого топлива сопровождается выбросами загрязняющих веществ, включая парниковые газы, в процессе потребления углеводородного сырья образуются не разлагаемые отходы полимеров и др.); опасные технологии добычи и переработки углеводородов, вызывающие неблагоприятные изменения в окружающей среде и оказывающие негативное воздействие на условия проживания местного населения; отсутствие



справедливого, с учетом интересов местного населения и будущих поколений, порядка распределения получаемой природной ренты.

Применительно к предприятиям НГС РФ проблемы устойчивого развития заметно обострились в последние годы в связи с целым рядом геополитических, технологических, экономических и экологических вызовов. В этом же ряду — специфика отрасли, заключающаяся в невозможности быстрого изменения стратегии развития компании в силу длительности инвестиционного и производственного циклов, настоятельная необходимость учета параметров риска, с которыми связана производственная (включая природоохранную), маркетинговая, финансовая и др. деятельность компаний [6].

Важным вопросом, требующим проведения специальных исследований, является разработка подходов оценки предприятий по показателям устойчивого развития. В научной литературе в этой связи обращается внимание на сложность количественного измерения и оценки соответствующих показателей (индикаторов) в денежном выражении [8, 10].

Важным вопросом, требующим проведения исследований, является разработка показателей устойчивого развития компаний для анализа результативности разрабатываемых и применяемых компаниями НГС инструментов управления УРБ и использования в качестве бенчмаркинга.

Для решения данного вопроса автором на основе обзора литературы, анализа показателей, используемых в отчетности в области УР компаний в соответствии с Руководством GRI [23], предложен и апробирован ряд дополнительных эколого-экономических показателей УРБ для нефтегазовых компаний, учитывающих отраслевую специфику. Данная разработка проводилась на примере выборки компаний из 6 вертикальной-интегрированных нефтегазовых компаний, официально заявляющих о своих целях обеспечения УРБ.

Применение предложенных удельных эколого-экономических показателей устойчивости, базирующихся на методологии GRI (Global Reporting Initiative), позволяет оценить эффективность реализации стратегии устойчивого развития нефтегазовой компании в ответ на возникающие вызовы, а также проводить сравнительный анализ результатов функционирования различных ВИНК с выявлением компаний, занимающих лидирующие позиции и способных служить в качестве бенчмаркинга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Быстров А., Свирческий В. Инерционность развития нефтяной промышленности России – угроза экономической безопасности страны // Журнал «Федерализм». – 2015. – № 4 (80). – С. 73–84.
2. Донченко В. К., Донченко Я. В. Эколого-экономические проблемы безопасности топливно-энергетического комплекса // Региональная экология. – 2011. – № 3–4 (32). – С. 24–39.
3. Кондратьев К. Я., Донченко В. К. Экодинамика и геополитика. Том 1: Глобальные проблемы. СПб, 1999. – 1040 с.

4. Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Малышков Г. Б., Бондаренко Ю. В. Формирование спроса на экологические инновации: достаточна ли институциональная поддержка? // Проблемы современной экономики. – 2015. – № 2 (54). – С. 15–27.
5. Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Малышков Г. Б. Инклюзивный устойчивый рост: приоритеты, индикаторы, потенциал согласования с моделью реиндустриализации // Проблемы современной экономики. – 2014. – № 3. – С. 15–24.
6. Пахомова Н. В., Хорошавин А. В. Новые инструменты экологического менеджмента в стандарте ISO 14001:2015 как фактор устойчивого развития нефтегазовых предприятий России // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 09. – С. 124–128.
7. Подоба З. С., Лобарева Ю. С. Оценка устойчивого развития крупнейших транснациональных нефтегазовых компаний // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 22–25.
8. Пономаренко Т. В., Сергеев И. Б. Интегрированная корпоративная отчетность горных компаний в контексте стейкхолдерской экономики // Записки Горного института. – 2013. – Т. 205. – С. 232–237.
9. Славинский Д. А., Хорошавин А. В., Смирнова М. В. Анализ новых международных требований к системам экологического менеджмента в контексте российских условий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2015. – № 4. – С. 335–341.
10. Харин А. Г. Методологические особенности управления стоимостью компании, осуществляющей «зеленые» инновации // Теоретико–методологические аспекты инновационного развития экономики. – 2015. – С. 47–58.
11. Хорошавин А. В. Разработка и применение базовых инструментов экологического менеджмента и маркетинга на предприятиях России // Экономика природопользования. – 2014. – № 4. – С. 23–37.
12. Хорошавин А. В. Управление рисками устойчивого развития бизнеса в контексте новых требований стандарта ISO 14001:2015 на примере нефтегазовых предприятий // Материалы III Международной научно–практической конференции «Устойчивое развитие: общество и экономика». – СПбГУ. – 2016.
13. Хорошавин А. В. Анализ новых требований международного стандарта ISO 14001 версии 2015 года и процедура его внедрения // Лидерство и менеджмент. – 2015. – Вып. 2, – № 3. – С. 10–13.
14. Шабанова Д. Н., Александрова А. В. Интегрированное управление рисками как фактор повышения конкурентоспособности предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3, Экономика. – 2016. – № 2 (35). – С. 60–70.
15. Шмаль Г. И., Кершенбаум В. Я., Гусева Т. А., Белозерцева Л. Ю. Новый этап стандартизации нефтегазового комплекса // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 10. – С. 78–80.

16. Antolin-López R., Delgado-Ceballos J., Montiel I. Deconstructing corporate sustainability: a comparison of different stakeholder metrics // Journal of Cleaner Production. – 2016. – Volume 136, Part A. – P. 5–17.
17. Archie B. Carroll, Ann K. Buchholtz BUSINESS & SOCIETY: Ethics and Stakeholder. 9th Edition. – 2015. – 673 p.
18. Elkington J. Cannibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business. Capstone, Oxford. – 1997. – 424 p.
19. Ernst&Yang (Эрнст энд Янг), Фондовый рынки в контексте устойчивого развития. – 2014. – 34 с.
20. Gensler Lauren The World's Largest Oil And Gas Companies 2016: Exxon Is Still King // Forbes. – URL: <http://www.forbes.com/sites/laurengensler/2016/05/26/global-2000-worlds-largest-oil-and-gas-companies/#42b2911818d9>.
21. Jeremić V. Sachs J. The United Nations in the Age of Sustainable Development, UN Panel Discussion. – 2013. – 34 p.
22. Декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. 1992.
23. Руководство по отчетности в области устойчивого развития G4 GRI. 2016.
24. ISO 14001 Environmental Management Systems – Requirements and guidelines manual. Geneva. 2015.

**Краткая информация об авторе:**

**Хорошавин Антон Вадимович**, к.э.н.

Преподаватель кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов Института Наук о Земле СПбГУ.

**Специализация:** разработка и внедрение интегрированных систем менеджмента, обеспечивающих устойчивое развитие.

E-mail: a.horoshavin@spbu.ru

**Khoroshavin A. V.**, PhD in Economic Sciences.

Lecturer of Environmental safety and regional sustainable development chair, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University.

**Specialization:** development and implementation of integrated management systems for sustainable development.

E-mail: a.horoshavin@spbu.ru

Когай А. Д.<sup>\*</sup>, Янковская А. А.

**ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ  
СОСТАВЛЯЮЩАЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, д. 21  
<sup>\*</sup>E-mail: capitanprice@mail.ru**

В статье рассмотрены феномен механизма государственно-частного партнерства (ГЧП), предпосылки его появления и сущность данного явления. Проанализированы тенденции развития ГЧП в странах мира, его масштабы и специализация. Приведены положения российского законодательства в области реализации ГЧП для решения вопросов экологического характера. Выделены сферы применения ГЧП в вопросах охраны окружающей среды.

**Ключевые слова:** государственно-частное партнерство; тенденции государственно-частного партнерства; экологическое законодательство; экологические проекты.

**Kogai A. D.<sup>\*</sup>, Yankovskaya A. A.**

**PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP AS A PROMISING COMPONENT  
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION**

**Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Saint-Petersburg State Economic University»  
Russia, 191023, St. Petersburg, Sadovaya str., 21  
<sup>\*</sup>E-mail: capitanprice@mail.ru**

The phenomenon of the mechanism of public-private partnership (PPP), its preconditions and essence are considered in the article. Trends in the development of PPP around the world, its scale and specialization are analyzed. Provisions of Russian law in the field of implementation of PPP for solving environmental problems are indicated. The spheres of PPP implementation in environment protection issues are highlighted.

**Keywords:** public-private partnership; trends in public-private partnership; ecological legislation; ecological projects.

Основопологающей задачей экономической сферы общественных отношений является производство благ различных форм, а также изменение качественных характеристик уже созданных объектов. Стоит отметить, что степень успешности реализации задач данного плана находится в зависимости не только от непосредственного доступа хозяйствующих субъектов к первичным материальным благам, необходимым для задействования в создании новых, но и от выбора форм их взаимодействия друг с другом.

Субъектами хозяйственной деятельности в условиях современных рыночных отношений являются организации двух основных категорий: государственного и частного секторов.

К особенностям государственных субъектов можно отнести: возможность влияния на экономическую деятельность данного региона посредством контрольно-правовых мероприятий и фискальной экономической политики, обладание крупной материально-финансовой базой. Однако в условиях роста масштабов производства и усложнения его особенностей государство нуждается во взаимодействии с частным бизнесом, которому в большей степени присущи мобильность, гибкость, а также наличие специализированного человеческого ресурса и пр. Таким образом, государственно-частное партнерство (далее — ГЧП), представляющее собой комплексную систему взаимодействия представителей государства и бизнеса, направленное на взаимную поддержку в экономическо-социальной деятельности, являет собой эффективный инструмент для реализации разнородных проектов [3], в том числе при решении проблем экологического характера.

Первые упоминания о применении принципов ГЧП датируются серединой XVI века (строительство канала у города Салон-де-Прованс во Франции), однако начало глобального применения связано с либерализацией экономик большинства государств 80-90-х годов XX века.



Рис. 1. Динамика развития ГЧП по годам (все страны и отрасли) [1]

Основываясь на приведенных на рисунке 1 данных, в настоящее время можно отметить общую тенденцию к существенному расширению масштабов внедрения механизмов ГЧП (даже в условиях рецессии, начавшейся в середине 2000-х годов) в сопоставлении с показателями начала 90-х годов.

Использование принципов ГЧП возможно в различных социально-экономических сферах: статистические показатели по миру демонстрируют наибольшую концентрацию реализации проектов ГЧП в социальной сфере (здравоохранение, образование) и в транспортно-инфраструктурной (автодороги, метро). К числу сфер, непосредственно сопряженных с экологическими аспектами, можно отнести утилизацию и переработку производственных и бытовых отходов, создание водоочистительных и прочих подобных систем, совершенствование работы жилищно-коммунального хозяйства.

Обратимся к особенностям развития ГЧП в Российской Федерации. Активная интеграция механизмов ГЧП в РФ была обусловлена законодательно-правовыми нововведениями [2], затрагивающими экологическое законодательство, в виде утверждения Президентом РФ 30.04.2012 г. Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Также интенсификации работы над проектами ГЧП

способствовало принятие ФЗ от 13 июля 2015 г. N 224-ФЗ «О государственно-частном партнёрстве, муниципально-частном партнёрстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

На сегодняшний день, согласно данным базы проектов Национального Центра ГЧП, в рамках программ ГЧП в России зафиксировано более 2400 проектов (учитывая все уровни реализации). Общий объем инвестиций составляет приблизительно 1,5 трлн руб. Сферой, включающей экологические проекты ГЧП, является коммунально-энергетическая, а одной из основных областей — обращение с твердыми коммунальными отходами. Из 108 заявленных проектов 29 сейчас находятся на конечном этапе реализации, т.е. эксплуатируются. Помимо работы с твердыми бытовыми отходами, к проектам в области охраны окружающей среды можно отнести комплекс мер, направленных на восстановление территорий, подвергнувшихся загрязнению ввиду деятельности различных производственных предприятий; предупреждение загрязнения водных и других объектов посредством внедрения очистительных систем; совершенствование принципов градостроительства на основе минимизации нанесения ущерба природным объектам застраиваемой местности; совершенствование технологий лесохозяйственной инфраструктуры; выделение новых особо охраняемых природных территорий и контроль их успешного функционирования. Обращаясь к анализу эффективности применения механизмов ГЧП в рассматриваемом направлении, невозможно дать однозначную общую оценку, что обусловлено резкой дифференциацией рейтинга регионов РФ по уровню развития ГЧП: показатели Москвы и Санкт-Петербурга (на 2017–2018 годы) превышают от пяти до десяти раз значения показателей некоторых субъектов Южного, Северо-Кавказского и Сибирского федеральных округов.

ГЧП представляет собой инновационный инструмент устойчивого развития, действующий на основе объединения ресурсов различных форм, позволяющий эффективно реализовывать новые и продолжать совершенствовать уже имеющиеся технологии и проекты, связанные с охраной окружающей среды. Учитывая тенденцию к расширению применения ГЧП, а также возможность превалирования его использования в производственных процессах, способных создавать условия для нанесения ущерба окружающей среде, существует необходимость в стабильной поддержке применения данного механизма финансирования проектов со стороны государства на необходимом уровне с учетом высокой степени изменчивости внешних условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Европейский инвестиционный банк, официальный сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <http://data.eib.org/epes/country/all> (дата обращения 10.11.2018).
2. Гражданский кодекс РФ. Ч. I, II. [Электронный ресурс]: введен в действие Федеральным законом РФ № 15-ФЗ от 26 янв. 1996 г. Доступ из справочной правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Шкель Ф.Е. Финансовое обеспечение проектов государственно – частного партнерства в России / Ф. Е. Шкель // Ученые записки ИУБиП. Серия: Экономика. – 2013. – № 3. – С. 234–238.

**Краткая информация об авторах:**

**Янковская Анна Андреевна**, к.э.н., доцент, кафедра региональной экономики и природопользования Санкт-Петербургского Государственного экономического университета.

**Специализация:** теоретические вопросы экологического менеджмента, теории стейкхолдеров и экологической ответственности хозяйствующих субъектов.

E-mail: aia777@yandex.ru

**Iankovskaia A. A.**, PhD in Economic Sciences, Associate Professor, Department of regional economics and environmental management of Saint-Petersburg State Economic University.

**Specialization:** theoretical questions of environmental management, stakeholder theory and environmental responsibility of economic agents.

E-mail: aia777@yandex.ru

**Когай А.Д.**, студент второго курса факультета туризма и гостеприимства Санкт-Петербургского Государственного экономического университета.

E-mail: capitanprice@mail.ru

**Kogai A. D.**, student (second course) of Faculty of Tourism and Hospitality of Saint-Petersburg State Economic University.

E-mail: capitanprice@mail.ru

УДК 338:504; 332.122; 330.341.1

**Бабичев К. Н.**

**ПРОБЛЕМЫ МЕЖСЕКТОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕАЛИЗАЦИИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ<sup>1</sup>**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»**

**Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149**

E-mail: babichevk@list.ru

В статье рассматривается проблема управления твердыми коммунальными отходами в контексте межсекторного взаимодействия. Особое внимание уделяется организации взаимодействия между государством и частнопредпринимательским сектором в части внедрения механизмов государственно-частного партнерства в сферу переработки коммунальных отходов. Проведенный анализ позволяет предложить набор инструментов, позволяющих повысить эффективность системы организации, сбора, хранения и переработки твердых коммунальных отходов.

---

<sup>1</sup>Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 18-410-230020\18 «Межсекторные взаимосвязи в многоуровневой системе управления развитием сельских территорий» (2018–2020 гг., региональный конкурс РФФИ) при финансовой поддержке РФФИ.

**Ключевые слова:** межсекторное взаимодействие; государственно-частное партнерство; твердые коммунальные отходы; отходоперерабатывающий комплекс; региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами.

**Babichev K. N.**

## **PROBLEMS OF INTERSECTORAL COOPERATION IN THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROJECTS ON THE TERRITORY OF KRASNODAR REGION**

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Kuban State University»  
Russia, 350040, Krasnodar, Stavropolskaya str., 149  
E-mail: babichevk@list.ru**

The article deals with the problem of municipal solid waste management in the context of intersectoral interaction. Particular attention is paid to the organization of interaction between the state and the private sector in terms of the introduction of public-private partnership in the processing of municipal waste. The analysis allows offering a set of tools to improve the efficiency of the system of organization, collection, storage and processing of municipal solid waste.

**Keywords:** intersectoral cooperation; public-private partnership; solid municipal waste; waste processing complex; regional operator for solid municipal waste management.

Краснодарский край, характеризуясь достаточно высокой плотностью населения и развитым сельскохозяйственным и промышленным производством, испытывает все большие антропогенные нагрузки на природную среду вследствие роста численности населения и масштабов хозяйственной деятельности. По проведенному Леонтьевским центром (AV-Group) исследованию, экологическая ситуация в Краснодарском крае является очень важной проблемой, по этому фактору регион занимает 66-е место в России. Оценка другой организации, «Зеленый патруль», несколько лучше: в экологическом рейтинге регионов, отражающем актуальное состояние экологии в субъектах Российской Федерации, Краснодарский край занимает 21-е место [1].

При постоянном росте объемов отходов в Краснодарском крае наблюдается крайне низкий уровень их использования: только 2% отходов подвергается переработке, а остальное отправляется на полигоны, занимающие значительные площади территорий.

На региональном уровне в Краснодарском крае в настоящее время законодательно уточняются формы участия органов местного самоуправления в сфере обращения с отходами. Однако предлагаемые формы не позволяют четко разграничить функции региона и муниципалитета, и, таким образом, понятие «участия» останется лишенным конкретики.

Передачу на региональный уровень полномочий в сфере управления твердыми коммунальными отходами (далее ТКО) сопровождало создание института региональных операторов по обращению с ТКО, являющихся юридическими лицами. Теперь именно они отвечают за сбор, транспортирование, обработку, утилизацию, обезвреживание, захоронение



твердых коммунальных отходов и могут привлекать в этот процесс операторов по обращению с твердыми коммунальными отходами [3].

Так, в Краснодарском крае уже разработана и утверждена территориальная схема обращения с отходами, поделившая весь край на 11 зон деятельности региональных операторов (Абинская, Белореченская, Краснодарская, Тихорецкая, Тимашевская, Лабинская, Крымская, Новокубанская, Староминская, Усть-Лабинская, Новороссийская). Территориальная схема предполагает также переход на переработку ТКО, что подразумевает функционирование межмуниципальных зональных центров по переработке и утилизации ТКО в каждой зоне деятельности региональных операторов. Каждый отходоперерабатывающий комплекс охватывает от 2 до 5 муниципальных образований, суммарный объем отходов от которых должен позволить привлекать в сферу переработки ТКО частных инвесторов. На сегодняшний день реализуются мероприятия по обеспечению инженерной инфраструктурой территории Тихорецкого и Белореченского межмуниципальных экологических отходоперерабатывающих комплексов (МЭОК), которые финансируются за счет средств краевого и муниципального бюджетов и федерального соответственно, также разработаны инвестиционные проекты по Новороссийскому и Краснодарскому МЭОК с использованием концессионных соглашений [4].

Строительство остальных семи МЭОК пока лишь предполагается реализовать в рамках межсекторного партнерства (государственно-частного партнерства (ГЧП) на основе концессионных соглашений с объемом инвестиций размером 5,63 млрд рублей и сроком ввода объектов в эксплуатацию в 2018 году. Однако официальных заявок инвесторов для участия в конкурсе так и не поступило, что привело к снятию документации с конкурса [3].

Преимуществами для использования механизма ГЧП в отрасли являются:

1) Экономические стимулы: достаточный объем рынка ТКО в регионе; наличие экономически обоснованных тарифов; наличие бюджетного финансирования для компенсации расходов частного партнера и гарантий возврата инвестиций.

2) Административные стимулы: готовность исполнительных органов власти принимать на себя риски проекта, в том числе риск спроса; нацеленность руководства на реализацию проекта.

3) Правовые стимулы: наличие региональной программы в сфере обращения с ТКО и территориальной схемы обращения с ТКО; наличие «работающего» механизма реализации отдельных ГЧП-проектов.

Тем не менее при всех очевидных стимулах, существует целый перечень ограничений, препятствующих развитию данного механизма. Механизм ГЧП в коммунальной сфере в настоящее время реализуется очень слабо, что связано в первую очередь с несовершенством законодательства и отсутствием гарантий. База проектов ГЧП включает в целом по России 38 проектов в сфере обращения с ТКО, из них 2 — в Краснодарском крае, который в рейтинге развития ГЧП в субъектах Российской Федерации занимает 41 место среди 85 регионов. Размещенные проекты строительства отходоперерабатывающих комплексов в Краснодаре и Новороссийске оказались не привлекательны для инвесторов. Одной из причин является

высокая затратность проектов (каждый около 700–900 млн рублей) при продолжительном сроке реализации и окупаемости. Так, по России 36,8% от общего числа проектов ГЧП в сфере ТКО имеют срок реализации 25 лет, 18,4% — 20 лет (рис. 1).

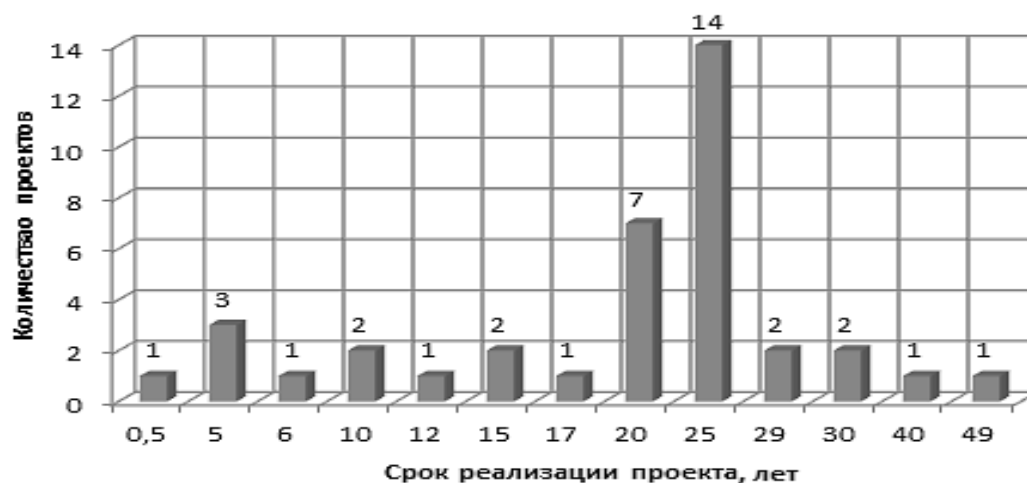


Рис. 1. Сроки реализации проектов ГЧП в сфере ТКО в России [5]

Привлечение инвестиций в эту сферу оказалось сложной задачей, обусловленной несовершенством экономических стимулов, длительностью окупаемости инвестиций (10–15 лет) и непрозрачностью «правил игры» для инвесторов.

Возможности решения этих вопросов так и не выявлены, что усложняется отсутствием в Краснодарском крае, как и во многих других регионах, программ в области обращения с ТКО. Для дальнейшего развития управления ТКО требуется скорейшая разработка программы развития сферы обращения с ТКО, направленной на формирование современной, эффективной системы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории края.

Предлагаемая программа совершенствования организации управления ТКО включает реализацию мероприятий по выбранным направлениям:

1. Создание эффективной системы отдельного сбора твердых коммунальных отходов, основанной на положительном опыте и учитывающей специфику местных условий.

2. Создание объектов переработки ТКО и развитие рынков сбыта вторичных ресурсов.

3. Развитие механизма государственно-частного партнерства в сфере переработки и сортировки ТКО. Необходимо использовать следующие способы стимулирования и привлечения бизнеса в сферу отходов:

- формирование обоснованных тарифов, позволяющих окупать процесс обращения с ТКО; льготное кредитование; льготное налогообложение; использование механизма минимальной гарантированной доходности (субсидии из бюджета либо внебюджетных фондов в случае недостаточности тарифной и коммерческой выручки) и т.д.

- формирование единой, стабильной и прозрачной нормативно-правовой базы в сфере ТКО на федеральном, региональном и местном уровне: достижение единства законодательной базы; оптимизация количества и качества законодательных актов; конкретизация содержания

законодательных актов; обеспечение стабильности законодательной базы; ужесточение административного законодательства.

4. Формирование региональной системы учета ТКО и подробной статистической отчетности, содержащей актуальные и достоверные данные муниципальных образований Краснодарского края.

5. Оптимизация структуры и полномочий органов управления ТКО на региональном и местном уровне.

6. Повышение экологической культуры населения, развитие экологического просвещения и образования [6].

Таким образом, институциональные основы управления ТКО в Краснодарском крае характеризуются переходным состоянием: отсутствием прозрачности многих положений и координации между властями различного уровня. Несовершенство институциональной составляющей является прямым препятствием на пути к эффективной организации управления ТКО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический рейтинг субъектов Российской Федерации / Официальный сайт Общероссийской Общественной организации «Зеленый патруль». – URL: <http://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskij-reyting-subektov-rf?tid=295> (дата обращения 10.10.18).
2. Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641: постановление Правительства Российской Федерации от 12 ноября 2016 г. № 1156. Доступ из справочной правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О региональных операторах по обращению с ТКО / Официальный сайт ОАО «Мусороуборочная компания». – URL: <http://trashcomp.com/news/PervyjvRossiiRegionalnyj-operator-po-obrascheniju-s-TKO> (дата обращения 06.10.18).
4. Территориальная схема обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Краснодарского края / Официальный сайт министерства ТЭК и ЖКХ Краснодарского края. – URL: <http://www.gkh-kuban.ru> (дата обращения 11.10.18).
5. Где в России удобно собирать отходы отдельно? // Официальный сайт Гринпис России. – URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/news/2017> (дата обращения 11.10.18).
6. Родин А. В., Бабичев К. Н. «Зеленая» экономика: формирование точек роста // Экологическая безопасность региона. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. – 2016. – С. 124–128.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Бабичев Константин Николаевич**, к.э.н., доцент.

Доцент кафедры организации и планирования местного развития.

**Специализация:** исследования в области проблем жилищного сектора, государственная и муниципальная жилищная политика, жилищно-коммунальное хозяйство.

E-mail: babichevk@list.ru

**Babichev K. N.**, PhD in Economic Sciences, Associate Professor.

Associate Professor, Department of Local Development Organization and Planning.

**Specialization:** research on the housing sector; state and municipal housing policy; housing and communal services.

E-mail: babichevk@list.ru

УДК 691.5:666.92:666.96

**Бондарь А. В. \*, Ковальский В. П.**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Винницкий национальный технический университет**

**Украина, 21021, Винница, Хмельницкое шоссе, д. 95**

\*E-mail: alichka.vin@i.ua

В работе будут представлены материалы исследований возможности использования отходов промышленности для производства сухих строительных смесей. Приведена актуальность использования вторичных минеральных ресурсов, остатков сырья, отходов и дисперсных побочных продуктов промышленности. Обоснована разработка составов эффективных сухих строительных смесей на основании золы-уноса и отходов карбонатных пород. Приведены результаты экспериментальных исследований позитивного влияния отходов на свойства сухих смесей и растворов, полученных на их базе, а также экологическую ситуацию.

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси; добавка; отходы промышленности; зола-унос теплоэлектростанций; отходы добычи и обработки известняка.

**Bondar A. V. \*, Kovalsky V. P.**

## **USE OF WASTES FOR BUILDING MATERIALS PRODUCTION**

**Vinnitsia National Technical University**

**Ukraine, 21021, Vinnitsia, Khmelnytske highway, 95**

\*E-mail: alichka.vin@i.ua

The paper presents research materials on the feasibility of using industrial wastes for the production of dry building mixtures. The urgency of using secondary mineral resources, residues of raw materials, waste and disperse by-products of industry is shown. The development of compositions of effective dry building mixtures based on fly ash and waste carbonate rocks is substantiated. Results of experimental studies ascertaining the beneficial effect from the use of wastes on the properties of dry mixtures and solutions obtained on their basis, as well as on the ecological situation are presented.

**Keywords:** dry building mixtures; additive; industrial wastes; fly ash from thermal power plants; limestone mining and processing waste.

В условиях ресурсо- и энергосбережения, а также обостренной экологической ситуации, актуальным вопросом является разработка современных строительных материалов

с использованием отходов промышленного комплекса. Сухие строительные смеси (ССС) являются многокомпонентными системами, из которых получают строительные растворы высокого качества и самого различного предназначения. К сожалению, на рынке Украины в основном представлены импортные ССС, качество которых зависит от высокого содержания дорогостоящих цементно-полимерных связующих, а также разнообразных модифицирующих добавок производства Европы. Потому важным остается вопрос частичной замены этих компонентов местным сырьем, что позволяет сделать минеральная база, а также исследование свойств ССС с использованием отходов промышленности, например, золы-унос теплостанций (ТЭС).

Цель исследований состоит в разработке оптимальных по своим физико-механическим свойствам составов ССС, в основании которых будут отходы промышленности. Для достижения обозначенной цели решались следующие задачи: теоретический анализ и изучение минерально-сырьевой базы Винницкого региона Украины, в том числе отходов промышленности, пригодных для производства ССС без изменения технологической линии производства [1]; экспериментальные исследования составов ССС с использованием золы-унос и карбонатных отходов [2].

Экспериментальная часть работы проводилась в лаборатории «Строительных материалов» ВНТУ, оснащенной необходимыми инструментами, приборами и материалами. Подбор количественного и фракционного соотношения сырьевых материалов, приготовления сухой строительной смеси, а также исследование свойств растворов на её базе проводили согласно рекомендациям и требованиям ДСТУ Б В.2.7-126:2011 [3]. Для дальнейшего определения физико-механических свойств растворов, полученных на основании ССС, изготавливались серии образцов размерами 40 мм x 40 мм x 160 мм, которые сохранялись и испытывались согласно требованиям к растворам на гидравлических связующих.

Для разработки составов ССС использовались такие материалы: портландцемент М400-500, кварцевый песок, измельченные отходы известняка карьеров Винницкой области и крымского ракушечника Евпаторийского месторождения, зола-унос Ладыженской ТЭС и частично местное высокопластичное глинистое сырье (Винницкая область). В облегченные составы дополнительно вводились поверхностно-активные вещества (ПАВ) для получения ячеистой структуры растворов, например, смола древесная омыленная (Ветлужский лесохимкомбинат, Сявский лесохимкомбинат, Россия).

Экспериментально-теоретический подбор составов ССС показал зависимость свойств растворов от количества и размеров частиц заполнителей [4]. Таким образом, для дальнейших испытаний использовалась глина фракции 0,315–0,63 мм, что позволило ограничить склеивание частиц наполнителя и связующего, обеспечивая растворам высокую степень пластичности и адгезии без дополнительного количества воды, что позитивно сказывается на прочности растворов. Тонкодисперсная (до 0,14 мм) зола-унос ТЭС после активации измельчением в бегунах выступает активным компонентом ССС, позволяя экономить связующее и дорогие, модифицирующие свойства, добавки. Карбонатный песок фракции 0,315–0,63 мм проявляет

свойства активного наполнителя из-за шероховатой поверхности, в отличие от кварцевого песка, и благодаря положительному заряду поверхности частиц в противовес другим компонентам смеси с негативным зарядом (песок, цемент, зола-унос). Кварцевый песок должен иметь фракцию не более 1,2 мм. Такой подбор фракционного состава ССС позволяет уменьшить водопотребность и водопоглощение смеси, в конечном итоге получить смесь более высокой прочности, без усадок и трещин.

Итогом исследований было получение ССС со следующими характеристиками, приведенными в таблице 1 [5].

Таблица 1

Состав и свойства ССС и растворов на их базе

| Состав ССС  | Водо-потребность | Подвижность (осадка конуса), см | Прочность на изгиб в возрасте 28 суток, МПа | Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа | Водопоглощение, % |
|---|------------------|---------------------------------|---|--|-------------------|
| Цемент (10–12%)<br>Глина (15–18%)<br>Карбонатный песок (17,5–22,5%)<br>Кварцевый песок (30,5–42,5%)<br>Зола-унос ТЭС (15–20%) | 0,17–0,24        | 6,1–8,8                         | 2,7–6,4                                     | 6,8–11,2                                     | 1,2–2,4           |

В результате выполненных теоретико-экспериментальных исследований получен состав минеральных цементных ССС на основе отходов промышленности с оптимальными физико-механическими свойствами растворов М30-М100 (М150 — при увеличении затрат ПЦ до 48%), полученных на основе этих смесей.

Введение в состав ССС порообразующих добавок позволило получить облегченные растворы М10-М50, в которых песок из отходов резки карбонатных пород, глиняный порошок и золы-унос ТЭС также играют роль активных составляющих [6].

Таким образом, целесообразным с точки зрения улучшения экологической ситуации и экономии сырья является использование отходов промышленности, и в том числе вторичных материальных ресурсов, которые не содержат вредных примесей, но потеряли потребительские свойства, для изготовления новых строительных материалов, например, сухих строительных смесей. Особенно стоит обратить внимание на дисперсные техногенные побочные продукты, которые не требуют дополнительной обработки, кроме измельчения и просеивания до нужной фракции, например, золу-унос ТЭС и отходы обработки горных пород.

**Работа рекомендована:** Ковальским Виктором Павловичем, к.т.н., доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, ВНТУ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Очеретный В. П., Бондарь А. В. Перспектива производства и использования поризованных сухих строительных смесей // Научно-технический сборник «Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве». – Винница: ВНТУ, 2011. – № 2. – С. 36–39.
2. Очеретный В. П., Ковальский В. П., Бондарь А. В. Использование отходов известняка и промышленных отходов при производстве сухих строительных смесей // Современные технологии материалы и конструкции в строительстве: Научно-технический сборник. – Винница: Универсум-Винница, 2009. – Том 6. – № 1. – С. 36–40.
3. Смесей строительные сухие модифицированные. Общие технические условия ДСТУ Б В.2.7-126: 2011. – [введен 2011-06-01]. – М.: Министерство регионального развития и строительства Украины, 2011. – 42 с. (Национальный стандарт Украины).
4. Очеретный В. П., Ковальский В. П., Бондарь А. В. Проектирование составов сухих строительных смесей с минеральными добавками // Современные технологии материалы и конструкции в строительстве: Научно-технический сборник. – Винница: ВНТУ, 2010. – № 1. – С. 48–54.
5. Патент Украины UA 91008 U, 25.06.2014.
6. Очеретный В. П., Ковальский В. П., Бондарь А. В. Влияние минеральных микронаполнителей на свойства поризованных сухих строительных смесей // Вестник Сумского национального аграрного университета: Серия «Строительство». – Сумы: Издательство Сумского национального аграрного университета, 2014. – Выпуск 10 (18). – С. 44–47.

### **Краткая информация об авторах:**

**Бондарь Алёна Васильевна**, ассистент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, ВНТУ.

**Специализация:** разработка эффективных составов сухих строительных смесей из местных строительных материалов и отходов промышленности, современные тепло-звукоизоляционные материалы.

E-mail: alichka.vin@i.ua

**Bondar A. V.**, assistant of the Department of Construction, Urban and Architecture Development, Vinnitsa National Technical University.

**Specialization:** development of effective compositions of dry building mixtures from local construction materials and industrial waste, modern heat and sound insulation materials.

E-mail: alichka.vin@i.ua

**Ковальский Виктор Павлович**, к.т.н., доцент.

Доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, ВНТУ.

**Специализация:** использование отходов промышленности в производстве строительных материалов.

E-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

**Kovalsky V. P.**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor.

Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture Development, Vinnitsa National Technical University.

**Specialization:** using the industrial waste in the production of building materials.

E-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Сучкова М. В. \*, Смирнов Ю. Д.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД  
В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет»  
Россия, 199106, Санкт-Петербург, В. О., 21 линия, д. 2  
\*Email: cjgreykot@gmail.com**

В статье рассмотрен российский и зарубежный опыт утилизации осадка городских канализационных сточных вод с перспективой возможности полезного использования как непосредственно отхода, так и продуктов его переработки. Отдельное внимание уделено проблеме утилизации золы сжигания осадка сточных вод.

**Ключевые слова:** водоочистка; осадок сточных вод; тяжелые металлы; удобрение; фиторемедиация почв.

Suchkova M. V. \*, Smirnov Yu. D.

**ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING SEWAGE SLUDGE  
IN THE NATIONAL ECONOMY**

**Saint-Petersburg Mining University  
Russia, 199106, St. Petersburg, 21st Line, 2  
\*Email: cjgreykot@gmail.com**

The article examines the Russian and foreign experience of urban sewage sludge recycling with a view to beneficial use of both the waste proper and its processing products. Special attention is paid to the problem of recycling of incinerated sewage sludge ash.

**Keywords:** water treatment; sewage sludge; heavy metals; fertilizer; phytoremediation of soils.

Деятельность городских канализационных очистных сооружений не ограничивается исключительно очисткой сточных вод. Важной составляющей также является обработка и утилизация образующихся осадков (ОСВ). С учетом темпов роста производства и потребления, данный вопрос становится как никогда актуален. В таких крупных мегаполисах, как Санкт-Петербург, объем коммунальных сточных вод исчисляется миллионами, а количество осадков — тысячами кубометров в сутки.

Основные задачи, поставленные перед современными технологиями, заключаются в уменьшении объёма осадков и в последующем превращении их в безвредный продукт, не вызывающий загрязнения окружающей среды. Одной из наиболее актуальных проблем для крупных городов России в целом и для Санкт-Петербурга в частности является вопрос обезвреживания и утилизации постоянно растущего количества образующихся отходов производства и потребления в условиях ограниченной вместимости объектов их размещения.



Работа посвящена решению актуальной проблемы утилизации осадка сточных вод городских канализационных очистных сооружений с перспективой использования отхода в народном хозяйстве. **Цель** работы — оценка возможности полезного использования осадка сточных вод.

Работа выполняется с использованием комплекса методов исследований, включающего системный анализ проблемы на основе исследований российских и зарубежных ученых, патентно-информационный анализ, лабораторные методы изучения состава и свойств осадка сточных вод. Проект реализован на основе лабораторной и экспериментальной базы аккредитованного Научно-образовательного центра Горного университета с использованием уникального оборудования Центра коллективного пользования Горного университета при поддержке Гранта Правительства Санкт-Петербурга и Гранта Президента РФ.

Особенностью ОСВ как отхода является двухкомпонентность органической и минеральной фаз. Повышенное содержание в составе ОСВ тяжелых металлов обычно обуславливает их IV класс опасности. Ввиду этого чаще всего данный вид отходов размещается на полигонах складирования и не подлежит повторному использованию. При этом существующие направления полезной утилизации отхода не используются достаточно широко как в России, так и за рубежом, что приводит к обострению негативного влияния отхода на окружающую среду (загрязнение атмосферы и гидросферы, отчуждение земельных площадей под полигоны для складирования ОСВ). Имеющиеся данные свидетельствуют об актуальности данной проблемы и необходимости поиска новых подходов и технологий по вовлечению ОСВ в хозяйственный оборот.

В соответствии с Директивой Совета 86/278/ЕЕС от 12.06.1986 «О защите окружающей среды и в особенности почв при использовании в сельском хозяйстве осадков сточных вод» в странах Европейского союза в 2005 г. ОСВ были использованы следующим образом: 52% — в сельском хозяйстве, 38% — сожжены, 10% — складированы [1].

Размещение осадков сточных вод в целях захоронения на полигонах осуществляется при отсутствии альтернативных методов их использования в качестве вторичных ресурсов. Как известно, для восстановления земель, нарушенных в процессе строительства и эксплуатации полигона, после окончания его эксплуатации владелец обязан провести рекультивацию в порядке, установленном законодательством Российской Федерации. ОСВ, а также компосты и почвогрунты на основе осадков могут быть успешно использованы для этапа биологической рекультивации, а также создания защитного зеленого барьера по периметру полигона [5].

Компостирование, которое представляет собой аэробный процесс бактериального разложения с целью стабилизации органических отходов и производства гумуса, представляет собой надежно зарекомендовавший себя метод обеззараживания ОСВ и получения полезных продуктов, таких как компост и удобрение.

В частности, в Северо-Западном регионе Российской Федерации технологии компостирования ОСВ варьируются от простого компостирования в открытых валках с минимальным количеством конструкций до полностью закрытых камер с ускоренным процессом

обработки и высоким качеством очистки воздуха. Наиболее экономически выгодные технологии обработки ОСВ — компостирование в валках и туннельное компостирование. Эксплуатация и техническое обслуживание при применении обоих методов относительно просты и требуют лишь базовых знаний биологии и биохимии компостирования, что дает возможность их широкого применения [6].

Одно из наиболее перспективных направлений в утилизации ОСВ — пиролиз (процесс переработки веществ, которые содержат углерод, посредством нагрева без доступа кислорода при высоких температурах). Продукты пиролиза могут быть применены в самых различных отраслях промышленности и хозяйства. В частности, порошок, образующийся в результате пиролиза, возможно утилизировать как топливо или применять для получения фосфора и азота. Первичный дёготь после фракционной разгонки позволяет получить карбоновые кислоты, парафин, фенолы, органические основания, коксовую пыль [7].

Благодаря наличию высокой концентрации фосфора и азота ОСВ является хорошим удобрением. В области сельского хозяйства можно:

- широко применять осадки в качестве ценного удобрения;
- с помощью осадков превращать песчаные почвы в плодородные участки;
- активный ил можно использовать как белковый корм для животных и птиц.

Нидерланды, Швеция и Испания используют более 60% осадка для сельскохозяйственных целей. Дания, Англия и Швейцария используют более 45% для аналогичных целей. Их опыт показывает, что, следуя правилам и строгому соблюдению стандартов, неблагоприятные экологические последствия применения осадка для сельскохозяйственного назначения могут быть сведены к минимуму [4].

Существуют также примеры эффективной мелиорации нарушенных земель с использованием как очищенных сточных вод, так и ОСВ, в связи с активным воздействием отхода на процесс почвообразования [3].

Тем не менее ОСВ, используемые в качестве удобрения, могут представлять собой источник загрязнения. До середины 80-х годов колхозы и совхозы активно использовали прошедший обработку осадок в качестве удобрения. В начале 90-х годов были установлены допустимые нагрузки на почву по тяжелым металлам и обнародована информация о повышенном содержании тяжелых металлов в осадках городских очистных сооружений, что привело к сложностям с регистрацией данного отхода в качестве удобрения. Это одна из причин того, почему в последние годы все большее распространение получает сжигание осадка. Осадки подвергаются сжиганию (обжигу), если их утилизация невозможна или экономически нецелесообразна, а также если территория для их складирования ограничена или отсутствует, и в тех случаях, когда это требуется по санитарно-гигиеническим соображениям [6].

Попытка России перенести зарубежный опыт сжигания ОСВ на отечественную почву (строительство заводов по сжиганию осадка) оказалась малоэффективной: объем твердой фазы снизился всего на 20% при одновременном выбросе в атмосферный воздух большого количества

газообразных токсичных веществ и продуктов сгорания. В связи с этим в России, как и во всех остальных странах СНГ, основным способом обращения с ОСВ остается их складирование. В частности, в настоящее время с целью снижения объемов образования отходов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» использует сжигание осадков сточных вод в печах псевдоожиженного слоя. Несмотря на то, что данная технология позволяет сократить объем осадка в десять раз, годовые объемы образуемой при этом золы все еще достаточно велики и составляют около 50 тыс. тонн.

В качестве возможных путей утилизации золы можно назвать использование в сельском хозяйстве, в процессах рекультивации нарушенных земель или в качестве компонента в строительных материалах. В настоящее время рост спроса на строительные материалы требует альтернативного способа их получения из разных источников, в том числе, из золы ОСВ. Существуют исследования по таким направлениям полезного использования, как: производство кирпича и плитки, в качестве сырья для производства цемента, заполнителей для бетона и компонента синтеза легких материалов и так далее [2].

Однако при воздействии на отход кислой среды возможен переход тяжелых металлов в более растворимую форму и их миграция в окружающую среду. Так, вследствие повышенного содержания тяжелых металлов в золе сжигания осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», надзорные органы в настоящее время запрещают использование золы даже в целях дорожного строительства, несмотря на установленный IV класс опасности отхода.

Известны следующие способы удаления тяжелых металлов из золы сжигания осадка сточных вод на различных этапах технологического процесса очистки: на стадии очистки сточных вод, на стадии образования осадка сточных вод, а также непосредственно для золы, размещенной на полигонах складирования.

Способы дополнительной очистки сточных вод от примесей тяжелых металлов требуют введения в эксплуатацию дополнительных элементов очистных сооружений и рассчитаны на промышленные концентрации тяжёлых металлов в сточных водах.

Способы очистки осадка сточных вод от тяжелых металлов требуют дополнительной реагентной или реагентно-биологической обработки осадка, что подразумевает необходимость обеспечения очистных сооружений установками хранения и дозирования реагента.

Наиболее приемлемыми методами в настоящее время представляются способы снижения концентрации тяжелых металлов в золе, размещенной на полигонах складирования, поскольку это не требует вмешательства в технологическую схему очистки сточных вод на очистных сооружениях. Рассмотренные способы относятся к биологической очистке почв и подразумевают проведение фиторемедиации загрязненных площадей, что включает засев загрязненного почвогрунта семенами растений, способных к аккумуляции тяжелых металлов, с последующим многократным скашиванием их на стадии вегетационного периода, высушиванием и удалением с поверхности почв. Фиторемедиационный способ очистки почв является экологически чистым и позволяет существенно снизить содержание тяжелых металлов в загрязненных почвах.

Известны способы применения сухих ОСВ и золы сжигания в дорожно-строительных работах как в качестве компонента асфальтобетонного покрытия, так и в качестве полезного компонента при озеленении и благоустройстве дорожных откосов. Необходимость избавления от отхода, свойства которого позволяют получать в результате его утилизации качественный асфальтобетон, и, главное, возможность его применения при ремонте нарушенных дорожных покрытий являются главными причинами возможного использования рассматриваемого метода утилизации ОСВ предприятиями Водоканала.

Экономический эффект от внедрения результатов теоретических и научно-практических разработок на объектах ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и в крупных мегаполисах определяется с учетом следующих аспектов:

1. Социально-экономический фактор.

В настоящее время, по данным Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 11.12.2013 N 989 «Об утверждении схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года (с изменениями на 25 сентября 2015 года)», в результате деятельности трех заводов сжигания осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в городе образуется около 50 000 т/год золы сжигания осадка, которая в полном объеме вывозится на полигоны складирования. В ведении ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» находятся полигоны «Волхонка-2» (на текущий момент закрыт для ввоза отходов) и «Северный». Наличие полигонов для складирования осадка в границах Санкт-Петербурга в непосредственной близости от жилых кварталов является существенной экологической проблемой, при этом объем заполнения полигона «Северный» составляет более 91 процента от проектной мощности, что оказывает негативное влияние на окружающую среду. Прекращение вывоза золы на полигон и возможная утилизация уже складированного отхода позволит не только освободить часть площадей объекта, но и снизить негативное воздействие объекта на окружающую среду в будущем.

2. Экономическая эффективность использования отхода как полезного компонента.

Зола сжигания осадка сточных вод может быть использована в качестве полезного компонента почвосмеси в качестве удобрений II группы: для посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, для рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, полигонов твердых коммунальных отходов. Все перечисленные направления являются чрезвычайно актуальными в условиях мегаполиса. В перспективе использование продукции обладает как значительным ресурсосберегающим эффектом — за счет снижения объемов исходного грунта, требующегося для процессов рекультивации, и утилизации отхода, так и экономическим эффектом, поскольку стоимость почвосмеси с использованием отхода значительно ниже рыночной стоимости грунта.

Очистка золы сжигания осадка сточных вод от тяжелых металлов и поиск способа ее полезного использования объявлены одними из приоритетных научных тем по вопросам ведения Комитета по энергетике и инженерному обеспечению Санкт-Петербурга. Дальнейшие

исследования предполагается направить на разработку состава почвосмеси на основе золы сжигания осадка сточных вод и на оценку эффективности ее использования при проведении рекультивационных работ.

Управление осадком сточных вод является неотъемлемой частью работы любых современных очистных сооружений водоотведения: важно не терять содержащиеся в осадке биогенные элементы, использовать его в качестве материала и источника энергии и распоряжаться им эффективно.

**Работа рекомендована:** научным руководителем Смирновым Юрием Дмитриевичем, к.т.н., доцент кафедры Геоэкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Healy M.G., Clarke R., Peyton D., Cummins E., Moynihan E.L., Martins A., Béraud P., Fenton O. (2015) Resource recovery from sewage sludge. *Sewage Treatment Plants: Economic Evaluation of Innovative Technologies for Energy Efficiency* (eds. Katerina Stamatelatou, Konstantinos P. Tsagarakis), London, UK: IWA Publishing.
2. Smola M., Kulczyckab J., Henclika A., Gorazdac K., Wzorek Z. (2015) The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, Vol.95 (eds. Donald Huisingh): Elsevier.
3. Sousa G., Fangueiro D., Duarte E., Vasconcelos E. (2011) Reuse of treated wastewater and sewage sludge for fertilization and irrigation. *Water Science & Technology*, London, UK: IWA Publishing.
4. Vigneswaran S., Sundaravadivel M. (2009) Recycle and Reuse of Domestic Wastewater. *Wastewater Recycle, Reuse, and Reclamation* (eds. Saravanamuthu Vigneswaran), Oxford, UK: EOLSS Publishers/UNESCO.
5. ГОСТ Р 54535-2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при размещении и использовании на полигонах. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013.
6. Обработка осадка сточных вод: полезный опыт и практические советы / Ян-Эрик Люфт, Entsorgungsbetriebe Lübeck, Туули Ойяла [и др.]; под ред. Л. Науменко; пер. с англ. А. Кузавко. – Турку, Финляндия: Project on Urban Reduction of Eutrophication. – 2012. – 125 с.
7. Переработка осадков сточных вод и их утилизация [Электронный ресурс] – URL: <http://vodakanazer.ru/kanalizaciya/osadok-stochnyx-vod-eto.html> (дата обращения: 10.09.2018).

#### **Краткая информация об авторах:**

**Смирнов Юрий Дмитриевич**, к.т.н., доцент кафедры Геоэкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

**Специализация:** геоэкология, экологический мониторинг.

Email: ckr@spmi.ru

**Smirnov Yu. D.**, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Geoecology of Saint-Petersburg Mining University.

**Specialization:** geoecology, ecological monitoring.

Email: ckr@spmi.ru

**Сучкова Марина Вячеславовна**, магистрант 1-го года обучения кафедры Геоэкологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

**Специализация:** инженерная защита окружающей среды.

Email: cjgreykot@gmail.com

**Suchkova M. V.**, master's degree student at the Department of Geoecology of Saint-Petersburg Mining University.

**Specialization:** environmental engineering.

Email: cjgreykot@gmail.com

УДК 676:502.65

**Антонов И. В.\* , Ремизова А. А., Шишкин А. И.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ  
В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВЕЛИКОЙ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»**

**Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18**

\*E-mail: antonovivv@yandex.ru

В работе рассматриваются вопросы, связанные с проведением эколого-технологической оценки предприятий-водопользователей по значению уровня экологичности (УЭ) при расчете нормативов допустимого сброса в соответствии с нормативами допустимого воздействия на водный объект реки Великой.

**Ключевые слова:** уровень экологичности; линейная схема; природно-территориальный комплекс; нормирование; наилучшие доступные технологии.

**Antonov I. V.\* , Remizova A. A., Shishkin A. I.**

**USING ENVIRONMENTAL-TECHNOLOGICAL INDICATORS WHEN DISTRIBUTING  
LOADS BETWEEN WATER USERS IN THE VELIKAYA RIVER BASIN**

**Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design**

**Russia, 19118, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 18**

\*E-mail: antonovivv@yandex.ru

This work considers issues related to carrying out the environmental-technological assessment of the water user enterprises based on the environmental friendliness level (EFL) when calculating the admissible discharge standards according to admissible impact standards for a water object, the Velikaya river.

**Keywords:** environmental friendliness level; linear scheme; natural and territorial complex; regulation; best available technologies.

Одним из приоритетных направлений природоохранной политики является совершенствование действующих и развитие новых принципов и методов оценки состояния природных объектов и экологического нормирования всех видов антропогенных воздействий.

В настоящей работе реализуется методология оценки уровня экологичности (УЭ) предприятий в водном бассейне и на основе этой оценки распределения между водопользователями нормативов допустимого воздействия на водный объект в виде индивидуальных нормативов допустимого сброса и квот на сброс загрязняющих веществ.

Основные элементы данного подхода были определены и частично апробированы в работах [1–5]. В работе рассматривается водный бассейн реки Великой.

Всего имеется информация о 84 организациях-водопользователях, из которых 19 предприятий вносят наибольший вклад в антропогенную нагрузку на водный объект. Данные предприятия приведены на линейной схеме бассейна реки, которая представлена на рисунке 1. Рассматриваемые предприятия относятся к отраслям: коммунальное хозяйство, животноводство, судебные и юридические учреждения, молочная промышленность, общее образование, культура и искусство, здравоохранение, таможня.

После проведения районирования бассейна реки и ранжирования предприятий-водопользователей была произведена оценка состояния качества воды по индексу загрязненности воды (ИЗВ).

Ассимилирующая способность водной экосистемы отражается разностью между  $C_{нр}$  и  $C_{нвх}$ . В связи с этим предлагается сокращать данную разность в зависимости от класса качества воды в контрольном створе (таблица 1).

*Таблица 1*

Связь  $\Delta C$  с классом качества воды и комплексными показателями

| Значения показателей |          | Классы качества воды | $\Delta C$     |
|----------------------|----------|----------------------|----------------|
| ИЗВ                  | УКИЗВ    |                      |                |
| До 1                 | 1        | Чистая               | $\Delta C$     |
| [1;4]                | [1;2]    | Слабо загрязненная   | 0,9 $\Delta C$ |
| (4;6]                | (2;4]    | Загрязненная         | 0,8 $\Delta C$ |
| (6;10]               | (4;11]   | Грязная              | 0,7 $\Delta C$ |
| Более 10             | Более 11 | Очень грязная        | 0,6 $\Delta C$ |

По результатам расчетов на различных участках бассейна реки Великая значение ИЗВ лежит в интервале от 1,20 до 2,58, что характеризует воду как слабо загрязненная. Таким образом, исходя из этого для рассмотренных водохозяйственных участков исследуемого водного объекта (река Великая), значение разности между  $C_{нр}$  и  $C_{нвх}$  должно быть уменьшено на 90% (0,9 $\Delta C$ ), что напрямую будет влиять на распределение между водопользователями НДС.

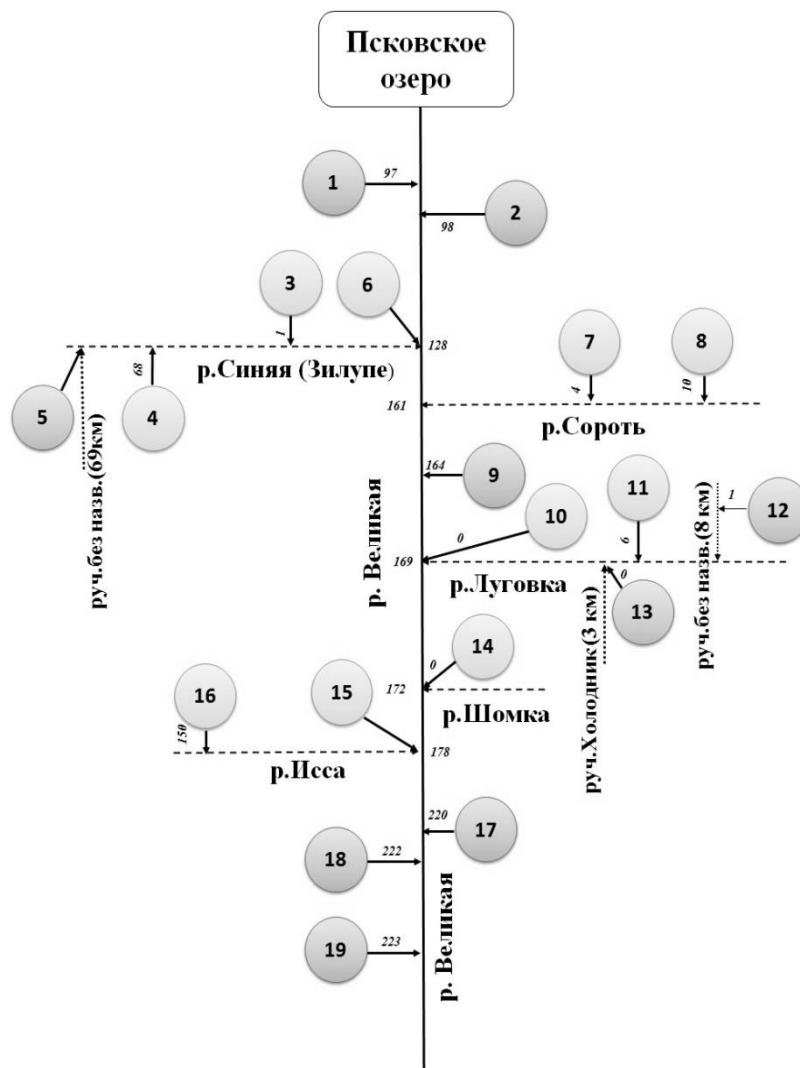


Рис. 1. Линейная схема бассейна р. Великая  
(номера предприятий на линейной схеме соответствуют номерам в таблице 2)

Следующим этапом было определение уровня экологичности (УЭ) предприятий-водопользователей.

Значение УЭ определяется путем суммирования показателей ( $k_i$ ), взвешенных в соответствии со значимостью нормируемых показателей по выражению [5]:

$$УЭ = \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^n \alpha_i k_i,$$

где  $n$  — количество рассматриваемых показателей;  $\alpha_i$  — коэффициент значимости суммируемого показателя рассматриваемых параметров.

Рассчитанные значения приведены в таблице 2.



## Оценка уровня экологичности предприятий-водопользователей в бассейне реки Великая

| № п/п | Водопользователи   | Уровень экологичности (УЭ) | Классификация предприятий по УЭ |
|-------|--|----------------------------|---------------------------------|
| 1     | Островское муниципальное унитарное предприятие «Водоканал»               | 1,41                       | Малоэффективные                 |
| 2     | ОАО «Птицефабрика «Островская»   | 7,08                       | Высокоэффективные               |
| 4     | ЗАО «Пушкиногорский маслодельно-сыродельный завод» (п. Красногородск)    | 1,75                       | Малоэффективные                 |
| 5     | Красногородское районное МП ЖКХ  | 8,24                       | Высокоэффективные               |
| 9     | ЗАО «Пушкиногорский маслодельно-сыродельный завод» (д. Селхново)         | 0,96                       | Неэффективные                   |
| 12    | МП ЖКХ Пушкиногорского района  | 0,01                       | Неэффективные                   |
| 13    | МП ЖКХ Пушкиногорского района  | 4,44                       | Высокоэффективные               |
| 14    | МП ЖКХ Пушкиногорского района  | 0,06                       | Неэффективные                   |
| 15    | СПК «Исса» Пушкиногорский район  | 4,86                       | Высокоэффективные               |
| 17    | МУП «Тайводоканал» (г. Опочка)   | 1,38                       | Малоэффективные                 |
| 18    | ЗАО «Псковский мол. комбинат» Филиал «Опочецкий завод пищевых продуктов» | 0,10                       | Неэффективные                   |

Затем, на завершающем этапе методики были установлены нормативы НДС для данных предприятий по показателям: БПК<sub>5</sub>, нефтепродукты, хлориды, железо общее, азот аммонийный, нитраты, нитриты, сульфаты.

**Выводы:**

1. Построена линейная схема ПТК «р. Великая», произведено ранжирование предприятий по массе сброса загрязняющих веществ и по интегральной массе сброса.
2. Рассчитаны уровни экологичности предприятий ПТК «р. Великая».
3. Определен класс качества воды в реке.
4. Рассчитаны нормативы допустимого сброса в соответствии с нормативами допустимого воздействия на водный объект и характеристика загрязненности воды в реке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов И. В., Шишкин А. И., Епифанов А. В. Геоинформационная моделирующая система нормирования допустимых сбросов для целлюлозно-бумажных комплексов // Водное хозяйство России. – 2011. – № 1. – С. 66–80.
2. Антонов И. В., Шишкин А. И., Епифанов А. В. Нормирование сброса сточных вод при производстве целлюлозы и продуктов ее переработки с применением ГИС технологий // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2012. – № 1. – С. 66–74.
3. Антонов И. В., Шишкин А. И., Чусов А. Н. Методология нормирования антропогенного воздействия на основе геоинформационной моделирующей системы // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 3 (18). – С. 25–37.
4. Антонов И. В., Шишкин А. И. Нормирование сбросов сточных вод по критериям уровня экологичности на примере ПТК «р. Ижора - АО «КНАУФПЕТРОБОРД» // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения

Седьмого молодежного экологического Конгресса «Северная Пальмира», 22–24 ноября 2016 г., Санкт-Петербург. – СПб НИЦЭБ РАН, 2016. – С. 49–53.

5. Антонов И. В., Шишкин А. И. Алгоритм обоснования НДС для предприятий целлюлозно-бумажной отрасли с применением геоинформационных технологий // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, СПб, ФГБОУ ВПО СПГУТД. – 2017. – № 3. – С. 41–47.

**Краткая информация об авторах:**

**Антонов Иван Владимирович**, старший преподаватель.

**Специализация:** математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы.

E-mail: antonovivv@yandex.ru

**Antonov I. V.**, senior lecturer.

**Specialization:** mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems.

E-mail: antonovivv@yandex.ru

**Ремизова Анастасия Александровна**, магистрант.

**Специализация:** математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы.

E-mail: signalsb@mail.ru

**Remizova A. A.**, undergraduate.

**Specialization:** mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems.

E-mail: signalsb@mail.ru

**Шишкин Александр Ильич**, к.т.н., профессор.

**Специализация:** математическое моделирование, прогнозирование, экологическое и технологическое нормирование антропогенной нагрузки на природные экосистемы.

E-mail: aishishkin@yandex.ru

**Shishkin A. I.**, PhD in Engineering Sciences, Professor.

**Specialization:** mathematical modeling, forecasting, environmental and technological regulation of anthropogenic pressure on natural ecosystems.

E-mail: aishishkin@yandex.ru

УДК 504.062

Лифановская Е. В., Голубева Т. Б.\*

**ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРЕДПРИЯТИЯМИ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Россия, 620078, Екатеринбург, ул. Коминтерна, д. 14**

\*E-mail: golubevatab@mail.ru

Цель работы — систематизация информации по вопросам загрязнения окружающей среды предприятиями общественного питания. Авторы рассматривают генерируемые ими источники загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы, источники инфракрасного и сверхвысокочастотного излучений, шума. Показаны негативные последствия загрязнения

окружающей среды для предприятия общественного питания. Авторы рекомендуют пути снижения загрязнений окружающей среды. Они объединены в эко-концепцию предприятия общественного питания.

**Ключевые слова:** загрязнение окружающей среды; предприятие общественного питания; эко-концепция предприятия общественного питания; услуга; экологичность услуги.

**Lifanovskaia E. V., Golubeva T. B. \***

## **WAYS TO REDUCE THE POLLUTION OF ENVIRONMENT BY PUBLIC CATERING ENTERPRISES**

**Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
Russia, 620078, Yekaterinburg, Komintern str., 14  
\*E-mail: golubevatab@mail.ru**

The purpose of the work is to systematize the available information on environmental pollution by public catering enterprises. The authors consider the sources of pollution of the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and sources of infrared and microwave radiation and noise, generated by them. The negative consequences of environmental pollution by public catering enterprises are shown. The authors recommend ways to reduce environmental pollution, integrated into the eco-concept of a public catering enterprise.

**Keywords:** environmental pollution; public catering enterprise; eco-concept of a public catering enterprise; service; environmental friendliness of the service.

В современных условиях предприятия сферы сервиса часто рассматриваются как оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду. Между тем предприятий сферы обслуживания много и большинство из них относятся к малому и среднему бизнесу, что предопределяет с одной стороны, большое количество бытовых отходов, а, с другой стороны, ограниченность средств на развитие территорий. В связи с этим целесообразно внедрение эко-концепций предприятий общественного питания. Известно, что концепция предприятия общественного питания раскрывает идею, влияющую на все составляющие его деятельности. В случае эко-концепции основной идеей предприятия становится экологичность предоставляемых услуг как комплекс их свойств, при которых воздействие на окружающую среду не подвергает её риску. К примеру, ГОСТ Р 50764 -2009 «Услуги общественного питания. Общие требования» в п. 6.4. прописывает: «При оказании услуг общественного питания на предприятиях общественного питания должны обеспечиваться требования охраны окружающей среды, в том числе к территории, техническому состоянию и содержанию помещений, вентиляции, водоснабжению, канализации и другим факторам согласно положениям национальных ССБТ. Технологический процесс производства продукции общественного питания не должен оказывать негативного воздействия на окружающую среду» [1]. Таким образом, предприятие должно стремиться свести к минимуму загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы ионизирующими излучениями и акустическими колебаниями.

*Загрязнение атмосферы* возможно при использовании процессов приготовления пищи на открытом огне (выделение бензапирена), неисправного или грязного кухонного оборудования и посуды, а также ароматических свечей, ароматизаторов помещений и курения посетителей или персонала; гниения продуктов питания или распада современных отделочных материалов или препаратов бытовой химии из-за неправильного хранения или эксплуатации; использование препаратов бытовой химии с превышением норм расхода; использование неисправного автотранспорта. Газовые выбросы в этом случае содержат дым, угарный газ, сажу, смолы, жиры, синтетические ароматизаторы и др.

*Последствия для предприятия:* интоксикация, аллергические реакции персонала и клиентов; возгорания из-за попадания искры на жировые отложения или пыль в дымоходах.

*Пути преодоления загрязнения атмосферы:* предпочтение натуральных строительных материалов; содержание в чистоте и порядке систем газоотведения; сведение к минимуму использования синтетических ароматизаторов, при необходимости реализации определенной концепции заведения — использование натуральных свечей; разъяснительная работа с населением по поводу небезопасности пищи, приготовленной на открытом огне; использование эко-продуктов; соблюдение норм санитарии и гигиены, правил хранения продуктов и правил применения препаратов бытовой химии; антитабачного законодательства; обучение персонала. Рекомендуются технологии тушения и печения в пароконвектомате.

*Загрязнение гидросферы* возможно при использовании некоторых технологий приготовления пищи, фальсификации продуктов питания, клининговых технологий с превышением норм расхода реагентов, неисправной канализации, неочищенных и необезвреженных стоках непосредственно в природные водоемы.

*Последствия для предприятия:* интоксикация, химические ожоги, аллергические реакции персонала, клиентов и населения; конфликты с местным населением; штрафы от природоохранной прокуратуры.

*Пути преодоления загрязнения гидросферы:* работа с поставщиками сырья и персоналом, содержание в исправности сантехнического оборудования предприятия, соблюдение норм расхода чистящих и моющих средств.

*Загрязнение литосферы твердыми бытовыми отходами (ТБО)* наблюдается при отсутствии их отдельного сбора; использовании пластиковой упаковки, посуды и приборов; неправильной эксплуатации оборудования и мебели, быстро превращающей их в хлам.

*Последствия для предприятия:* на прилегающей территории — потеря эстетичности ландшафта, рост свалок, в том числе несанкционированных; повышение пожароопасности; биотоп для тараканов, мышей, крыс, бродячих собак и кошек; конфликты с местным населением; штрафы от природоохранной прокуратуры.

*Пути преодоления загрязнения литосферы:* предпочтение натуральных материалов; бережное обращение с природным ландшафтом, оборудованием, мебелью; отказ от одноразовой посуды и инструментов; требование от поставщиков эко-упаковки и продажа собственной

продукции в эко-упаковке. Возможна замена изделий из пластика (трубочки, тарелки, приборы, пакеты) на альтернативные варианты, которые в дальнейшем будет легче утилизировать (например, замена пластиковых трубочек на бумажные).

*Повышенное инфракрасное и сверхвысокочастотное излучение* генерируется при приемах тепловой обработки пищевых продуктов — разогрев в СВЧ-печах, варка и жаренье.

*Последствия:* функциональные расстройства организма, выражающиеся в повышении температуры кожи, образовании биологически активных веществ в коже, крови и спинномозговой жидкости; при продолжительном воздействии — потеря остроты зрения.

*Пути преодоления:* соблюдение правил эксплуатации соответствующего оборудования и подача горячего блюда непосредственно после приготовления.

*Шумовое загрязнение* на предприятиях общественного питания наблюдается при проведении анимационных программ, аудиосопровождении услуг, а также работе холодильных установок и других машин и механизмов.

*Последствия для предприятия:* недовольство местного населения, клиентов, расстройства сердечно-сосудистой и нервной систем, быстрая утомляемость сотрудников.

*Пути преодоления:* «живая» музыка, музыкальное оформление записями, характерными для лаундж-кафе, обособленное расположение шумных машин и помещений; малошумной техники; применение звукоизолирующих и звукопоглощающих устройств.

Рассмотренные пути снижения загрязнения окружающей среды должны войти в эко-концепцию предприятия общественного питания (таблица 1).

Таблица 1

Компоненты эко-концепции предприятия общественного питания

| <b>Компонент</b>       | <b>Реализация, предпочтительно</b>  |
|------------------------|---|
| Расположение           | Экологически чистая местность.  |
| Здание                 | Использование в строительстве натуральных, переработанных материалов: силикатный или глиняный кирпич, натуральное дерево, натуральный камень.   |
| Прилегающая территория | Эко-дизайн ландшафта — наименьшее вторжение в рельеф участка, применение только природных материалов, живых растений. Отказ от применения пестицидов. Эффективное использование воды для полива, чистых видов энергии.  |
| Контактная зона        | Внутренняя отделка помещений природными материалами. Мебель из дерева, бамбука, ротанга; мягкая мебель с натуральной кожаной или тканевой обивкой. Для набивки мебели — натуральные материалы: шерсть, хлопок, латекс. Столовое белье из натуральных тканей. Запрет курения в помещении; выделение места для курения на прилегающей территории, на удалении от крыльца и окон, не менее чем 10 м. При необходимости — использование натуральных восковых свечей. Отказ от синтетических освежителей воздуха. Живая, негромкая музыка. |
| Сырье                  | Экологически чистые продукты питания в эко-упаковке от местных постоянных сертифицированных поставщиков, строжайшее соблюдение правил хранения.   |
| Приготовление          | Без использования открытого огня.   |
| Продукция              | Продажа в эко-упаковке, подача для потребления без использования пластика;  |

| Компонент                   | Реализация, предпочтительно   |
|-----------------------------|---|
|                             | рекомендуются монограммы на посуде, приборах и столовом белье, позиционирующее эко-концепцию заведения.                         |
| Оборудование, автотранспорт | Исправная, чистая техника, ресурсосберегающие устройства.<br>При необходимости — установка систем газоочистки и очистки стоков. |
| Чистящие и моющие средства  | В соответствии с научно обоснованными нормами, наличие сертификатов безопасности, соблюдение правил хранения.                   |
| ТБО                         | Раздельный сбор, наличие договоров на вывоз мусора.   |

Следует отметить, что на пути реализации эко-концепций предприятий общественного питания возникает ряд трудностей, главной из которых является несформированность у отечественного потребителя потребности в услугах, соответствующих требованиям экологичности [2]. Однако, как известно, современный сервис может активно участвовать в формировании потребностей. В данном случае мы предлагаем первоначально размещать эко-предприятия общественного питания на локациях предприятий сезонных видов спорта (горнолыжные комплексы, конно-спортивные клубы, яхт-клубы и др.). Достоинством нашего предложения является то, что целевая аудитория этих предприятий уже обладает некоторыми характеристиками, совпадающими с целевой аудиторией потребителей эко-питания — высшее образование; доходы — средние, выше средних; жители мегаполисов; доминирование ценности здоровья; склонность к престижному потреблению; любовь к красивому природному ландшафту — что предопределяет успех новых заведений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 30523-97/ГОСТ Р 50764-95. Общественное питание. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL: <https://mvf.klerk.ru/zakon/gost30523.htm> (дата обращения 21.07.2018).
- Лифановская Е. В., Голубева Т. Б. Потребление экологически чистых продуктов питания в России и США (по материалам разведывательного исследования) // Здоровье, физическая культура и спорт в высшей школе: опыт, проблемы и перспективы. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – С. 163–168.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Лифановская Екатерина Витальевна**, студент.

Направление подготовки: 43.03.01 Сервис.

**Образовательная программа:** спортивно-оздоровительный сервис.

**Lifanovskaia E. V.**, student.

Direction of training: 43.03.01 Service.

**Educational program:** sport and recreation services.

**Голубева Татьяна Брониславовна**, к.т.н., доцент.

Доцент кафедры сервиса и оздоровительных технологий.

**Специализация:** разработка сервисных технологий.

E-mail: golubevatab@mail.ru

**Golubeva T. B.**, PhD in Technical Sciences.

Associate Professor of the Department of Service and Recreational Technologies.

**Specialization:** development of service technologies.

E-mail: golubevatab@mail.ru

**Родина Е. А.**

**РЕСУРСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Россия, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149  
E-mail: ekaterina\_4697@mail.ru**

Рассмотрены ключевые проблемы и меры по обеспечению экологически устойчивого развития территории. Раскрыта перспективность кластерного подхода при развитии «зеленой» экономики и организации экотуристического пространства региона. Это позволит не только сохранить природные комплексы, но и полноценно использовать их в природоохранных, просветительских и рекреационных целях. Вызовы в охране окружающей среды и тренды обеспечения экологической безопасности территории исследованы с применением методики AV Region Galaxy Model и форсайт-технологии.

**Ключевые слова:** ресурсы развития; человеческий капитал; экотуризм; кластерный подход; экологически устойчивое развитие.

**Rodina E. A.**

**RESOURCES OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF A TERRITORY**

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Kuban State University»  
Russia, 350040, Krasnodar, Stavropolskaya str., 149  
E-mail: ekaterina\_4697@mail.ru**

Key problems and measures to ensure the environmentally sustainable development of a territory are considered. The prospects of using the cluster approach in the development of green economy and organization of region's ecotourism space are revealed. This will allow preserving natural complexes as well as using them for environmental, educational and recreational purposes. The innovative AV Region Galaxy Model technique and foresight technologies are used to identify challenges and trends in ensuring the environmental well-being of the population and formulating strategic goals for the environmentally sustainable development of a territory.

**Keywords:** development resources; human capital; ecotourism; cluster approach; environmentally sustainable development.

В современной России почти 15% территории находится в критическом или околоритическом экологическом состоянии. Отмечаются тенденции сокращения видового биологического разнообразия и изменения состояния окружающей среды. Ситуация с качеством питьевой воды продолжает оставаться крайне неблагоприятной в первую очередь вследствие

сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты (более 40% населения страны сталкивается с проблемой качества воды) [1, с. 324].

В 2015 г. Генеральная Ассамблея ООН утвердила актуальную повестку в области устойчивого развития на период 2016–2030 гг. — «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», важнейшей целью которой было поставлено обеспечение экологической устойчивости [2]. В России экологический фактор очень влияет на качество жизни — воздействию накопленного экологического ущерба подвержено более 17 млн россиян. По данным Минприроды России, 340 объектов накопленного экологического ущерба содержат примерно 400 млн тонн загрязнений [3]. Экологическая ситуация в России настолько сложна, что Указом Президента России от 5 января 2016 г. № 7 2017 год объявлен Годом экологии [4].

На современном этапе в условиях динамичного развития рыночной экономики и спровоцированных этим существенных изменений социально-экономических характеристик территорий, имеет место значительное усиление конкурентной борьбы между субъектами хозяйства, которые претендуют на наиболее выгодные условия размещения инвестиций, труда и капитала, что связано также с уменьшением числа барьеров для перемещения материальных и нематериальных ресурсов. В результате конкурентами становятся муниципальные образования и целые регионы, заинтересованные в создании наиболее благоприятных экономических, социальных, экологических и институциональных условий для привлечения на территорию выгодных для нее видов бизнеса, человеческих и иных ресурсов высокого качества [5, с. 150].

Экономический подъем при сохранении современного уровня негативного воздействия и непринятии мер по сокращению накопленного экологического ущерба может привести к дальнейшему обострению экологических проблем. Для формирования благополучной и расположенной к развитию среды используются те ресурсы, которыми территория уже располагает здесь и сейчас (рис. 1).

Ключевые аспекты социально-экономического развития территории можно рассматривать в разрезе трех направлений: «Человеческий капитал», «Экономика и управление», «Пространство». На первом месте — вопросы привлечения и формирования лучшего человеческого капитала. Здоровый, образованный, активный человек — главный ресурс, за обладание которым конкурируют территории [6, с. 169]. Для успешной конкуренции следует сформировать разнообразную и качественную среду, способствующую здоровью и активному долголетию. Пространство, в котором человек сможет создавать новую экономику и реализовывать себя в профессии. При этом мы стремимся к равномерности развития территории. Она подразумевает наличие развитой инфраструктуры по всей территории без концентрации ее в одном из районов, разнообразие выбора мест для досуга и занятий спортом.





Рис. 1. Ресурсы экологически устойчивого развития территории (составлено автором)

Следует отметить, что университеты являются организациями, деятельность которых характеризуется множественностью результатов, что обуславливает множественность каналов влияния университетов на социально-экономическое развитие территорий. В этой связи актуальные направления государственной политики в области образования все большее внимание уделяют вопросам развития университетов как драйверов экологически устойчивого развития территорий их локализации.

В России под эту задачу были запущены такие инициативы, как формирование сети опорных вузов и приоритетный проект «Вузы как центры пространства создания инноваций», согласно которому университеты должны стать центрами технологического, инновационного или социального развития региона. Так, ежегодно в Кубанском государственном университете проводится Всероссийский форум «Живой каркас города», генерирующий эффективные подходы к сохранению и развитию «зеленого» градоэкологического каркаса, предполагающие не простое увеличение количества деревьев, а системную и эффективную работу — на научной основе, с учетом мнения жителей и ведущих экспертов [7]. В результате в городе Краснодаре ежегодно

проходят мероприятия, связанные с развитием зеленых зон. В 2017 году в городе в рамках приоритетного федерального проекта по формированию комфортной городской среды благоустроены 5 зеленых зон, еще более 100 — поставлены на кадастровый учет.

Для улучшения экологической ситуации следует обеспечивать в окружающей среде положительные тренды в направлении устойчивого развития и «зеленой» экономики. По мнению экспертов, в современных условиях необходимо применение динамических моделей пространственного развития, которые смогли бы обеспечить планомерное формирование и развитие точек роста «зеленой» экономики, обеспечивающих экологически устойчивое развитие территории [8, с. 126].

На наш взгляд самой перспективной сферой, позволяющей не только применить кластерную модель организации, но и обеспечить включенность значительной доли молодых людей в данный вид деятельности, является экологический туризм [9]. Причем речь может идти не только о непосредственной занятости (постоянной или временной, например, для студенчества), но и даже о молодежном предпринимательстве.

Таким образом, кластерная организация экотуристического пространства территории позволит обеспечить более эффективное использование имеющихся ресурсов в целях достижения экологически устойчивого ее развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Родин А. В., Авакян К. О. Формирование системы экологически устойчивого местного развития // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 11 (ч. 2) (76-2). – С. 323–327.
2. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года A/RES/70/113/44. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>
3. Об итогах работы Минприроды России за 2015 год и планах на 2016 год. Доклад Министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/mnr/minister/statement/detail.php?>
4. О проведении в Российской Федерации Года экологии / Указ Президента Российской Федерации от 5 января 2016 г. № 7. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank>
5. Пивоварова И. Н., Родина Е. А. Модель устойчивого сельского развития на основе агротуризма // Актуальные проблемы экономики и управления: вызовы XXI века: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар: КубГУ. – 2016. – С.147–156.
6. Родин А. В. Социальный и человеческий капиталы как основа развития местного сообщества города Краснодар // Актуальные проблемы экономики и управления: вызовы XXI века: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар: КубГУ. – 2016. – С. 167–174.

7. Глава Краснодара принял участие во Всероссийском форуме «Живой каркас города» / Официальный сайт администрации муниципального образования город Краснодар [Электронный ресурс]. –URL.: [https://krd.ru/novosti/glavnyenovosti/news\\_18052017\\_161705.html](https://krd.ru/novosti/glavnyenovosti/news_18052017_161705.html)
8. Родин А. В., Бабичев К. Н. «Зеленая» экономика: формирование точек роста // Экологическая безопасность региона. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета, 10-11.11.2016 г., г. Брянск. – Брянск, Изд-во БГУ. – 2016. – С. 124–128.
9. Мясникова Т. А., Родина Е. А. Экологический туризм как ключевой ресурс развития сельской территории // Наука и образование: новое время / Научно-методический журнал / Чебоксары. – Изд-во НГОУДПО «Экспертно-методический центр». – 2017. – № 2 (19). [Электронный ресурс]. – URL.: <https://articulus-info.ru/category/08-00-00-ekonomicheskie-nauki/?tag=2-mart-aprel-2017-g>.

**Работа рекомендована:** Мясниковой Татьяной Алексеевной, д.э.н., доцент, заведующая кафедрой государственного и муниципального управления, факультет управления и психологии, Кубанский государственный университет, г. Краснодар.

**Краткая информация об авторе:**

**Родина Екатерина Александровна**, магистрант 1-го курса направления Государственное и муниципальное управление.

**Специализация:** экологически устойчивое развитие, кластерная организация, менеджмент качества.

E-mail: [ekaterina\\_4697@mail.ru](mailto:ekaterina_4697@mail.ru)

**Rodina E. A.**, 1st year master's student of the direction of State and municipal management.

**Specialization:** environmentally sustainable development, cluster approach, quality management.

E-mail: [ekaterina\\_4697@mail.ru](mailto:ekaterina_4697@mail.ru)

УДК 502.4, 332.1

**Мирзоева С., Григорьева В. В.**

**ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ  
КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: [sindi-96@mail.ru](mailto:sindi-96@mail.ru), [vitagrig@gmail.com](mailto:vitagrig@gmail.com)**

В данной статье рассматриваются особо охраняемые природные территории Грузии как основа устойчивого развития экологического туризма. Проведен общий обзор ООПТ Грузии, а также выявлены особо охраняемые природные территории, наиболее успешно развивающие экологически ориентированный природный туризм.

**Ключевые слова:** Грузия; особо охраняемые природные территории; устойчивое развитие; экологический туризм.

Mirzoeva S., Grigoryeva V. V.

**PROTECTED NATURAL AREAS OF GEORGIA  
AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM**

**St. Petersburg State University**  
**Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9**  
E-mail: sindi-96@mail.ru, vitagr@gmail.com

This article examines protected areas of Georgia as a basis for sustainable development of ecological tourism. An overall review of protected areas of Georgia is conducted, and protected areas that are most successfully developing ecological tourism were identified.

**Keywords:** Georgia; protected areas; sustainable development; ecological tourism.

Грузия — одна из самых богатых стран в мире по разнообразию природных ресурсов. В силу своего географического положения, она располагает различными ландшафтными объектами: горы, равнины, реки, озера и, конечно же, Черное море. Флора данной территории разнообразна и удивительна. Начиная от папоротников практически всех видов, и заканчивая экзотическими пальмами и суккулентами. В силу своего выгодного стратегического расположения Грузия является курортным центром на территории Закавказья. Наблюдаются активные потоки туристов из зарубежных стран.

**Актуальность** данной работы обусловлена тем, что на территории данной страны с развитием туризма особое внимание стало уделяться особо охраняемым природным территориям, в связи с чем активно стал развиваться такой вид рекреационной деятельности, как экологический туризм. Организация и развитие ООПТ — важное условие устойчивого развития территории. Особо охраняемые природные территории являются основной ресурсной базой для развития классического экологического туризма [1, 2, 3].

Данная работа проведена с **целью** изучения ООПТ Грузии. Основными **задачами** исследования являлись:

1. Провести общий обзор ООПТ Грузии.
2. Выявить ООПТ Грузии, наиболее успешно развивающие экологически ориентированный природный туризм.

**Объектом исследования** выбрана территория Грузии.

**Предметом исследования** являются особо охраняемые природные территории Грузии.

Развитием и управлением ООПТ в Грузии занимается Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов (МООСПР) через Агентство по ООПТ. Агентство по особо охраняемым природным территориям (Agency of Protected Areas) было основано 1 февраля 2008 года [5, 6]. Процессы организации и деятельности ООПТ в Грузии также регулирует Лесной кодекс [4].

В Грузии в рамках Экорегionalного плана охраны природы Кавказа был выработан систематический подход. Такой подход подразумевает определение пространственных потребностей охраны биоразнообразия в системе ООПТ, предназначенной для сохранения

экосистем и их функции, основных ареалов и видов, типичных ландшафтов и коридоров, имеющих особую важность для миграции и жизнеспособности популяций [11].

Согласно действующему законодательству Грузии, допустимо создание территории многостороннего пользования, однако по сей день такой территории в Грузии не существует.

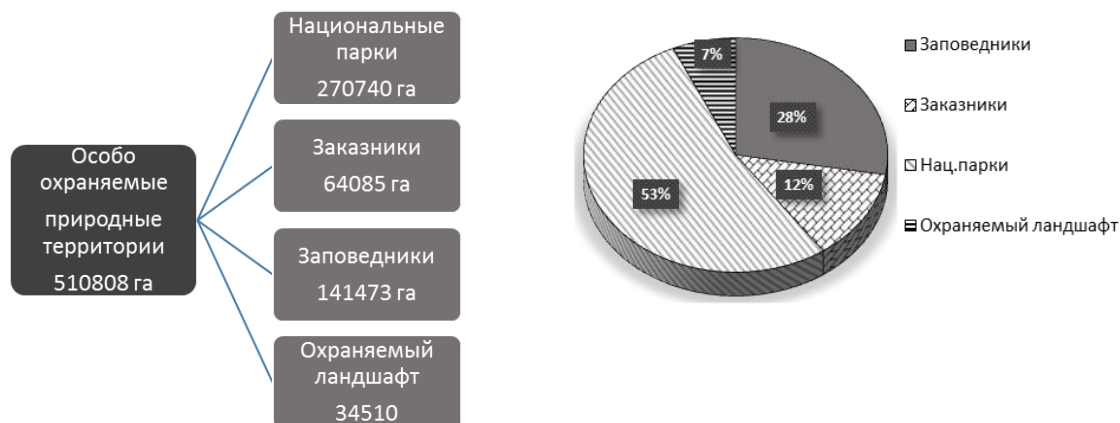


Рис. 1. Классификация и площадь особо охраняемых природных территорий Грузии

Всего в Грузии насчитывается 14 государственных заповедников, 10 национальных парков, 12 заказников и 2 охраняемых ландшафта.

Грузия знаменита своей уникальной природой и славится высоким потенциалом природных ресурсов, в связи с чем государство стало с особым вниманием относиться к развитию такого вида рекреации, как «экологический туризм». Впервые в научную литературу термин «экотуризм» был введен мексиканским экономистом-экологом Гектором Цебаллос-Ласкурейном (Nector Ceбалlos-Lascurain) в начале 1980-х годов и подразумевал «путешествия натуралистов в нетронутые уголки природы специально для изучения, наблюдения дикого растительного и животного мира и получения радости от общения с природой, а также культурных ценностей как древних, так и современных, которыми обладают эти территории» [1, 2]. В настоящее время существует более 80 определений экотуризма. Согласно Международному обществу экотуризма (TIES): экотуризм — «ответственные путешествия на природные территории, сохраняющее окружающую среду, поддерживающее благосостояние местных жителей и включающие образовательную компоненту» (TIES, 2015) [7]. На сегодняшний день, экотуризм является одним из наиболее перспективных сегментов туристской отрасли.

За последние годы прослеживается тенденция увеличения числа посетителей ООПТ в Грузии. Согласно официальным данным Агентства по особо охраняемым природным территориям, если в 2007 году количество посетителей ООПТ составило 7,714 тыс. человек, то в 2017 году оно достигло 952,672 тыс. человек [10]. Министерство охраны окружающей среды и сельского хозяйства сообщило о том, что в период январского месяца 2018 года число посетителей ООПТ Грузии увеличилось на 43% по сравнению с прошлым годом, этого же месяца.

Поток посетителей составил 16,5 тысяч визитеров, из них 54% жители Грузинского государства и 46% иностранные граждане [10].



Рис. 2. Диаграмма количества иностранных туристов, посещающих ООПТ Грузии по показателям за 2016 и 2017 годы (Согласно официальным данным [5], подготовлено Мирзоевой, 2018)

Сопоставление выше приведенных диаграмм позволяет отметить, что количество посетителей в лице российских граждан значительно преобладает.

В 2017 году ООПТ Грузии посетили туристы из 97 государств [10]. Интерес к активному виду отдыха возрастает, что способствует стремительному развитию экологического туризма.

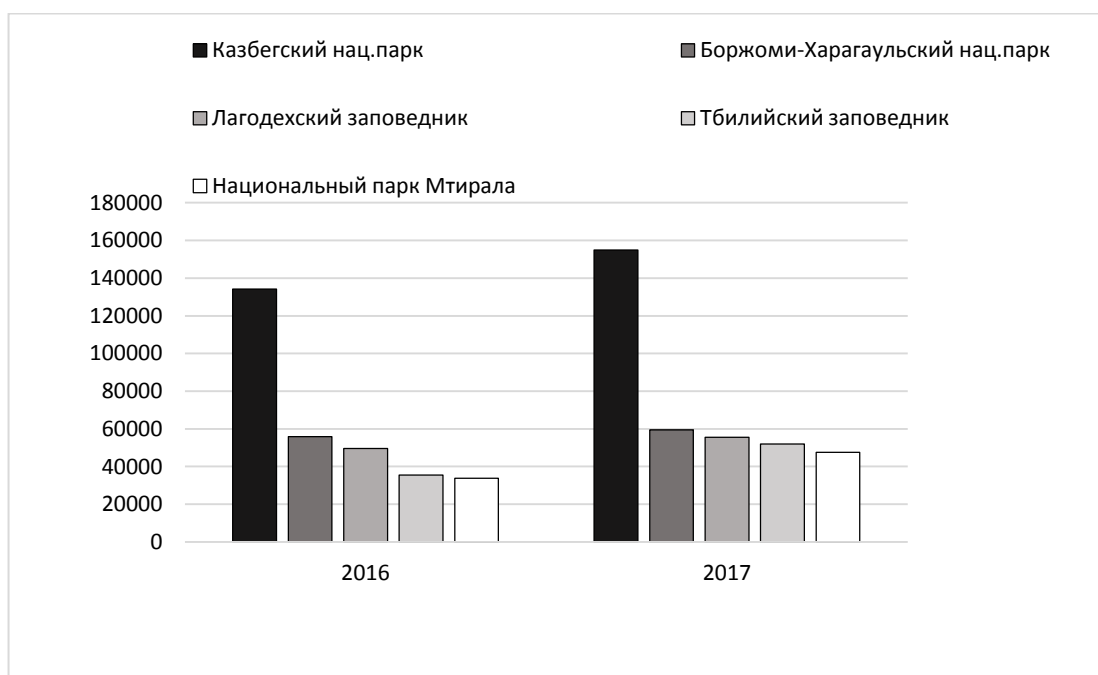


Рис. 3. Наиболее популярные ООПТ Грузии по посещаемости за 2016 и 2017 годы (Согласно официальным данным [5], подготовлено Мирзоевой, 2018)

Лидирующим ООПТ оказался Казбегский национальный парк. На его территории и в его окрестностях имеется множество альпинистских объектов, что привлекает большое количество посетителей. На территории Тбилийского национального парка 1 августа 2016 года открылась первая маркированная тропинка для пеших походов, которая соответствует международным стандартам. Ее протяженность составляет 21 километр. Организацией тропы и ее обустройством

занималась неправительственная организация «Зеленый Боржоми» [9].

Ранжирование наиболее атрактивных для развития экологического туризма ООПТ Грузии представлено в таблице 1.

Таблица 1

Ранжирование наиболее атрактивных для развития экологического туризма ООПТ Грузии

| Наименование               | Площадь, га | Кол-во экотроп |
|----------------------------|-------------|----------------|
| 1. ООПТ Тушети             | 83453       | 11             |
| 2. Вашлованский заповедник | 4864        | 7              |
| 3. ООПТ Имеретинских пещер | 504         | 3              |

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сформулировать следующие **выводы**:

1. На территории Грузии расположены 38 особо охраняемых природных территорий (14 заповедников, 10 национальных парков, 12 заказников, а также 2 охраняемых ландшафта). Общая площадь особо охраняемых природных территорий составляет 511123 га.
2. Наиболее перспективными ООПТ с точки зрения устойчивого развития экологического туризма на территории Грузии являются: Казбегский национальный парк, Лагодехский заповедник, национальный парк Мтирала, Боржоми-Харагаульский национальный парк, Тбилийский заповедник, ООПТ Тушети и ООПТ Имеретинских пещер.
3. Максимальное количество экологических маршрутов (11 экотроп) разработано на ООПТ Тушети.
4. За последние пять лет в Грузии стала активно развиваться рекреационная деятельность с посещением природных территорий. Количество туристов из России в период 2016–2017 гг. увеличилось на 35%.
5. Важно отметить, что местом проведения пятой Европейской международной конференции по экотуризму 5<sup>th</sup> European Ecotourism Conference в сентябре 2018 г. была выбрана территория Грузии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева В. В. Основы экологического туризма. Ecological Tourism. Учебно-методическое пособие – СПб.: РГГМУ, 2005. – 34 с.
2. Григорьева В. В. Экологическая безопасность развития туризма. Environmental Safety of Tourism Development. Учебно-методическое пособие. – СПб.: СПбГУ, ВВМ, 2012. – 61 с.
3. Григорьева В. В. Экологический менеджмент в туризме. Environmental Tourism Management. Учебно-методическое пособие. – СПб.: СПбГУ, ВВМ, 2012. – 54 с.
4. Лесной кодекс Грузии. – URL: <http://www.bsu.ru/content/page/16173/lesnoi-kodeks-gruzii.pdf>

5. Официальный сайт Агентства по особо охраняемым природным территориям Грузии на грузинском языке. – URL: <http://apa.gov.ge/ge/eco-tourism> (дата обращения 17.10.18).
6. Официальный сайт Агентства по особо охраняемым природным территориям Грузии на русском языке. – URL: <http://apa.gov.ge/ru/eco-tourism> (дата обращения 17.10.18).
7. Официальный сайт The International Ecotourism Society (TIES). – URL: <http://www.ecotourism.org/what-is-ecotourism> (дата обращения 17.10.18).
8. Официальный сайт Georgian Ecotourism Association. – URL: [www.ecotourism.ge](http://www.ecotourism.ge) (дата обращения 20.10.18).
9. Первая маркированная тропинка в Тбилийском национальном парке. – URL: <https://sputnik-georgia.ru/tourism/20160801/232874787.html> (дата обращения 17.10.18).
10. Журнал Спутник. – URL: <https://goo.gl/yСуорп> (дата обращения 17.10.18).
11. «Экорегиональный план охраны природы Кавказа», май 2008 г. – URL: <http://doc.knigi-x.ru/22raznoe/501341-1-promoting-cooperation-nature-conservation-planirovanie-upravleniya-osobo-ohranyaemimi-prirodnimi.php> (дата обращения 17.10.18).

**Краткая информация об авторах:**

**Мирзоева Стелла**, студентка 3-го курса бакалавриата кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов СПбГУ.

**Специализация:** экологическая безопасность, устойчивое развитие.

E-mail: [sindi-96@mail.ru](mailto:sindi-96@mail.ru)

**Mirzoeva S.**, 3rd year student.

**Specialization:** environmental safety, sustainable development.

E-mail: [sindi-96@mail.ru](mailto:sindi-96@mail.ru)

**Григорьева Виктория Васильевна**, старший преподаватель кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов Санкт-Петербургского государственного университета.

**Специализация:** геоэкология, экологически безопасное рекреационное природопользование, устойчивое развитие туризма, экологический менеджмент, экологическая сертификация.

E-mail: [vitagr@gmail.com](mailto:vitagr@gmail.com)

**Grigoryeva V. V.**, Senior Lecturer, Department of Environmental Safety and Regional Sustainable Development, St. Petersburg State University, PhD st. INTAS, Master Degree Stockholm University.

**Specialization:** geoecology, environmentally safe recreational use of natural resources, sustainable tourism development, environmental management, environmental certification.

E-mail: [vitagr@gmail.com](mailto:vitagr@gmail.com)



Кудрявцева С. С. \*, Неганов К. К., Барсегян Н. В., Идрисова З. О.

**РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИИ  
НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ <sup>1</sup>**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Россия, 420100, Казань, ул. Толстого, д. 8  
\*E-mail: sveta516@yandex.ru**

В статье рассматриваются вопросы устойчивого развития экологического туризма в России на примере национального парка «Башкирия». Проанализированы тенденции развития рынка туристических услуг, выделены его сильные и слабые стороны. Предложен проект развития экологического туризма на примере Республики Башкортостан.

**Ключевые слова:** устойчивый туризм; экологический туризм; национальный парк; SWOT-анализ; экология.

**Kudryavtseva S. S. \*, Neganov K. K., Barsegyan N. V., Idrisova Z. O.**

**DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL TOURISM IN RUSSIA  
BY THE EXAMPLE OF NATIONAL PARKS**

**Kazan National Research Technological University  
Russia, 420100, Kazan, Tolstoy str., 8  
\*E-mail: sveta516@yandex.ru**

The article considers the issues of sustainable development of ecological tourism in Russia using the example of the national park "Bashkiriya". The trends in development of the tourist services market are analyzed, and its strengths and weaknesses are singled out. A project of development of ecological tourism on the example of the Republic of Bashkortostan is offered.

**Keywords:** sustainable tourism; eco-tourism; national park; SWOT analysis; ecology.

**Введение.** Туризм — это отрасль экономики непродуцированной сферы, предприятия и организации которой удовлетворяют потребности туристов в материальных и нематериальных услугах. В настоящее время сфера туризма занимает третье место по доходам среди крупнейших экспортных отраслей экономики, уступая лишь нефтедобывающей промышленности и автомобилестроению [1].

Сильными сторонами туристических предложений внутри России являются: уникальная природа, разнообразие животного и растительного мира; богатое культурно-историческое наследие; разнообразие видов туризма: активный, культурный, познавательный, лечебно-оздоровительный, сельский («зеленый»), экологический и другие.

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке Региональной общественной организации «Выпускники КНИТУ» Республики Татарстан в рамках Гранта «Экологическое образование через всю жизнь: создание коммуникативной площадки по экологическому просвещению».

На сегодняшний день в качестве альтернативы другим видам использования окружающих природных богатств выступает экологический туризм, который представляет собой форму устойчивого туризма, сфокусированную на посещении относительно незатронутых антропогенным воздействием природных территорий.

С 2011 г. наблюдается устойчивая тенденция роста вклада туристской индустрии в развитие экономики России. По итогам 2015 г. валовая добавленная стоимость туристской индустрии в формировании ВВП составила 3,4%, увеличившись за последние 5 лет на 0,5 процентных пункта.

Проведенный анализ показал влияние фактора сезонности на формирование спроса на услуги в сфере внутреннего туризма. Наиболее благоприятными считаются 2–3 квартал для туристических поездок по России. Таким образом, развитие экологического туризма в настоящее время приобретает особую актуальность.

**Материалы и методы.** Объектом исследования выступила Республика Башкортостан, предметом — экологический туризм на региональном уровне. В качестве информационной базы использовались материалы федеральной службы государственной статистики [3], методами исследования явились описание, сравнение, анализ, синтез, обобщение.

**Результаты.** Одним из уголков России, имеющим потенциал развития экологического туризма, является Республика Башкортостан. Проведенная оценка показала рост объемов туристических услуг, оказанных населению в Республике Башкортостан (РБ). За 2009–2016 гг. он возрос почти в 2 раза. В настоящее время РБ занимает 2-е место в ПФО (1-е место — Нижегородская область) и 9-е место в РФ по объему оказанных туристических услуг.

В Башкортостане более 50 минеральных источников и залежей лечебных грязей, которые имеют большое лечебно-профилактическое значение. Анализ ресурсов республики позволяет сделать вывод о возможности создания на их основе конкурентоспособного туристского продукта в разных видах туризма, который при правильной организации маркетинга территории будет востребован разными группами потребителей.

Основными возможностями развития экотуризма являются активное содействие туризма охране природы, поддержке биологического разнообразия; грамотное позиционирование и создание бренда туристического направления; растущий интерес туристов к оздоровительным программам отдыха. Тем не менее существуют некоторые угрозы: высокая стоимость транспортной составляющей в развитии экологического туризма; усиление выездного туризма в заграницу в связи с низким уровнем предоставляемых услуг и высокими ценами на них и др.

Объектом экологического туризма в республике выступает Национальный парк «Башкирия» [2]. «В границах национальных парков выделяются зоны, в которых природная среда сохраняется в естественном состоянии и запрещается осуществление любой не предусмотренной законом деятельности» [4]. Ценностными предложениями Национального парка «Башкирия» выступают:

- комплексный подход к развитию экотуризма и экопросвещения;

- круглогодичные тематические предложения для клиентов;
- «эффект присутствия» в реальных природных условиях;
- экологически чистая и безопасная природная среда.

Стратегическими целями плана развития экотуризма и экопросвещения на примере Национального парка «Башкирия» являются: развитие экологической культуры; формирование в обществе понимания уникальной роли и значимости национального парка для сохранения живой природы; организация эффективной системы эколого-просветительской деятельности на базе национального парка, обеспечение социально-экономических альтернатив истощительным формам природопользования; углубление системы экологического образования.

Для достижения поставленных целей нами разработана система программных мероприятий, основными из которых являются: создание на территории Российской Федерации туристско-рекреационных особых экономических зон; управление экологической туристической деятельностью; привлечение партнеров на принципах государственно-частного партнерства; развитие транспортно-логистической инфраструктуры региона и национального парка; кадровое обеспечение развития экотуризма. В развитии экологического туризма в Республике Башкортостан эффективным видится кластерный подход на основе объединения маршрутов музеев, национальных парков и других объектов культурного и природного наследия.

Бизнес-модель развития национального парка «Башкирия» включает следующие составляющие:

Ключевые партнеры: крупные промышленные предприятия (Башнефть, Салаватнефтеоргсинтез), органы государственной власти Республики Башкортостан и регионов Поволжья, турфирмы, транспортные компании, образовательные организации.

Ключевые виды деятельности: экотуризм, научно-образовательная деятельность, услуги сельских видов деятельности (например, пчеловодство).

Ключевые виды ресурсов: природный ландшафт, человеческие ресурсы, транспортная инфраструктура.

Ценностные предложения: комплексный подход к развитию экотуризма и экопросвещения, круглогодичные тематические предложения для клиентов, «эффект присутствия» в реальных природных условиях, экологически чистая и безопасная природная среда.

Отношения с потребителями: приобретение новых клиентов, удержание существующих клиентов, увеличение продаж на целевых сегментах рынка экотуризма.

Каналы сбыта: турагентства, крупные промышленные предприятия Республики Башкортостан и регионов Поволжья, СМИ и социальные сети, агитационная работа с образовательными учреждениями и экопоселениями.

Потребительские сегменты: иностранные граждане, желающие посетить нетронутые уголки России, активные граждане, предпочитающие проводить досуг на природе, учащиеся образовательных учреждений всех уровней, готовые к развитию экосознания, семьи с детьми, выбирающие отдых на природе.

Структура издержек: развитие инфраструктуры парка и его благоустройство, издание рекламных и методических материалов, повышение квалификации персонала, формирование объединенных маршрутов по историко-культурным местам Республики Башкортостан, музеям и природным ландшафтам, расходы по проведению конференций, выставок, научно-просветительских семинаров, проектированию и содержанию внутренних маршрутов на территории парка, прочие расходы (оплата труда, коммунальные расходы, расходы по содержанию животных и инвентаря и др.).

Потоки поступлений доходов: доход от оказания разовых услуг, регулярный доход от периодических платежей, получаемых от ключевых сегментов потребителей за ценностные предложения.

**Выводы.** Таким образом, анализ современного состояния туризма в национальном парке «Башкирия» показывает, что в последние годы эта сфера развивается, отмечается ежегодный рост внутреннего туристского потока. Вместе с тем национальный парк имеет огромный потенциал для дальнейшего развития, и правильно выбранный план действий поможет привлечь туристов.

**Работа рекомендована:** Кудрявцевой Светланой Сергеевной, к.э.н., доцент, доцент кафедры логистики и управления ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матусевич И. Р., Кудрявцева С. С., Инджер К. Значение зеленой логистики в развитии современной экономики / В сборнике: Тенденции развития логистики и управления цепями поставок. – Казань: КНИТУ, 2017. – С. 181-186.
2. Национальный парк «Башкирия». – URL: <http://npbashkiria.ru/>
3. Официальный сайт Росстата. – URL: <http://www.gks.ru>
4. Российский союз туристической индустрии. – URL: <http://www.rata.spb.ru/Rspti/zakon409-r.html>.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Кудрявцева Светлана Сергеевна**, к.э.н., доцент.

Доцент кафедры логистики и управления.

**Специализация:** инновации, экономико-математическое моделирование, логистика.

E-mail: sveta516@yandex.ru

**Kudryavtseva S. S.**, PhD in Economic Sciences.

Assistant Professor of the Department of Logistics and Management.

**Specialization:** innovation, economic and mathematical modeling, logistics.

E-mail: sveta516@yandex.ru

**Неганов Кирилл Константинович**, магистрант кафедры логистики и управления.

**Специализация:** логистика, логистическая инфраструктура, управление.

E-mail: sveta516@yandex.ru

**Neganov K. K.**, master of the Department of Logistics and Management.

**Specialization:** logistics, logistics infrastructure, management.

E-mail: sveta516@yandex.ru

**Барсегян Наира Вартовна**, ассистент кафедры логистики и управления.

**Специализация:** инновации, управление, логистика.

E-mail: n.v.barsegyan@yandex.ru

**Barsegyan N. V.**, assistant of the Department of Logistics and Management.

**Specialization:** innovation, management, logistics.

E-mail: n.v.barsegyan@yandex.ru

**Идрисова Зебо Ойбековна**, студентка кафедры логистики и управления.

**Специализация:** логистика, зеленая логистика, экономика.

E-mail: sveta516@yandex.ru

**Idrisova Z. O.**, student of the Department of Logistics and Management.

**Specialization:** logistics, green logistics, economics.

E-mail: sveta516@yandex.ru

УДК 502.335

**Возыкова С. Д.**

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОЙ АРЕНДЫ  
ЧАСТНОГО ЖИЛЬЯ В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ  
НА ПРИМЕРЕ СЕРВИСА AIRBNB (ЭЙРБИЭНБИ) В АВСТРАЛИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»**

**Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49**

E-mail: vozykova.s@gmail.com

В работе проанализирована степень пространственного распространения краткосрочной аренды частного жилья внутри особо охраняемых природных территорий (ООПТ), на примере Австралии и сервиса Airbnb, внутри границ которых отели в качестве жилья для туристов ранее не были представлены. Было выявлено, что сервис Airbnb распространен на территории всех категорий ООПТ (по категориям МСОП), в наибольшей степени в парках II категории. Также проведены аналогии потенциального распространения данного сервиса в России, и изучены перспективы этого процесса.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории (ООПТ); Международный союз охраны природы (МСОП); экономика совместного пользования; Airbnb; краткосрочная аренда жилья; туризм; устойчивое развитие территорий.

**Vozykova S. D.**

**ESTIMATING THE SCALE OF PEER-TO-PEER ACCOMMODATION INVASION  
INTO THE PROTECTED AREAS: CASE STUDY OF AIRBNB IN AUSTRALIA**

**Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
Russia, 197101, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49**

E-mail: vozykova.s@gmail.com

This article analyzes the scale of spatial invasion of peer-to-peer accommodation into the protected areas based on the example of Australia and Airbnb service, where the tourist

accommodation at the scale such as hotels was not available before. The national parks, as a category of protected areas, were identified as territories with the biggest number of Airbnb listings existent in them. Also, the common features of this process in Russia, its consequences and perspectives were described.

**Keywords:** protected areas; International Union for Conservation of Nature (IUCN); sharing economy; Airbnb; short term accommodation; tourism; sustainable development.

**Введение.** В последние годы туризм в особо охраняемых природных территориях (ООПТ) во всем мире набирает популярность. Ранее огражденные от человеческой деятельности ООПТ на сегодняшний день становятся привлекательным пунктом назначения для экотуризма [4]. Повышается понимание важности роли ООПТ в рекреационных и образовательных целях для общества, в том числе и в России, уделяется больше внимание возможностям туризма в заповедниках, заказниках и национальных парках [6].

В некоторых странах мира, например, в Австралии, туризм на территориях ООПТ широко распространен уже в течение долгого времени. В то же время в последние годы появились научные труды, описывающие чрезмерное внедрение человеческой деятельности в такие территории, что может повлечь за собой неблагоприятные последствия [2]. В связи с этим возникает потребность более детального изучения степени потенциального воздействия деятельности человека на ООПТ, в том числе туризма, а также путей управления и развития ООПТ, удовлетворяющих критериям как первостепенной роли ООПТ — охране представленных в них экосистем, так и их ролям в обществе — рекреационной и образовательной.

Еще одним перспективным и стремительно набирающим обороты направлением во всех сферах нашей жизни, включая туризм, является рост популярности сервисов экономики совместного потребления, или шеринг-экономики (от англ. "sharing economy"), позволяющих людям обмениваться товарами и услугами напрямую посредством онлайн платформ. Одним из таких сервисов является Airbnb (Эйрбиэнби), который предоставляет услуги краткосрочной сдачи и аренды частного жилья. Положительной стороной данного сервиса, по словам основателя Airbnb Брайана Чески, является вклад в устойчивое развитие благодаря сдаче пустующего жилья, а также использования меньших, по сравнению с деятельностью отелей, ресурсов для развития туризма и снижению углеродного следа [9]. Однако, научных трудов, практически доказывающих значительный вклад сервиса в устойчивое развитие территорий, пока недостаточно [1].

Что касается отношения ООПТ и сервиса Airbnb, в связи с тем фактом, что распространение доступности данного сервиса превышает географические границы доступности стандартных средств размещения туристов, например, отелей [3], был сделан вывод о предположительном распространении современных способов размещения туристов и в такие ранее недоступные для этого территории, как ООПТ.

В связи с этим, **целью исследования** были выбраны анализ степени распространения нового типа средств размещения туристов в виде сервиса Airbnb внутри ООПТ и сравнение доступности данного сервиса с доступностью размещения в отелях.

Для достижения этой цели были поставлены следующие **задачи**: пространственный анализ распространения жилья, доступного для краткосрочной аренды на территориях ООПТ; статистический анализ полученных результатов с целью выявления ООПТ с наибольшим количеством представленных объявлений для аренды с помощью Airbnb; сравнительный анализ распространенности отелей и Airbnb в различных районах Австралии, в особенности тех, где представлены ООПТ; изучение потенциального влияния распространения этого сервиса на развитие ООПТ.

**Материалы и методы.** Основные геопространственные данные, использованные для исследования, были предоставлены сайтом AirDNA ([www.airdna.com](http://www.airdna.com)), которые включали в себя список объявлений сервиса Airbnb с такими характеристиками, как их название, расположение, количество спальных мест, максимальное количество гостей, а также координаты объектов. Такие данные, как контуры страны, штатов и более мелких территориальных единиц, информация об ООПТ и их пространственные данные для геообработки были собраны с официального сайта Правительства Австралии, Департамента экологии и энергетики ([www.environment.gov.au](http://www.environment.gov.au)). Статистические данные об отелях были извлечены с официального сайта Австралийского бюро статистики ([www.abs.gov.au](http://www.abs.gov.au)).

В качестве аналитических методов использован пространственный анализ данных в геоинформационной программе ArcGIS, а именно: извлечение и наложение данных, вычисление статистики, добавление и вычисление атрибутивных полей. Помимо этого, был проведен дополнительный статистический анализ с помощью таблиц Microsoft Excel.

**Результаты.** Для примерного расчета степени посещаемости ООПТ через сервис Airbnb, количественные данные были пересчитаны в «занятые спальни в год» из расчета показателей заполняемости и предположения, что в одной спальне расположены в среднем 2 спальных места. В ходе исследования было обнаружено, что большое количество объявлений Airbnb находится на территориях самих ООПТ, а также выявлено, какие именно штаты имеют наибольшую загруженность по количеству посетителей через Airbnb внутри их территорий. Например, около 1% всех объявлений Airbnb в штатах Квинсленд и Новый Южный Уэльс, что в пересчете на забронированные спальни в год превышает 200 000 шт. в каждом штате, находилось внутри самих ООПТ.

Разделение всех ООПТ по категориям МСОП (Международный союз охраны природы) показало, что наиболее посещаемым является тип II «управляемые в целях охраны экосистем и для рекреационного пользования». Однако интересен тот факт, что внутри ООПТ наиболее строгой категории I «управляемые в научных целях и для охраны ненарушенных («диких») территорий» также находилось доступное для аренды жилье (рис. 1).

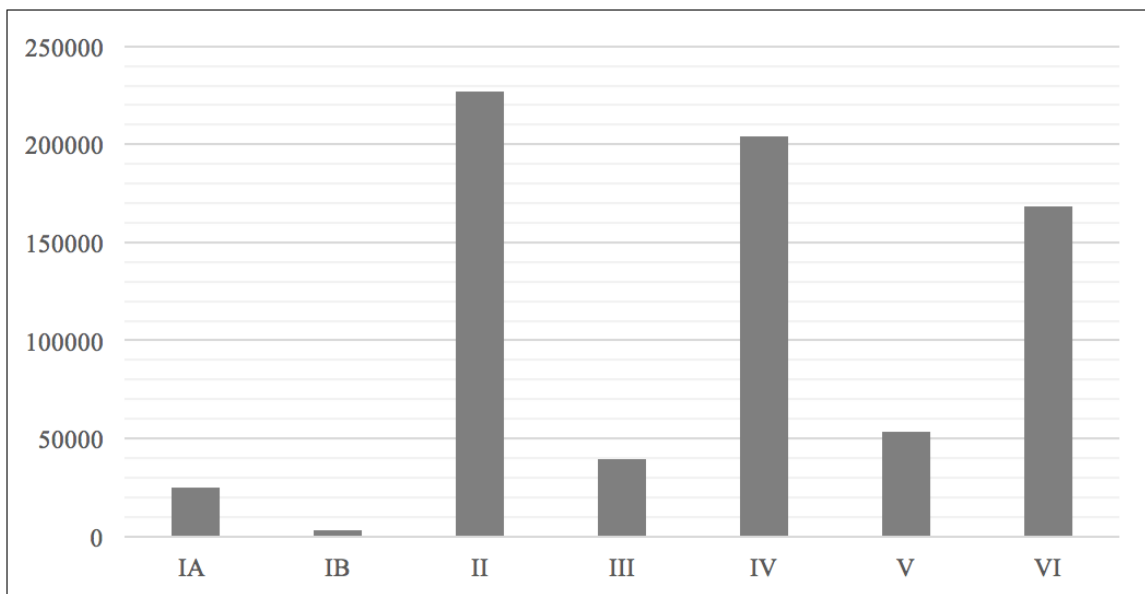


Рис. 1. Количество занятых спален (шт.) через сервис Airbnb в год внутри ООПТ, распределенных по категориям МСОП. IA — научные цели и охрана ненарушенных («диких») территорий, IB — сохранение нарушенных территорий, II — охрана экосистем и рекреационное пользование, III — сохранение определенных природных объектов, IV — сохранение некоторых видов и их среды обитания, V — сохранение ландшафтов, VI — устойчивое использование природных ресурсов [5]

Также было выявлено, в каких именно ООПТ остановилось наибольшее количество человек, используя сервис Airbnb (рис. 2).

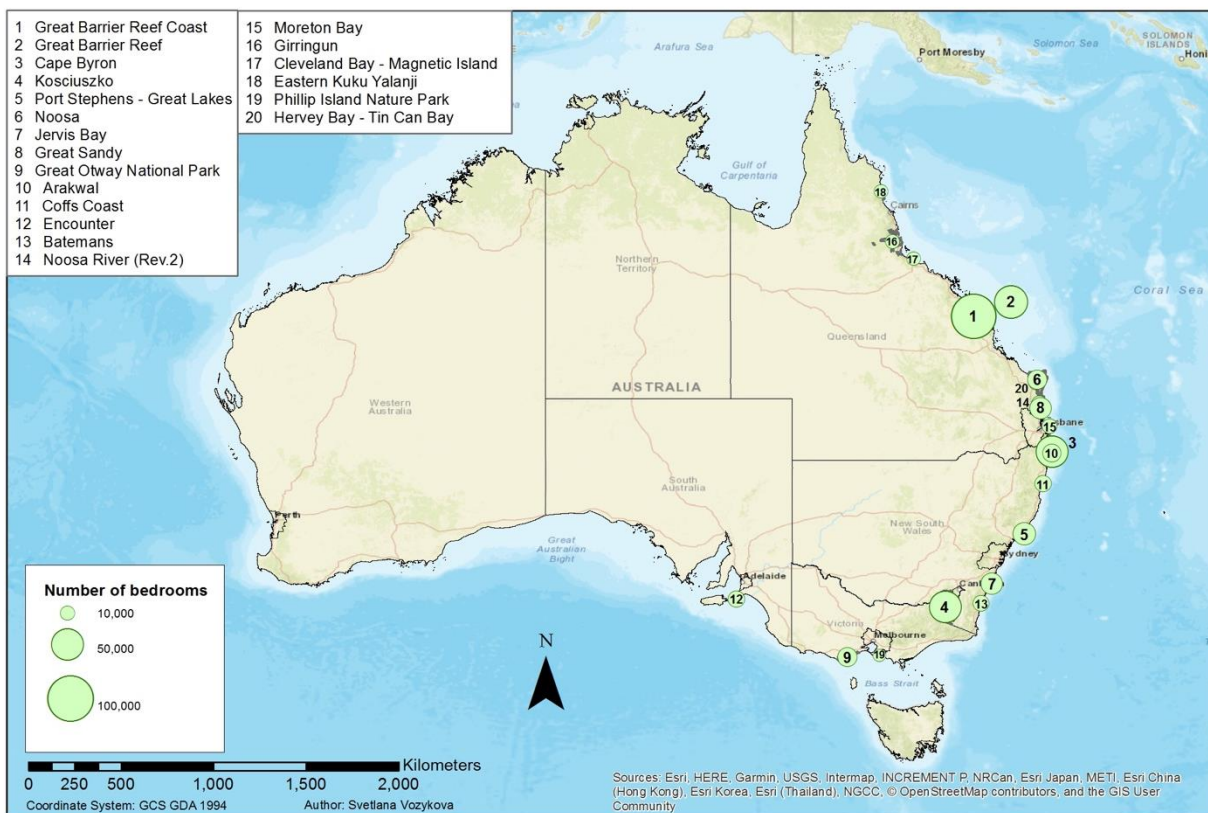


Рис. 2. ООПТ Австралии с наибольшим количеством человек, остановившихся на их территории с помощью сервиса Airbnb (по количеству занятых спален в год, шт.)



В дополнение была получена информация о том, что большинство (более 80%) объявлений Airbnb находится в радиусе 5 км от всех ООПТ. Это, скорее всего, приведет к повышению нагрузки на ООПТ в виде увеличения количества посещающих человек, так как было изучено, что Airbnb является скорее дополнением к отелям, нежели заменой им [7].

Выяснилось также, что районы Австралии, где представлены ООПТ, имеют большее количество спальных мест, доступных через сервис Airbnb, чем в отелях. И наоборот, те, что имеют менее 1% ООПТ по занимаемой территории, имеют предложение спальных мест в отелях больше, чем через Airbnb. Тем самым также подтверждается гипотеза о том, что жилье, сдаваемое в аренду через Airbnb, не имея ограничений по законодательству, доступно в тех местах, где построить отели не представляется возможным из-за существующих правовых ограничений.

**Выводы.** Очевидно, что новые технологии и сервисы, появившиеся благодаря распространению онлайн платформ и позволяющие людям обмениваться товарами и услугами без посредников, значительно трансформируют качество и стиль жизни, которой мы живем сегодня. Географическое распространение таких онлайн платформ, как Airbnb доказывает, что теперь мы имеем возможность путешествовать и останавливаться в ранее недоступных для этого районах, в данном случае — внутри ООПТ, в том числе по причине отсутствия правовых ограничений, направленных на регулирование подобных сервисов. Несмотря на то, что открываются новые горизонты для сферы туризма, не стоит забывать о первостепенном назначении национальных парков, заказников и заповедников, а именно сохранении экосистем [5]. Это еще раз доказывает необходимость грамотного регулирования и менеджмента таких онлайн платформ экономики совместного потребления, как Airbnb.

Однако на сегодняшний день угроза негативных последствий распространения сервиса краткосрочной аренды частного жилья на территориях ООПТ Российской Федерации не является столь значимой. Наоборот, пространственная экспансия в локации, не предоставляющие или имеющие лимитированное количество жилья для сдачи на короткий срок, например, отели, хостелы и другие виды размещения туристов, может сыграть положительную роль в развитии экотуризма и туризма в целом в России. Даже несмотря на то, что на данный момент большинство сервисов экономики совместного потребления в России наиболее распространены в крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург, их развитие может иметь большой потенциал для удаленных территорий. Примером могут служить сельские районы Австралии, где развитие сервиса Airbnb позволило местным жителям зарабатывать на сдаче своего жилья в аренду, а также получить благоприятные предпосылки для устойчивого развития территорий в области экономики (дополнительный доход и привлечение туристов в регионы) и в области экологии (отсутствие необходимости строительства новых отелей и других зданий для размещения путешественников) [8]. Но также стоит учесть, что помешать развитию туризма таким способом может нехватка инфраструктуры, которая позволила бы добраться до удаленных районов и ООПТ [4].

Дальнейшее изучение экономики совместного потребления, ее влияния на уже существующие процессы жизнедеятельности человека и природы, в том числе туризм и охрану

окружающей среды, а также дальнейшие перспективы в свете стремительного развития данного направления крайне важно для современного мира. Помимо этого, считается, что данная бизнес-модель является «устойчивой» и выгодной как городу и стране в целом, так и бизнесу, и потребителю [11], а также ведет к более осознанному потреблению путем перехода от потребления товаров к услугам и защите окружающей среды, благодаря повышению эффективности использования имущества [10].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Frenken K. Political economies and environmental futures for the sharing economy. // *Phil. Trans. R. Soc.* – 2017. – A, 375(2095)/ – P.20160367.
2. Jones K.R., Venter O., Fuller R.A., Allan J.R., Maxwell S.L., Negret P.J. and Watson J.E. One-third of global protected land is under intense human pressure // *Science* 2018; 360(6390). – Pp. 788–791.
3. Zervas G., Proserpio D. and Byers J.W. The rise of the sharing economy: Estimating the impact of Airbnb on the hotel industry // *Journal of Marketing Research.* – 2017. – 54(5). – Pp. 687–705.
4. Лапочкина В.В., Косарева Н.В., Адашова Т.А. Экологический туризм в России: тенденции развития // *Международный научно-исследовательский журнал.* – 2016. – 5 (47) Часть 1. – С.100–105.
5. Кревер В. Г., Стишов М. С., Онуфрения И. А. Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития. – М.: Орбис Питккус, 2009.
6. Звягина Е.С. Экологический туризм как фактор изменений особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Российской Федерации: Doctoral dissertation, автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. соц. наук.: 22.00. 04 / Екатерина Сергеевна Звягина. – 2015.
7. Carson B. Airbnb Adds Hotels As It Tries To Shed 'Alternative' Travel Image // *Forbes.* – 2018. – URL: <https://www.forbes.com/sites/bizcarson/2018/02/24/airbnbadds-hotels-as-it-tries-to-shed-alternative-travel-image/#749ff4573e6a> (дата обращения 05.10.2018).
8. Smiley S. Airbnb booming in regional Australia with half of listings now outside cities // *ABC News.* – 2017. – URL: <http://www.abc.net.au/news/2017-07-05/half-of-airbnb-listings-in-australia-are-now-outside-cities/8676888> (дата обращения 05.10.2018).
9. Официальный сайт сервиса "Airbnb". New Study Reveals A Greener Way to Travel: Airbnb Community Shows Environmental Benefits of Home Sharing. – URL: <https://www.airbnb.ch/press/news/new-study-reveals-a-greener-way-to-travelairbnb-community-shows-environmental-benefits-of-home-sharing?locale=de> (дата обращения 05.10.2018).
10. Официальный портал «Фонд Росконгресс». Петербургский международный экономический форум – 2018 // *Делись и зарабатывай. Экономика совместного потребления. Ключевые выводы.* – 2018. – URL: <https://roscongress.org/sessions/delis-i-zarabatyvay-ekonomika-sovmestnogo-potrebleniya/discussion/> (дата обращения 05.10.2018).
11. Тюрина Д. «Они могли бы делать это вместе»: эксперты ПМЭФ об экономике совместного потребления // *Интервью Агентство «Диалог».* – 2018. – URL:

<https://topdialog.ru/2018/05/26/oni-mogli-by-delat-eto-vmeste-eksperty-pmef-ob-ekonomike-sovmestnogo-potrebleniya/> (дата обращения 05.10.2018).

**Краткая информация об авторе:**

**Возыкова Светлана Дмитриевна**, магистр.

Инженер факультета низкотемпературной энергетики.

**Специализация:** управление природопользованием, экономика совместного потребления.

E-mail: [vozykova.s@gmail.com](mailto:vozykova.s@gmail.com)

**Vozykova S. D.**, master.

Engineer of the Faculty of Cryogenic Engineering.

**Specialization:** environmental management, sharing economy.

E-mail: [vozykova.s@gmail.com](mailto:vozykova.s@gmail.com)

УДК 574.2:379.85

**Байковский А. А., Григорьева В. В.**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОРОДСКИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И РИМА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Санкт-Петербургский государственный университет»**

**Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9**

E-mail: [prirodaspb@mail.ru](mailto:prirodaspb@mail.ru), [vitagr@gmail.com](mailto:vitagr@gmail.com)

В данной статье рассматриваются вопросы изучения устойчивого развития рекреационной деятельности на примере сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Санкт-Петербурга и Рима, представлен их сравнительный анализ.

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории; Санкт-Петербург; Рим; сравнительный анализ; экологическая безопасность; устойчивое развитие.

**Baikovsky A. A., Grigoryeva V. V.**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF URBAN PROTECTED NATURAL AREAS  
BY THE EXAMPLE OF SAINT PETERSBURG AND ROME**

**St. Petersburg State University**

**Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9**

E-mail: [prirodaspb@mail.ru](mailto:prirodaspb@mail.ru), [vitagr@gmail.com](mailto:vitagr@gmail.com)

This article examines issues related to sustainable development of recreational activity by the example of Saint Petersburg's and Rome's protected natural areas and presents their comparative analysis.

**Keywords:** protected natural areas; Saint Petersburg; Rome; comparative analysis; environmental safety; sustainable development.

**Актуальность** этого исследования не вызывает сомнений. Все особо охраняемые территории, включая городские, вносят жизненно важный вклад в поддержание здоровья планеты и благополучия человечества путём защиты находящихся в опасности видов флоры и фауны,

местообитаний, регуляции концентрации углекислого газа в атмосфере. Однако в условиях процесса урбанизации городские охраняемые территории имеют особую значимость, потому что они выполняют функции, которые не могут выполнить охраняемые территории, находящиеся вдали от центров сосредоточения населения. Организация рационального функционирования ООПТ является важным условием формирования гармоничной городской среды и устойчивого развития городов, а также улучшения качества жизни городского населения [1, 2]. Эффективность функционирования системы ООПТ — один из своеобразных индикаторов, показывающих качество городской среды обитания и направления развития города [3].

Анализ международного опыта формирования и функционирования сети ООПТ в урбанизированных районах, способных поддерживать экологическое равновесие, обеспечивать реализацию экосистемных услуг, снижать экологический след, обеспечить устойчивое развитие и сохранение биоразнообразия представляется весьма актуальным [3, 4, 5].

**Целью** данного исследования являлось изучение вопросов устойчивого развития рекреационной деятельности на примере сетей ООПТ Санкт-Петербурга и Рима.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

1. Изучить ООПТ Санкт-Петербурга, их характеристики, организацию управления ими.
2. Изучить ООПТ Рима, их характеристики, организацию управления ими.
3. Провести сравнительный анализ сетей ООПТ Санкт-Петербурга и Рима.

**Предметом исследования** является сравнительный анализ особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга и Рима.

### **ООПТ Санкт-Петербурга**

Управление ООПТ Санкт-Петербурга осуществляет государственное казенное учреждение (ГКУ) «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» (ДООПТ СПб) [6]. Основная задача данного учреждения — сохранение и развитие особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Помимо этого, ГКУ ДООПТ СПб осуществляет ряд других задач, в числе которых — просветительская деятельность (экологическое просвещение), предоставление актуальной и достоверной информации о системе ООПТ Санкт-Петербурга, научные исследования, собственно управление системой ООПТ, организация различных мероприятий.

В настоящее время ГКУ ДООПТ СПб осуществляет управление 15 ООПТ, в числе которых — Государственный природный заказник «Юнтоловский», Памятник природы «Дудергофские высоты», Памятник природы «Комаровский берег», Памятник природы «Стрельнинский берег», Памятник природы «Парк «Сергиевка», Государственный природный заказник «Гладышевский», Государственный природный заказник «Северное побережье Невской губы», Государственный природный заказник «Озеро Щучье», Государственный природный заказник «Сестрорецкое болото», Памятник природы «Петровский пруд», Памятник природы «Елагин остров», Государственный природный заказник «Западный Котлин», Государственный природный заказник «Южное побережье Невской губы», Памятник природы «Долина реки Поповки», Государственный природный заказник «Новоорловский». По каждой

из вышеперечисленных ООПТ изданы и переиздаются соответствующие информационные буклеты. Они существуют как в печатном, так и в электронном виде [8].

### ООПТ Рима

Управление 14 из 19 охраняемых природных территорий Рима<sup>1</sup> осуществляет Рома Натура (Roma Natura ит.) — региональное учреждение по управлению системой охраняемых природных территорий Рима. Появившись в соответствии с региональным законом № 29 от 6 октября 1997 года, Рома Натура стала публично-правовой организацией, наделённой административной, финансовой и имущественной автономией. В настоящее время Рома Натура управляет территорией свыше 16 000 гектаров, включая морскую охраняемую территорию Секке-ди-Тор-Патерно (но она не входит в состав римской коммуны, а охватывает часть Тирренского моря). Эта территория в 16 000 гектаров сравнима с площадью города Болонья. Многие природные заповедники сохраняют земли, пригодные для сельскохозяйственного использования — это и по сей день делает Рим первой аграрной коммуной Италии. Богатство территории, которой управляет Рома Натура, невероятно: археологические памятники, деревни и хутора — лишь часть всего этого. Настоящее сокровище — это ещё и богатое видовое разнообразие: более 1000 видов растений, 5000 видов насекомых, 150 видов млекопитающих, птиц, амфибий и пресмыкающихся [12].

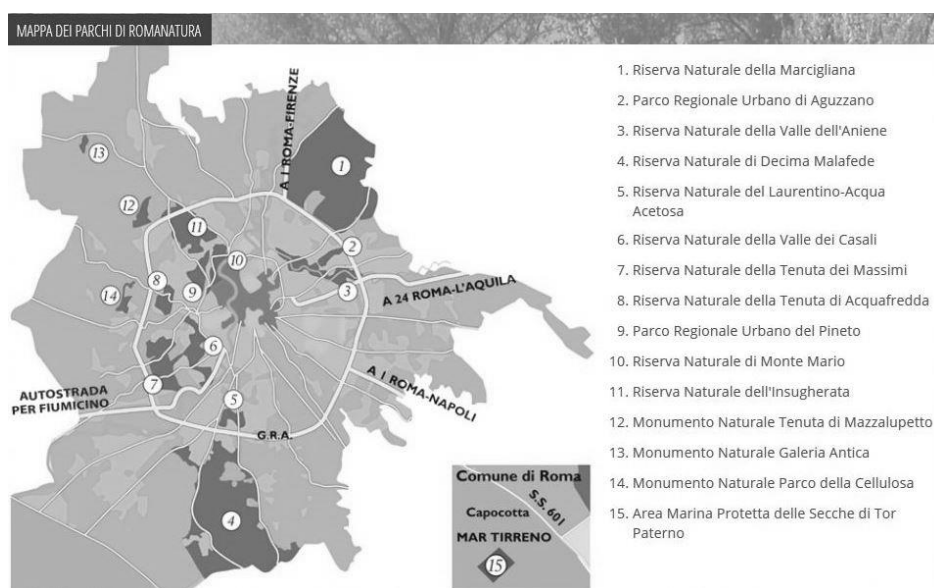


Рис. 1. Карта-схема особо охраняемых природных территорий Рима под управлением Roma Natura [10]

### Сравнительный анализ ООПТ Санкт-Петербурга и Рима

Для большей наглядности результаты сравнительного анализа городских особо охраняемых территорий Санкт-Петербурга и Рима представлены в виде таблицы.

<sup>1</sup>Точнее говоря, коммуны с особым статусом — Рим-столица (ит. Roma Capitale), которая появилась 3 октября 2010 года, заменив собой римскую коммуну (ит. Comune di Roma). В дальнейшем под римской коммуной здесь будет подразумеваться коммуна с особым статусом, а не старая административно-территориальная единица.

Сравнительный анализ ООПТ Санкт-Петербурга и Рима (авторская таблица)

| Параметры сравнения   | Санкт-Петербург  | Рим   |
|---|--|---|
| 1. Численность городского населения, млн чел.                                       | 5,4 млн чел. (официальные данные на 2018 г.)   | 2,9 млн чел. (официальные данные на 2018 г.)  |
| 2. Плотность городского населения, чел./км <sup>2</sup>                             | 3815   | 2234  |
| 3. Площадь административно-территориального образования, га                         | 140 300  | 128 736   |
| 4. Статус административно-территориального образования                              | Город федерального значения  | Коммуна с особым статусом   |
| 5. Общая площадь ООПТ, га   | 6 143 [6]  | 40 909 [11]   |
| 6. Процентное соотношение площади ООПТ к общей площади города                       | 4,3%   | 31,8%   |
| 7. Площадь ООПТ на одного жителя, га/чел.   | 0,001  | 0,014   |
| 8. Количество ООПТ  | 15 [7]   | 19 [12]   |
| 9. Количество экомаршрутов на городских ООПТ  | 3 [9]  | 14 [10]   |
| 10. Структуры, контролирующие ООПТ  | Дирекция ООПТ СПб  | Roma Natura, независимые учреждения   |
| 11. Количество ООПТ, имеющих участки как в городе, так и в соседней области/коммуне | 1  | 5   |
| 12. Создание и организация первых городских ООПТ                                    | Первой ООПТ СПб был государственный природный заказник «Юнтоловский», основанный в 1990 г.   | Первая ООПТ Рима — Региональный городской парк Пинето, основанный в 1987 г.                                 |
| 13. Самая крупная городская особо охраняемая природная территория                   | Государственный природный заказник «Сестрорецкое болото» площадью 1877 га  | Государственный природный заповедник Литорале Романо площадью 8138,23 га                                    |
| 14. Минимальная городская особо охраняемая природная территория                     | Памятник природы «Петровский пруд» площадью 3,1 га   | Памятник природы Галерия Антика площадью 31,76 га   |
| 15. Организация последней из действующих городских ООПТ                             | Государственный природный заказник «Новоорловский» создан в 2015 г.  | Памятник природы Паркоделла-Челлулоза организован в 2006 г.   |
| 16. Соблюдение/нарушение установленного режима охраны                               | Частые правонарушения (за 2016 год выявлено 2066 случаев): попытки проезда на ООПТ автомобилей и квадроциклов, разведение костров, замусоривание территории, браконьерская | Отдельные правонарушения (браконьерство, несанкционированные свалки); каждый случай тщательно расследуется. |

| Параметры сравнения  | Санкт-Петербург   | Рим   |
|--|---|---|
|  | ловля рыбы, нарушение сроков рыболовства и т.д.   |   |
| 17. Экологический мониторинг ООПТ  | Проводится регулярный мониторинг популяций млекопитающих, наземных природных комплексов (на 12 ООПТ создано 55 пробных площадок). | В 2015 г. принята действующая программа мониторинга биологического разнообразия, включающая мониторинг местообитаний и некоторых видов.   |
| 18. Динамика посещения городских ООПТ/ экологических маршрутов на городских ООПТ | Популярность экомаршрутов на ООПТ растет, но статистика посетителей пока не ведётся.  | Точная статистика посетителей не ведётся; в целом популярность экомаршрутов остаётся на высоком уровне, в целях привлечения посетителей на территории ООПТ регулярно проводятся публичные мероприятия — экскурсии, прогулки и пробежки. |

Таким образом, можно сформулировать следующие **выводы**:

1. Проведено сравнение ООПТ Санкт-Петербурга и Рима по 18 параметрам.
2. По состоянию на 2018 г. в Санкт-Петербурге зарегистрировано 15 ООПТ, в Риме — 19 ООПТ, на 4 ООПТ больше. При сравнении процентного соотношения площади ООПТ к общей площади городов наблюдается значительная разница: в Санкт-Петербурге — 4,3% , в Риме — 31,8%, т.е. в Риме более чем в 7 раз больше, чем в Санкт-Петербурге. При этом следует учитывать, что население Санкт-Петербурга превышает население Рима примерно в 1,7 раз.
3. Суммарная площадь ООПТ Рима значительно (примерно в 6,5 раз) больше, чем суммарная площадь ООПТ в Санкт-Петербурге. Это связано с тем, что в Риме охраняемые природные территории включают в себя много парковых зон города и земель сельскохозяйственных угодий. Кроме того, в целом ООПТ Рима были основаны раньше, чем ООПТ Санкт-Петербурга.
4. На ООПТ Рима оборудовано в 4,6 раз больше экологических маршрутов, чем в Санкт-Петербурге. Это говорит о том, что рекреационный потенциал ООПТ Рима используется в большей мере, чем в Санкт-Петербурге.
5. Эффективность использования ООПТ в эколого-образовательных и рекреационных целях в Санкт-Петербурге недостаточна. Существует необходимость повышения эффективности управления и менеджмента ООПТ для сбалансированного развития экологического туризма [3]. Изучение позитивного зарубежного опыта в этом направлении может стать стимулом для разработки конкретных рекомендаций и улучшения ситуации. Санкт-Петербург, обладая большим потенциалом развития туризма, может перенять опыт Рима по созданию экологических маршрутов на городских ООПТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева В.В. Экологическая безопасность развития туризма. Environmental Safety of Tourism Development. Учебно-методическое пособие – СПб.: СПбГУ, ВВМ, 2012. – 61 с.
2. Григорьева В.В. Экологический менеджмент в туризме. Environmental Tourism Management. Учебно-методическое пособие. – СПб.: СПбГУ, ВВМ, 2012. – 54 с.
3. Григорьева В.В. Повышение эффективности управления особо-охраняемыми природными территориями для устойчивого развития экологического туризма: опыт Стокгольма для Санкт-Петербурга // Экотуризм в условиях города. Сборник научных трудов Летней международной российско-итальянской экологической школы. – М.: РУДН. 2011. – С. 87–94.
4. Григорьева В.В. Сравнительный анализ особо-охраняемых территорий Санкт-Петербурга и Стокгольма. Экология мегаполиса // Мир экскурсий : профессиональный журнал о теории и практике современного экскурсионного дела. – 2010. – № 11, Санкт-Петербург. – С. 70–74 (А4).
5. Григорьева В.В. Особо охраняемые природные территории как важнейшее условие для устойчивого развития: сравнительный анализ охраняемых территорий Санкт-Петербурга и Стокгольма // Материалы научно-практической конференции «Туризм и биологическое разнообразие» 21–22 сентября 2010, Санкт-Петербург Часть 1. – СПб.: ИНЖЕКОН, 2010. – С. 66–69.
6. Официальный сайт ГКУ Дирекции ООПТ СПб информация об ООПТ. – URL: [http://oopt.spb.ru/protected\\_areas/](http://oopt.spb.ru/protected_areas/) (дата обращения 20.10.18).
7. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2016 году / Под ред. И.А. Григорьева, И.А. Серебрицкого.
8. Официальный сайт ГКУ ДООПТ СПб, брошюра о Юнтоловском заказнике. – URL: <http://oopt.spb.ru/wp-content/uploads/2016/01/yuntolovskiy.pdf> (дата обращения 20.10.18).
9. Официальный сайт ГКУ ДООПТ СПб, информация об экомаршрутах. – URL: <http://oopt.spb.ru/eco/> (дата обращения 20.10.18).
10. Официальный сайт организации Roma Natura (на итальянском). – URL: <http://romanatura.roma.it/> (дата обращения 20.10.18).
11. Belisario F., Consoli V., e Tufano M., 2010 - *RomaNatura: funzioni di un sistema di aree protette per la qualità della vita metropolitana*. In: Cavaliere A., Ostellino I. (a cura di) - *Parchi metropolitani*. EdizioniETS. В электронном виде (на итальянском). – URL: [http://www.parchilazio.it/documenti/pubblicazioni/2447\\_allegato1.pdf](http://www.parchilazio.it/documenti/pubblicazioni/2447_allegato1.pdf) (дата обращения 20.10.18).
12. Relazione sullo Stato dell'Ambiente - Natura e verde pubblico - Dipartimento Tutela ambientale e del Verde. Электронная версия (на итальянском). – URL: [https://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/RSA2011\\_Natura.pdf](https://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/RSA2011_Natura.pdf) (дата обращения 20.10.18).



**Краткая информация об авторах:**

**Байковский Александр Анатольевич**, студент 4-го курса бакалавриата кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов СПбГУ.

**Специализация:** экологическая безопасность, устойчивое развитие.

E-mail: priodaspb@mail.ru

**Baikovsky A. A.**, 4th year student, Department of Environmental Safety and Sustainable Development of Regions.

**Specialization:** environmental safety, sustainable development.

E-mail: priodaspb@mail.ru

**Григорьева Виктория Васильевна**, старший преподаватель кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов Санкт-Петербургского государственного университета.

**Специализация:** геоэкология, экологически безопасное рекреационное природопользование, устойчивое развитие туризма, экологический менеджмент, экологическая сертификация.

E-mail: vitagrig@gmail.com

**Grigoryeva V. V.**, Senior Lecturer, Department of Environmental Safety and Sustainable Development of Regions, St. Petersburg State University, PhD st. INTAS, Master Degree Stockholm University.

**Specialization:** geoecology, environmentally safe recreational use of natural resources, sustainable tourism development, environmental management, environmental certification.

E-mail: vitagrig@gmail.com

УДК 349.6.

**Пономарев М. В.**

**ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА,  
НАПРАВЛЕННОГО НА ЗАЩИТУ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРАВ ГРАЖДАН В УСЛОВИЯХ  
РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ**

**Федеральное государственное научно-исследовательское учреждение  
«Институт законодательства и сравнительного правоведения  
при Правительстве Российской Федерации»  
Россия, 117218, Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 34  
E-mail: m.ponomarev@mail.ru**

Настоящая статья представляет собой научно-практический анализ наиболее актуальных на сегодняшний день правовых вопросов в области обеспечения экологически безопасного обращения с отходами в Московской области. В частности, рассматриваются правовые проблемы, связанные с размещением различных видов объектов инфраструктуры в области обращения с отходами (мусоросжигательных заводов, мусороперерабатывающих предприятий), автором вносятся предложения по совершенствованию правового регулирования отношений в указанной сфере, реализация которых позволит добиться снижения негативного воздействия на окружающую среду и обеспечения защиты экологических прав граждан.

**Ключевые слова:** отходы; отходы производства и потребления; твердые коммунальные отходы; обращение с отходами; окружающая среда; благоприятная окружающая среда; объект размещения отходов; объект хранения отходов; объект захоронения отходов; объект утилизации отходов; объект обезвреживания отходов.

**Ponomarev M. V.**

**PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF LEGISLATION AIMED AT PROTECTING  
THE ENVIRONMENTAL RIGHTS OF CITIZENS IN TERMS OF DEVELOPMENT  
OF THE INFRASTRUCTURE OF WASTE MANAGEMENT FACILITIES**

**Institute of Legislation and Comparative Law  
under the Government of the Russian Federation  
Russia, 117218, Moscow, Bolshaya Cheremushkinskaya str., 34  
E-mail: m.ponomarev@mail.ru**

This article presents a scientific and practical analysis of today's most relevant legal issues in the field of ensuring environmentally safe waste management in Moscow region. In particular, the legal issues related to the siting of various types of infrastructure in the field of waste management (incineration plants, waste processing plants) are considered. The author makes proposals on improving the legal regulation of relations in this area, whose implementation will reduce the negative impact on the environment and ensure the protection of environmental rights of citizens.

**Keywords:** waste; production and consumption waste; solid municipal waste; waste management; environment; favorable environment; waste disposal facility; waste storage facility; waste burial facility; waste utilization facility; waste detoxification facility.

Сфера обращения с отходами производства и потребления в настоящее время характеризуется наличием большого количества разнообразных рисков и угроз в области охраны окружающей среды, которые при отсутствии должного внимания к ним со стороны органов государственной власти через достаточно непродолжительное время могут повлиять на здоровье настоящего и будущих поколений людей.

Очевидно, что одной из ключевых и наиболее злободневных экологических проблем общенационального масштаба на сегодняшний день является низкий уровень утилизации и переработки отходов и вовлечения их во вторичный оборот, использования их в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов, а также борьба с многочисленными стихийно образующимися несанкционированными свалками.

На необходимость обеспечения требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами обращается внимание и в ключевых программных документах, в которых выражены основные приоритеты государственной экологической политики России (Стратегия экологической безопасности РФ на период до 2025 года [19], Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [11], Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [18], Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации [7]).

Приведенные статистические данные свидетельствуют о неудовлетворительной в целом ситуации с организацией деятельности по обеспечению экологической безопасности при обращении с ТКО в Российской Федерации. Особенно остро данные проблемы затронули крупные

мегаполисы, где образуется значительная доля ТКО. Наиболее сильный общественный резонанс проблема нарушения конституционного права на благоприятную окружающую среду в ходе деятельности по обращению с отходами получила в крупных мегаполисах и городских агломерациях, таких как Москва и Московская область, в которых на сегодняшний день наблюдается острая нехватка полигонов для захоронения ТКО. Такая нехватка обусловлена, прежде всего, тем, что большинство из существующих на данный момент объектов было построено еще в советское время и давно уже выработало свою проектную мощность.

Частичное решение проблемы удаления больших объемов регулярно образующихся ТКО предполагается осуществить в рамках Приоритетного проекта «Чистая страна» путем строительства в период с 2018 по 2022 годы четырех мусоросжигательных заводов в Московской области (Воскресенск, Наро-Фоминск, Ногинск и Солнечногорск) и одного в городе Казани (Осиново) [13]. Четыре подмосковных завода должны снизить долю отходов, которые направляются на полигоны, на 25%, а в Татарстане их и вовсе перестанут захоранивать [1]. Предполагается, что суммарно предприятия будут обрабатывать 2,8 млн тонн отходов в год [5].

Существуют различные научно обоснованные оценки влияния мусоросжигательных заводов на окружающую среду, а также жизнь и здоровье граждан — от крайне негативных [20] до умеренных [15] и даже весьма позитивных. При этом одним из наиболее распространенных аргументов в пользу строительства новых объектов такого рода является удачный опыт ряда зарубежных стран, где такие заводы функционируют достаточно давно и вполне эффективно [2, 9, 16, 3, 4, 10, 6]. Очевидно, что такой опыт применим к российским реалиям только с учетом того, что в этих государствах не одно десятилетие успешно действует селективный сбор как коммунальных, так и иных отходов (есть необходимая инфраструктура и сформирован соответствующий менталитет у населения), к тому же следует учитывать, что одним из наиболее вероятных определяющих факторов для выбора сжигания отходов как определяющего способа их удаления является явный недостаток территории многих государств Западной Европы для строительства новых полигонов или мусороперерабатывающих предприятий.

Очевидно, что комплексное решение давно назревших проблем в области обращения с отходами возможно только лишь при формировании в субъектах РФ единой инфраструктуры обращения с отходами. В настоящее время территориальное расположение объектов данной инфраструктуры в субъектах РФ отражено в территориальной схеме в области обращения с отходами, в том числе ТКО.

Следует отметить, что понятие «инфраструктура обращения с отходами» является предметом научных исследований уже достаточно давно. Под ней предлагают понимать комплекс объектов, предприятий, организаций и учреждений, обеспечивающих решение экологических, социальных, экономических и технологических задач в сфере обращения с отходами, который формируется как инфраструктурными объектами, на которых осуществляется непосредственно обращение с отходами, так и организациями, оказывающими опосредованное воздействие на этот процесс [17, с. 18-19].

При этом в качестве одного из основных направлений деятельности, которые должны быть положены в основу предложений по формированию инфраструктуры в области обращения с бытовыми отходами, предлагается рассматривать создание систем раздельного сбора отходов, обеспечивающих снижение количества отходов, требующих захоронения, и исключение попадания отходов, содержащих токсичные компоненты в захораниваемые отходы [12, с. 19].

**Заключение/выводы.** К основным наиболее актуальным правовым проблемам в сфере функционирования новой системы обращения с ТКО следует отнести следующие.

1. Большое значение для обеспечения как наименее вредного функционирования объектов термического обезвреживания отходов (мусоросжигательных предприятий), так и для целей наиболее полной утилизации отходов производства и потребления, а также вовлечения их во вторичный оборот играет обеспечение их раздельного (селективного) сбора и предварительной обработки (в частности, сортировки) [8, с. 36–37].

Основной проблемой при переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки (современные технологии позволяют переработать до 90% общего количества отходов), а отделение вторсырья от остального мусора (и разделение различных компонентов вторсырья). Более прогрессивные технологии извлечения вторсырья подразумевают ту или иную форму участия общественности – организацию центров по сбору вторсырья или его покупки у населения, мероприятия по раздельному сбору отходов на улицах с помощью специальных контейнеров или организацию системы раздельного сбора отходов на бытовом уровне [14, с. 65].

В целях повышения эффективности сбора и последующей утилизации ТКО, требуется правовое закрепление требований по раздельному сбору ТКО, а также методов экономического стимулирования участия населения в раздельном сборе ТКО. Предлагаются различные варианты мер экономического стимулирования указанной деятельности, например, введение льгот по оплате коммунальной услуги по вывозу ТКО для граждан, осуществляющих раздельный сбор таких отходов, однако эта мера представляется возможной лишь после перевода данной услуги из жилищной в коммунальную, что должно произойти лишь после 1 января 2019 г.

2. Необходимо законодательное закрепление системы специальных экологических требований к процессам размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, вывода из эксплуатации, консервации и ликвидации объектов обезвреживания отходов, в особенности объектов термического обезвреживания, в частности, запрета на размещение указанных объектов в черте населенного пункта (следует отметить, что ряд уже функционирующих мусоросжигательных предприятий, например в Москве, действуют в черте города, что было предметом неоднократных негативных оценок местных жителей в средствах массовой информации).

Отсутствие законодательного запрета на размещение объектов хранения и объектов обезвреживания отходов в границах населенных пунктов предоставляет возможность строительства указанных объектов в городах, функционирование которых в непосредственной

близости от жилых районов и объектов социальной инфраструктуры может повлечь причинение существенного вреда не только окружающей среде, но и здоровью граждан [14, с. 67].

В условиях отсутствия соответствующего запрета в федеральном законодательстве и учитывая, что вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, равно как и законодательство в области охраны окружающей среды, как отмечалось выше, относятся к предметам совместного ведения Российской Федерации и ее субъектов (ст. 72 Конституции РФ), аналогичный запрет может быть установлен в законодательстве Московской области.

3. Определенные трудности в практической деятельности на сегодняшний день вызывает и отсутствие порядка проведения общественных обсуждений при корректировке территориальных схем, что может создавать условия для игнорирования мнения местных жителей при размещении объектов инфраструктуры по обращению с ТКО. В настоящее время постановлением Правительства РФ от 22 сентября 2018 г. № 1130 утверждены Правила разработки, общественного обсуждения, утверждения, корректировки территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами, а также требованиями к составу и содержанию таких схем. Данными Правилами урегулирован лишь порядок общественного обсуждения проекта территориальной схемы, и при этом не предусматривается четкого порядка обсуждения с местным населением изменений, вносимых в уже действующую территориальную схему, отсутствие которого (в особенности при решении вопросов о выборе места размещения новых объектов инфраструктуры по обращению с отходами) может привести к усилению протестных настроений среди местных жителей.

4. Большой проблемой для большинства субъектов РФ является борьба с незаконными свалками отходов. Как уже отмечалось выше, на сегодняшний день проблема незаконных свалок отходов, в том числе, ТКО, является одной из наиболее актуальных экологических проблем в России. Очевидно, что механизм выявления и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде, предусмотренный в настоящее время нормами главы XIV.1. Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и рядом нормативных правовых актов подзаконного характера, не вполне применим для небольших несанкционированных свалок ТКО, учитывая длительный и сложный характер данной процедуры.

Представляется целесообразным рассмотреть вопрос о внесении изменений в законодательство в части введения специального реестра мест несанкционированного складирования отходов, а также определения порядка выявления указанных мест и их документирования (например, путем фото- и видеофиксации, подачи данных через мобильные приложения) путем наделения данным правом общественных инспекторов по охране окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адамчук О., Базанова Е. Где в Московской области будут сжигать мусор // «Ведомости» от 15 февраля 2018 г. – URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2018/02/15/751104-podmoskovnii-musor-privlek-shveitsartsev-yapontsev>
2. Билитевски Б., Ширмер М. Сжигание отходов: опыт Германии // Твердые бытовые отходы. – 2007. – № 1. – С. 47–49.
3. Боравская Т. В. Наилучшие доступные технологии в области сжигания отходов: европейский подход // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 3. – С. 69–72.
4. В «зеленое» будущее со шведскими технологиями // Твердые бытовые отходы. – 2010. – № 2. – С. 58–64.
5. В Подмосковье начали строить первый мусоросжигательный завод // «Интерфакс» от 5 июня 2018 г. – URL: <https://www.interfax.ru/moscow/615651>
6. Ван Гервен Т., Гейзен Д., Стоффилс Л., Джасперс М., Вандекастел С. Обращение с отходами мусоросжигания в Европе // Твердые бытовые отходы. – 2007. – № 2. – С. 40–50.
7. Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации, утв. приказом Минприроды России от 14 августа 2013 г. № 298 // Нормирование в строительстве и ЖКХ. – 2013. – № 4.
8. Лебедев В. Н. Сжигание несортированных отходов – умирающая технология // Твердые бытовые отходы. – 2007. – № 1. – С. 36–37.
9. МакКиннон-Резерфорд К. Д. Сжигание отходов сегодня и завтра // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 5. – С. 80–84; № 6. – С. 55–58; № 7. – С. 62–64.
10. Мельников А. В. Сжигать? Не сжигать? // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 6. – С. 46–48.
11. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утв. Президентом РФ 30 апреля 2012 г. // документ опубликован не был — см. справочную правовую систему «КонсультантПлюс».
12. Ощепкова А. З. Инфраструктура в сфере обращения с отходами: территориальные аспекты // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 11. – С. 19.
13. Паспорт Приоритетного проекта «Снижение негативного воздействия на окружающую среду посредством ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде и снижения доли захоронения твердых коммунальных отходов» (Приоритетного проекта «Чистая страна»), утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 21 декабря 2016 г. № 12) // Официальный интернет-сайт Правительства Российской Федерации. – URL: <http://static.government.ru/media/files/B3JtWzMSWVANHTd6plVchwnOLWEYmF9f.pdf>
14. Пономарев М. В. Правовое регулирование экологически безопасного обращения с отходами в городах // Законодательство и экономика. – 2013. – № 2. – С. 65–70.
15. Прядко А. Л. Современные МСЗ в системе санитарной очистки территорий мегаполисов // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 10. – С. 24–29.

16. Сандквист Я., Ванкевич Р. Сжигание отходов: плюсы и минусы // Твердые бытовые отходы. – 2007. – № 2. – С. 51–52.
17. Сомова Т. Н., Ощепкова А. З., Столбов В. А. Инфраструктура обращения с отходами: от понятия к реальности // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – № 3. – С. 18–19.
18. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2018. – № 6. Ст. 920.
19. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утв. указом Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2017. – № 17. Ст. 2546.
20. Юфит С. С. Мусоросжигательные отходы — опасность для России // Твердые бытовые отходы. – 2009. – № 3. – С. 50-55; № 4. – С. 56-59; № 5. – С. 62–68.

**Краткая информация об авторе:**

**Пономарев Михаил Вячеславович**, научный сотрудник отдела экологического и аграрного законодательства, Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации (Москва).

**Специализация:** экологическое право, правовое регулирование обращения с отходами производства и потребления, законопроектная деятельность, правовая экспертиза законопроектов.  
E-mail: m.ponomarev@mail.ru

**Ponomarev M. V.**, scientific researcher of the Department of environmental and agricultural legislation of Institute of legislation and comparative law under the Government of the Russian Federation» (Moscow).

**Specialization:** environmental law, legal regulation of waste production and consumption, legislative activity, legal examination of bills.  
E-mail: m.ponomarev@mail.ru

УДК 349.6

**Клюева К. И.**

**ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПЕРЕХОДА  
К НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) федерального государственного  
казенного образовательного учреждения высшего образования  
«Университет прокуратуры Российской Федерации»  
Россия, 191104, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 44  
E-mail: krisklyueva@gmail.com**

В данной работе приведены результаты анализа действующего законодательства в сфере регулирования порядка перехода к наилучшим доступным технологиям в РФ. Выявлены некоторые проблемы правового регулирования и правоприменительной практики.

**Ключевые слова:** наилучшие доступные технологии; охрана окружающей среды; экологическое законодательство; государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

**Klyueva K. I.**

**LEGAL ASPECTS OF THE PREPARATORY PHASE OF TRANSITION  
TO BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES IN THE RUSSIAN FEDERATION**

**Saint-Petersburg Law Institute (Branch) of Federal Establishment of Higher Education  
«University of the Office of the Prosecutor of the Russian Federation»  
Russia, 191104, St. Petersburg, Liteiny pr., 44  
E-mail: krisklyueva@gmail.com**

This paper presents an analysis of the current legislation in the field of regulation of the transition to the best available technologies in the Russian Federation. Some problems of legal regulation and law enforcement practice are revealed.

**Keywords:** best available technologies; environmental protection; environmental legislation; state accounting of objects having a negative impact on the environment.

Современное состояние экологии вызывает озабоченность во всем мире. Большинство стран сегодня активно принимает ряд мер правового и экономического характера, направленных на улучшение экологической обстановки. Россия не является исключением в этой тенденции. Принятие и вступление в силу Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее — ФЗ № 219-ФЗ) [1] явилось новым этапом в развитии законодательства в сфере охраны окружающей среды. Положения, содержащиеся в ФЗ № 219-ФЗ, предполагают переход промышленных предприятий на новую систему нормирования допустимого воздействия на окружающую среду с использованием принципов наилучших доступных технологий (далее — НДТ). Теперь объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, в зависимости от уровня воздействия подразделяются на четыре категории, среди которых наиболее значительные предприятия-загрязнители (объекты 1 категории) относятся к областям применения НДТ. Категоризация объектов позволяет ранжировать предъявляемые к ним требования.

Рассматриваемая экологическая реформа носит поэтапный характер, обусловленный необходимостью подготовки значительного нормативно-правового массива и осуществлением существенных технологических изменений на объектах. В рамках подготовительного этапа на протяжении последних нескольких лет довольно активно принимаются акты различного уровня, связанные с определением критериев отнесения объектов к той или иной категории [3], созданием систем автоматического контроля выбросов, сбросов загрязняющих веществ [2] и пр. Значительная часть принятых норм еще не вступила в силу и пока не может быть реализована. Вследствие этого особую актуальность представляет рассмотрение некоторых аспектов исполнения вступивших в силу изменений законодательства в рамках проводимой реформы



с целью выявления имеющихся проблем в толковании и применении правовых норм для разработки предложений по их разрешению и предотвращению в будущем. С учетом ограниченного объема данной работы предлагаем рассмотреть только некоторые вопросы постановки объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет.

Объектом исследования представляются общественные отношения в сфере перехода к НДТ в РФ, предмет исследования — правовое регулирование и правоприменительная практика постановки объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет. В работе использовались методы исследования, соответствующие эмпирическому и теоретическому уровням, среди которых можно выделить анализ научных материалов и законодательной базы, дедукция и индукция, методы логического и сравнительного анализа, прогнозирование, синтез, абстракция.

Согласно ст. 11 ФЗ № 219-ФЗ, со дня вступления в силу данного закона (т.е. с 1 января 2015 г.) в течение двух лет юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность, обязаны поставить на государственный учет принадлежащие им на установленном законом праве объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. Здесь особое значение имеет определение объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду. Понятие, используемое в ФЗ № 219-ФЗ, раскрывает исследуемую категорию и как отдельный объект капитального строительства, и как их совокупность, объединенных единым назначением и (или) неразрывно связанных физически или технологически и расположенных в пределах одного или нескольких земельных участков. В других работах автором уже отмечалось, что используемая формулировка поддается широкому толкованию и не позволяет однозначно определить возможность нахождения на одной производственной площадке нескольких объектов негативного воздействия [6]. Некоторые разъяснения по этому вопросу были даны Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (далее — Росприроднадзор): объект может включать несколько источников негативного воздействия (в т.ч. источники выбросов, сбросов, площадки размещения отходов) и должен удовлетворять требованию территориальной связанности. В случае если юридическое лицо, индивидуальный предприниматель осуществляют хозяйственную и (или) иную деятельность на двух и более производственных территориях, удаленных друг от друга на значительное расстояние (в том числе находящихся в разных муниципальных образованиях) и не связанных трубопроводами, железными дорогами или иначе (технически), необходимо ставить на государственный учет два и более производственных объекта с соответствующим представлением заявки на каждый объект [5]. Следовательно, несмотря на нахождение в рамках одной производственной площадки объектов, на которых осуществляются различные виды деятельности (например, металлообработка, размещение отходов, очистка вод и пр.), относящиеся технологически к одному процессу производства, она в целом может и должна быть признана единым объектом, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду. Этот вывод

также обусловлен концепцией выдачи комплексных экологических разрешений в отношении объектов I категории.

Результаты анализа данных из Публичного федерального реестра объектов негативного воздействия [7] свидетельствуют о распространенности постановки на учет нескольких объектов, деятельность на которых осуществляется одним субъектом. С учетом ограниченности информации, которая может быть получена из указанного реестра, сложно сделать объективный вывод о том, обладают ли эти объекты территориальной связностью. Однако нередко такое предположение крайне вероятно. Например, сельскохозяйственный производственный кооператив «Колхоз Путь к коммунизму» осуществляет свою деятельность на девяти объектах, среди которых имеется объект по содержанию птицы, объект по содержанию свиней, объект по содержанию лошадей, объект по содержанию крупного рогатого скота. Одновременно с этим сельскохозяйственный производственный кооператив «Ордена Ленина колхоз имени И.Я. Шумакова» по данным реестра имеет лишь один объект негативного воздействия на окружающую среду, включающий производство продукции растениеводства, разведение и выращивание крупного рогатого скота и свиней. Вопрос о правильности определения с точки зрения законодательства в первом примере объектов в качестве самостоятельных спорен. Необходимость дачи пояснений с приведением конкретных примеров способствовала подготовке Росприроднадзором информационных писем с разъяснением некоторых спорных моментов, связанных с постановкой объектов на учет. Дальнейшее распространение такой практики позволило бы предотвратить возможные разночтения или даже злоупотребления со стороны юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Несмотря на обязанность постановки на учет до 2017 г., органами прокуратуры (как правило, природоохранными) были выявлены многочисленные факты нарушения данного требования, в связи с чем прокурорами направлялись заявления в суд о возложении обязанности на юридических лиц и индивидуальных предпринимателей поставить на государственный учет объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. В таких заявлениях в качестве объекта указывалась производственная площадка в целом.

Таким образом, введение новых положений в экологическое законодательство в рамках перехода к НДТ требует повышенного внимания органов государственной власти для оперативного устранения возникающих проблем в толковании и правоприменении.

**Работа рекомендована:** Исламовой Эльнарой Рафисовной, доцент кафедры прокурорского надзора и участия прокурора в рассмотрении уголовных, гражданских и арбитражных дел СПб ЮИ (ф) УП РФ, к.ю.н., советник юстиции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты РФ: федер. закон Рос. Федерации от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ // СЗ РФ. 28.07.2014. – № 30 (Часть I). Ст. 4220.

2. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и ст. 1 и 5 Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ: федер. закон Рос. Федерации от 29 июля 2018 г. № 252-ФЗ // СЗ РФ. 30.07.2018. № 31. Ст. 4841.
3. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: пост. Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. № 1029 // СЗ РФ. 05.10.2015. № 40. Ст. 5566.
4. Об утверждении Правил создания и ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: пост. Правительства РФ от 23 июня 2016 г. № 572 // СЗ РФ. 04.07.2016. № 27 (часть III). Ст. 4474.
5. О порядке и особенностях постановки объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на государственный учет: информация Федеральной службы по надзору в сфере природопользования // СПС «КонсультантПлюс».
6. Бобков А. В., Ключева К. И. Правовой анализ комплексных экологических разрешений в Российской Федерации / А.В. Бобков, К.И. Ключева // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей VII Молодежного экологического конгресса «Северная пальмира». – СПб, 2016. – С. 294–296.
7. Публичный федеральный реестр объектов негативного воздействия. – URL: <https://onv.fsrpn.ru> (дата обращения 19.10.2018).

**Краткая информация об авторе:**

**Ключева Кристина Игоревна**, магистрант 1-го курса очной формы обучения Санкт-Петербургского юридического института (филиала) «Университет прокуратуры РФ».

**Специализация:** экологическое право, прокурорский надзор.

E-mail: [krisklyueva@gmail.com](mailto:krisklyueva@gmail.com)

**Klyueva K.I.**, 1st year master's student of full-time education of Saint-Petersburg law institute (branch) "University of the Office of the Prosecutor of the Russian Federation".

**Specialization:** environmental law, prosecutorial oversight.

E-mail: [krisklyueva@gmail.com](mailto:krisklyueva@gmail.com)

УДК 341.23

**Солнцев А. М.**

**К ВОПРОСУ О РЕГУЛИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ  
НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Российский университет дружбы народов»**

**Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6**

E-mail: [a.solntsev@gmail.com](mailto:a.solntsev@gmail.com)

В статье будут рассмотрены актуальные вопросы международного сотрудничества в сфере защиты окружающей среды, с помощью метода юридического прогнозирования будут отмечены

дальнейшие пути развития данного вида сотрудничества. Особенное внимание уделяется вопросам институционального строительства в области международного экологического права.

**Ключевые слова:** международное экологическое право; цели устойчивого развития (ЦУР); международные экологические соглашения (МЭС); ЮНЕП.

**Solntsev A. M.**

**ON THE ISSUE OF REGULATION OF ENVIRONMENTAL RELATIONS  
AT THE INTERNATIONAL LEVEL**

**Peoples' Friendship University of Russia  
Russia, Moscow, Miklouho-Maclay str., 6  
E-mail: a.solntsev@gmail.com**

The article discusses the current issues of international cooperation in the field of environmental protection; using the legal forecasting method, further ways of development of this type of cooperation are depicted. Particular attention is paid to issues of institutional building in the field of international environmental law.

**Keywords:** international environmental law; Sustainable Development Goals (SDGs); International Environmental Agreements (MEAs); UNEP.

«Никто сегодня не против спасения природы, только вот незадача — она, проклятая, никак не идет нам навстречу, не хочет спасаться. В одних это вселяет отчаяние, в других — равнодушие, в третьих — усталость».

*Распутин В. Г.*

Экологический кризис увеличивается по мере возрастания темпов научно-технического прогресса, и с этим кризисом ни одно государство не справится в одиночку. Только на международном уровне возможно предпринимать меры для эффективной защиты окружающей среды.

Международное экологическое право — это, преимущественно, «детище» XX века. Разумеется, нормы, регулирующие отношения между индивидами относительно использования и защиты объектов окружающей среды, были и ранее. Например, проф. Николас Робинсон обращает внимание на принятую в 1217 г. вслед за Великой хартией вольностей (Magna Carta 1215) *Лесную хартию*, положения которой «способствовали устойчивому поддержанию экосистем» [4]. Однако, это скорее исключение, чем правило. Именно в самом конце XIX в. — начале XX в. можно наблюдать становление международного экологического сотрудничества. В конце XIX в. было вынесено уникальное в своем роде решение по межгосударственному спору «О морских котиках Берингова моря» (1893 г.), немало способствовавшее защите морских живых ресурсов. Первые международные экологические соглашения, которые принимались во второй половине XIX в., преимущественно касались совместного использования водоёмов и рыболовства в них, а также усиления международной борьбы с филлоксерой (виноградная тля) [1]. На заре XX в.

были приняты Лондонская конвенция, направленная на обеспечение сохранения различных видов диких животных в Африке, полезных для человека или безвредных, 1900 г. и Конвенция по охране птиц, полезных в сельском хозяйстве, 1902 г. Первая крупная конференция по международной охране природы состоялась в Берне в 1913 г.

За чуть более чем 100 лет международное экологическое право сделало существенный рывок в развитии. Насколько этот рывок был эффективным? Наверное, потомки только смогут оценить. В любом случае юристам-международникам есть что обсудить и сегодня. Много достижений, но и немало проблем.

Так, уже разработано и принято более 1300 международных экологических соглашений (МЭС) и более 2100 региональных МЭС. Можно с абсолютной уверенностью утверждать, что ни в одной отрасли международного права не наблюдается такого нормативного феномена. В этом отношении можно констатировать чрезмерный нормативно-правовой массив, отсутствие как вертикальной связи между нормами различных МЭС, так и слабую горизонтальную связь между ними. Наличие такого большого числа МЭС, с одной стороны, способствует повышению уровня защиты и сохранения окружающей среды, но, с другой стороны, влечет нерациональное использование финансовых и человеческих ресурсов. Данную проблему сегодня пытаются активно решить, идет поиск синергии между международными экологическими соглашениями. Например, проводится совместное заседание сторон трех конвенций, направленных на борьбу с отходами (Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях; Базельская конвенция о контроле за трансграничными перемещениями опасных отходов, представляющих собой отходы, существование которых или обращение с ними представляют опасность для жизни, здоровья человека и окружающей среды, а также их удалением и Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов). При этом отметим интересную тенденцию: в последнее время преимущественно принимаются поправки к уже существующим МЭС или дополнительные протоколы (Нагойский протокол регулирования доступа к генетическим ресурсам и совместного использования на справедливой и равной основе выгод от их использования 2010 г. к Конвенции о биологическом разнообразии 1992 г. или Парижское соглашение об изменении климата 2015 г. к Рамочной конвенции ООН по изменению климата 1992 г.). Иными словами, идёт «точечная настройка» международно-правового регулирования охраны окружающей среды. Из новых международных договоров можно отметить лишь Минаматскую конвенцию по ртути 2013 г., которая недавно вступила в силу. Нельзя также обойти вниманием принятый в 2015 г. глобальный стратегический план развития международного сообщества на 15 лет: «Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г.». Попутно отметим, что Повестка дня также предполагает принятие и новых международных экологических соглашений, например, сейчас разрабатывается проект Конвенции о сохранении и устойчивом использовании морского биоразнообразия за пределами национальной юрисдикции [2].

Параллельно с ростом числа международных экологических соглашений идет увеличение числа договорных органов (комитетов по соблюдению), создаваемых на основе МЭС. Сегодня насчитывается более 30 договорных органов МЭС, которые призваны: осуществлять контроль за выполнением государствами-участниками своих международно-правовых обязательств; рассматривать индивидуальные / коллективные жалобы; трактовать положения МЭС. Эти органы также разработали и приняли уже огромное количество международных документов, они, безусловно, укрепляют и стабилизируют правоприменительную практику, способствуют защите экологических прав человека. Например, Комитет по соблюдению Орхусской конвенции получил 150 индивидуальных жалоб [5] и 2 межгосударственные [6]. Разумеется, комитеты по соблюдению МЭС не снимают всех проблем экологического правосудия, и в этом отношении можно отметить следующие тенденции:

- проводится большая работа по повышению квалификации международных и национальных судей, для чего, в частности, создан Глобальный форум «судей-экологов» и Форум «судей-экологов» Европейского союза, где судьи могут обсуждать вопросы экологического правосудия, делиться экспертными мнениями и т.п.;

- на международном уровне вот уже 15 лет обсуждается идея создания международного экологического суда;

- растет количество экологических дел в Международном Суде ООН, Международном трибунале по морскому праву, Постоянной Палате третейского суда;

- создаются экологические суды на национальном уровне в различных государствах мира.

Другой важной тенденцией развития международного экологического права является рост значения экологических прав человека и появление всё новых и новых механизмов их защиты на международном уровне. Об этом говорит практика договорных органов по правам человека и региональных судов по правам человека; учреждение поста Специального докладчика Совета ООН по правам человека по вопросу об обязательствах в области прав человека, связанных с пользованием безопасной, чистой, здоровой и устойчивой окружающей средой. Возрастает значение уже упомянутой Орхусской конвенции 1998 г. (Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды), к которой сегодня присоединились 47 государств, что составляет почти ¼ государств мира. В Латинской Америке и странах Карибского бассейна в 2018 г. принят аналог Орхусской конвенции в виде собственной региональной конвенции [3].

Идут процессы институционального строительства в рамках международного экологического сотрудничества. На сегодняшний день сложилась довольно разветвленная сеть международных организаций, которые в той или иной степени занимаются экологической проблематикой, но лидирующая роль по-прежнему принадлежит ООН, где недавно прошла институциональная реформа в природоохранной сфере. Во-первых, был создан так называемый «глобальный экологический парламент» — Совет Управляющих ЮНЕП (58 членов) был преобразован в *Ассамблею ООН по окружающей среде ЮНЕП (193 члена)*, которая заседает раз

в два года. Во-вторых, Комиссия по устойчивому развитию (КУР) была преобразована в *Межправительственный политический форум высокого уровня*, где и были разработаны вышеупомянутые Цели устойчивого развития на 2016–2030 гг. Разумеется, предпринятые меры не снимают с повестки дня вопрос создания Международной экологической организации на базе ЮНЕП в обозримом будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Convention Between Alsace-Lorraine And The Two Initial Parties To The Convention Between Baden And Switzerland Concerning Fishing In The Rhine And Its Influxes As Well As In Lake Constance 1877; Convention Between Russia And Sweden And Norway Regulating The Salmon Fishery In The Tornea 1897; Treaty Concerning The Regulation Of Salmon Fishery In The Rhine River Basin 1885; Convention On Measures To Be Taken Against Phylloxera Vastatrix 1878. – URL: <https://iea.uoregon.edu/>.
2. Preparatory Committee established by General Assembly resolution 69/292: Development of an international legally binding instrument under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction. - URL: <http://www.un.org/depts/los/biodiversity/prepcom.htm>.
3. Regional agreement on access to information, participation and justice in environmental matters in Latin America and the Caribbean. – URL: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39051/37/S1800064\\_en.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39051/37/S1800064_en.pdf).
4. *Robinson Nicholas A.* The Charter of the Forest: Evolving Human Rights in Nature, in *Magna Carta and the Rule of Law 311* (Daniel Barstow Magraw et al., eds. 2014). – URL: <http://digitalcommons.pace.edu/lawfaculty/990/>.
5. United Nations Economic Commission for Europe. - URL: <https://www.unece.org/env/pp/cc/com.html>.
6. United Nations Economic Commission for Europe. – URL: <https://www.unece.org/submissions.html>.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Солнцев Александр Михайлович**, к.ю.н., доцент.

Заместитель заведующего кафедрой международного права Юридического института.

**Специализация:** актуальные проблемы международного экологического права, особенно разрешение международных экологических споров.

E-mail: [a.solntsev@gmail.com](mailto:a.solntsev@gmail.com)

**Solntsev A. M.**, PhD in Legal Sciences, Associate Professor.

Deputy Head of the Department of International Law, Law Institute.

**Specialization:** current issues of international environmental law, especially the resolution of international environmental disputes.

E-mail: [a.solntsev@gmail.com](mailto:a.solntsev@gmail.com)

## ЧАСТЬ 4. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 551.583

Павловский А. А.

### ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В XXI ВЕКЕ

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение  
«Научно-исследовательский и проектный центр  
Генерального плана Санкт-Петербурга»  
Россия, 191023, Санкт-Петербург, ул. Зодчего Росси, д. 1–3  
E-mail: pa1@yandex.ru

В настоящей работе выполнен анализ существующих природно-климатических условий территории Санкт-Петербурга в соответствии с классификацией климатов Кёппена и перспектив их изменения в XXI веке при развитии глобального потепления.

**Ключевые слова:** природно-климатические условия; глобальное потепление; стратегическое планирование.

Pavlovsky A. A.

### POSSIBLE CHANGES IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE LOCATION OF ST. PETERSBURG IN THE XXI CENTURY

State Research and Design Center of St. Petersburg Master Plan  
Russia, 191023, St. Petersburg, Architect Rossi str., 1–3  
E-mail: pa1@yandex.ru

This paper analyzes the existing natural and climatic conditions of the territory of St. Petersburg in accordance with Köppen climate classification and the prospects of their change in the XXI century under development of global warming.

**Keywords:** natural and climatic conditions; global warming; strategic planning.

Согласно данной ботанической ландшафтно-географической системе, Санкт-Петербург расположен в зоне  $Dfb$ , что соответствует влажному континентальному климату с теплым летом, также именуемому бореальным с равномерным увлажнением. Это умеренно холодный климат, без сухого сезона; в зимний период наблюдается устойчивый снежный покров; имеются условия для произрастания лиственных лесов. Средняя температура воздуха самого холодного месяца не превышает  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\min} \leq -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца составляет менее  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\max} < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ); при этом четыре месяца в году средняя температура воздуха превышает  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $4 T_{\text{мон}} \geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Развитие глобального потепления способно привести к принципиальному изменению природно-климатических условий территории, на которой расположен Санкт-Петербург. Тип климата может измениться с  $Dfb$  на океанический (умеренно теплый с равномерным



увлажнением) *Cfb*. Для климатической зоны *Cfb* характерен умеренно теплый климат с равномерным увлажнением, средняя температура приземного воздуха наиболее холодного месяца в году находится в диапазоне  $-3\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\min} < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , средняя температура наиболее теплого месяца  $T_{\max} < 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , средняя температура приземного воздуха четырех месяцев в году  $T_{\text{мон}} \geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Отличительным признаком данного типа климата является отсутствие устойчивого снежного покрова.

При реализации наиболее жестких сценариев развития глобального потепления тип климата Санкт-Петербурга, начиная с 2050 года, сменится на морской по классификации Кёппена, характеризующийся значительно менее выраженным по сравнению с *Dfb* годовым и суточным ходом температуры приземного воздуха, увеличением количества атмосферных осадков и облаков, высокой относительной влажностью. Это климат прохладного лета и мягкой зимы.

Наиболее принципиальным изменением, которое может ожидать Санкт-Петербург в условиях морского климата, это отсутствие условий для формирования устойчивого снежного покрова.

В этом случае во второй половине XXI века природно-климатические условия на территории Санкт-Петербурга станут аналогичными условиям в таких городах, как: Бирмингем (Англия), Ванкувер (Канада), Гамбург (Германия), Глазго (Шотландия) и Копенгаген (Дания).

Полученные результаты целесообразно использовать при долгосрочном стратегическом планировании развития Санкт-Петербургской агломерации в XXI веке, особенно в его второй половине. Поиск существующих и будущих пространственных аналогий Санкт-Петербурга следует определять с учетом климатического районирования.

Анализ смещения границ климатических зон при развитии глобального потепления в дополнение к прогностическим рядам метеорологических элементов, получаемым по результатам расчетов моделей общей циркуляции атмосферы и океана, позволяет в обобщенном виде оценивать масштаб происходящих климатических изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tom L. McKnight, Darrel Hess. Climate Zones and Types: The Köppen System // Physical Geography: A Landscape Appreciation. – Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2000. – P. 200–201.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Павловский Артем Александрович**, к.ф.-м.н., начальник отдела градоэкологического обоснования развития территорий Санкт-Петербурга СПб ГКУ «Научно-исследовательский и проектный центр Генерального плана Санкт-Петербурга».

E-mail: pal@yandex.ru

**Pavlovsky A. A.**, PhD in Physico-mathematical Sciences, head of Department graduallyas for the development of the territories of St. Petersburg, State Research and Design Center of St. Petersburg Master Plan.

E-mail: pal@yandex.ru

Тимин С. Д.

## КЛИМАТИЧЕСКИ НЕЙТРАЛЬНЫЕ ГОРОДА

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: macgruberru@mail.ru**

В статье рассматривается концепция климатически нейтральных городов как один из вариантов дальнейшего развития и укрепления экологической политики в градостроительной среде, а также описываются причины в потребности их создания. В заключении даётся оценочное мнение автора о дальнейшей судьбе данной концепции.

**Ключевые слова:** экология; окружающая среда; изменение климата; экологическая политика; город.

Timin S. D.

## CLIMATE-NEUTRAL CITIES

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: macgruberru@mail.ru**

The article discusses the concept of climate-neutral cities as one of the options for further development and strengthening of environmental policy in an urban-planning environment, and also describes the reasons to create such cities. In conclusion, the author gives an opinion on what will be happening to this concept in the near future.

**Keywords:** ecology; environment; climate change; environmental policy; city.

На современном этапе своего развития крупнейшие города планеты подвержены проблемам изменения климата. Несмотря на то, что города занимают всего лишь 1% поверхности нашей планеты, потребляют они при этом более 70% энергии и вносят серьёзные изменения в глобальную экологию; в первую очередь эти изменения затрагивают климат. В связи с быстрым ростом этой проблемы, крупнейшие города планеты объединились для того, чтобы её решить. В 2008 году под руководством ЮНЭП был создан глобальный интернет-проект — Сеть климатической нейтральности (CN Net). Были установлены цели — объединить как можно большее число стран, городов, компаний и локальных органов власти, которые обязуются минимизировать выбросы в окружающую среду и создать условия перехода к экономике с нулевым уровнем выбросов [1].

**Актуальность темы.** В настоящее время развитие климатической политики городов находится в прямой зависимости от общемировой политики. Одной из важнейших проблем в этой области является проблема изменения климата. Учёные считают данную проблему весьма значимой для настоящего и будущего человечества.

**Данная работа проводилась с целью** изучения концепции климатически нейтральных городов.

**Основными задачами данной работы являлись:**

- проанализировать различные литературные источники и интернет-ресурсы, посвящённые созданию климатически нейтральных городов;
- рассмотреть глобальные причины климатических изменений;
- выяснить, какие мероприятия направлены на создание климатически нейтрального города;
- привести конкретные примеры городов, в которых реализуется данная программа.

**Объект исследования:** концепция климатически нейтрального города.

**Предмет исследования:** мероприятия, связанные с созданием таких городов и примеры становления таких городов.

К настоящему времени установлены некоторые из основных причин глобальных климатических изменений, частично или полностью связанных с деятельностью человека: увеличение концентрации в воздухе углекислого газа, оксидов азота, метана, хлорфторуглеродов; изменение количества осадков; снижение численности и полное исчезновение ряда организмов; изменение уровня радиации.

Также построены прогнозы изменения климата, которые уже сейчас вызывают большую тревогу у многих учёных [1]: таяние льдов Арктики и Антарктики; угроза возникновения нехватки продуктов питания; угроза распространения стихийных бедствий.

В связи с необходимостью решения проблем изменения климата в ходе развития городов разработаны основные стратегии: повышение энергоэффективности; снижение использования ископаемого топлива; экологические методы утилизации и рециркуляции отходов; рационализация природопользования [2].

На глобальном уровне создание климатически нейтральных городов осуществляется под руководством входящей в состав ООН структурой международного управления в области климата. Были разработаны документы: во-первых, это планирование энергоэффективности в жилищном комплексе. Во-вторых, принята общеевропейская программа по транспорту, окружающей среде и охране здоровья. В рамках данной программы проводятся исследования по уменьшению выбросов, связанных с работой транспорта, разработка экологически целесообразных видов транспорта, развитие инфраструктуры для велосипедистов и пешеходов.

На международном уровне также разрабатываются тенденции создания климатической нейтральности. Так, одним из важнейших экологических событий в работе Европейского союза стало утверждение в 2009 году комплекса мер в области климата и энергетики, которые должны быть исполнены к 2020 году:

- сокращение выбросов на 20% по сравнению с 1990 годом;
- доля возобновляемых источников энергии должна составлять не менее 20% от общего количества источников энергии;
- энергопотребление должно сократиться на 20% за счёт повышения его эффективности.

На уровне отдельных государств тоже разрабатывается ряд мероприятий, направленных на создание климатической нейтральности. Это отражено в законодательных актах на государственном, региональном и локальном уровнях. При этом используются следующие инструменты:

- планирование и регулирование экологической деятельности;
- создание системы финансовых поощрений деятельности, основанной на рациональном природопользовании и минимизации выбросов;
- поощрение создания «зелёных зон»;
- контроль над стратегическими экологическими программами;
- мониторинг деятельности территориальных органов в области экологической безопасности.

Городские и региональные власти выполняют свои задачи в области климатической нейтральности. Именно они регулируют закупки оборудования, контролируют распоряжение муниципальной собственностью и строительство. Одним из главных факторов достижения климатической нейтральности в городах является коллективная информированность населения и его ключевая роль в исполнении положений экологической политики [3].

#### **Обзор городов, в которых осуществляется деятельность по достижению экологической нейтральности**

**Хельсинки.** Группа экспертов-экологов в Хельсинки представила план под названием "Carbon Neutral Helsinki 2035", согласно которому этот город уже к 2035 году станет климатически нейтральным. По материалам документа, выбросы парниковых газов в атмосферу уменьшатся на 80% по сравнению с 1990 годом. При этом население города вырастет с 640 до 780 тысяч жителей. Также будет проведена модернизация существующего жилого фонда с целью повышения его энергоэффективности. Одну шестую часть электроэнергии, потребляемой жителями Хельсинки, составят встроенные в здания солнечные электростанции. Уголь будет полностью исключён из числа используемых источников энергии. К 2035 году доля возобновляемых источников энергии вырастет с 10 до 70% [4].

**Браслав.** В настоящее время в этом городе успешно реализуется проект «Браслав – первый климатически нейтральный муниципалитет». Финансовую поддержку для этого оказывает руководство Евросоюза. В рамках указанного проекта поведутся преобразования с целью повышения энергоэффективности. В 2017 году на улицах города начали появляться фонари, работающие на солнечных батареях. Также увеличено число возобновляемых источников энергии. В городе ведётся серьёзная исследовательская работа по вопросам охраны климата. Часто гостями различных научных семинаров и конференций становятся международные эксперты в области экологии. Особая роль в области экологической политики отводится населению. Регулярно в городе проводятся мероприятия, поощряющие природоохранную деятельность [5].

**Копенгаген.** В Копенгагене приняты два важнейших акта, регулирующие экологическую политику: Копенгагенский климатический план (Copenhagen Climate Plan) и Копенгагенский план адаптации к климату (Copenhagen Adaptation Climate Plan). Правительство Копенгагена

ставит перед собой цель — минимизировать климатические изменения. На сегодня разработаны эффективные методы отвода ливневых стоков, что значительно снизит риск затопления. Реализуется использование системы пассивного охлаждения зданий. В Копенгагене разработана система зелёных насаждений, а также следует отметить продуманную систему мониторинга экологической обстановки города. Согласно Климатическому плану Копенгаген должен стать городом с нулевым выбросом углекислого газа уже к 2025 году [6].

**Заключение.** В середине прошлого столетия американский эколог и писатель Барри Коммонер активно отмечал в своих работах пагубное влияние промышленных технологий на состояние окружающей среды. При этом уже в эти годы он предлагает экологически целесообразные выходы из этой ситуации. По мнению Б. Коммонера, следует больше использовать возобновляемые источники энергии, в частности солнечный свет. Солнечные батареи и ветряные мельницы активно используются в городах, стремящихся стать экологически нейтральными. По моему мнению, знаменитые законы экологии Коммонера лежат в основе создания климатически нейтральных городов: «Всё связано со всем»; «Всё должно куда-то деваться»; «Природа знает лучше»; «Ничто не даётся даром».

В целом климатически нейтральные города должны будут способствовать как экономическому преимуществу, так и повышению уровня жизни. Безусловно, это одна из необходимых перспектив развития человеческого общества, однако данный процесс должен происходить рационально и развиваться на глобальном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчук Л. А. Эколого-физиологические аспекты адаптации к условиям техногенных экосистем / Л. А. Ковальчук. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 250 с.
2. Палёнова Н.А. Развитие климатической политики городов // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 86–87. – URL: <https://moluch.ru/archive/79/14156/>(дата обращения: 21.11.2018).
3. Climate neutral cities // How to make cities less energy and carbon intensive and more resilient to climatic challenges, United Nations, New York and Geneva, 2011.
4. Climate Leadership Group [Электронный ресурс]. – URL: [www.c40cities.org](http://www.c40cities.org)
5. Браслав – климатически нейтральный город [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecoidea.by/ru/article/3342>
6. Copenhagen Climate Adaptation Plan, Copenhagen, 2011 [Электронный ресурс]. – URL: [www.kk.dk/climate](http://www.kk.dk/climate)

#### **Краткая информация об авторе:**

**Тимин Сергей Дмитриевич**, студент-магистр.

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле.

E-mail: [macgruberru@mail.ru](mailto:macgruberru@mail.ru)

**Timin S. D.**, master.

St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences.

E-mail: [macgruberru@mail.ru](mailto:macgruberru@mail.ru)

**Болтаевский А. А.**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ГРАДОСТРОЕНИЯ В КНР**

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования  
Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации»  
Россия, 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. В. Волошиной, д. 12/30  
E-mail: Boltaev83@mail.ru**

В работе показывается роль и значение экоградостроения в современном мире, при этом особое внимание уделяется китайскому опыту. В условиях настоящего экологического кризиса китайские власти активно внедряют стандарты «зеленых городов», что способствует изучению восточноазиатского опыта. Работа основана на принципах объективности и достоверности, методологической базой исследования выступает системный подход.

**Ключевые слова:** экология; урбанистика; градостроение; опыт; Китай.

**Boltaevsky A. A.**

**ECOLOGICAL ASPECTS OF MODERN URBAN PLANNING IN PRC**

**Russian University of Cooperation  
Russia, 141014, Moscow region, Mytishchi, V.Voloshina str., 12/30  
E-mail: Boltaev83@mail.ru**

The paper shows the role and importance of green urban planning in the modern world, with special attention paid to the Chinese experience. Under the current ecological crisis, the Chinese authorities are actively implementing the standards of "green cities", which contributes to the study of the East Asian experience. The work is based on the principles of objectivity and reliability; the methodological basis of the study is the systematic approach.

**Keywords:** ecology; urban science; urban planning; experience; China.

Сегодня многочисленные исследователи — политологи, социологи, экологи, антропологи, биологи — все чаще констатируют необходимость перехода от господствующей концепции антропоцентризма к равновесному взаимоотношению человека и природы. Все чаще на высшем уровне высказываются мысли о том, что современная цивилизация в обозримой перспективе может угрожать существованию человечества как биологического вида. Разумеется, и ранее люди сталкивались с экологическими кризисами, но хотя в ряде случаев они и приводили к гибели тех или иных государственных образований древности, это имело исключительно локальный характер (среди типичных примеров можно назвать падение Хараппской культуры в Индии, остров Пасхи в Тихом океане и т.д.). И в древности, и сегодня города служили источником загрязнения окружающей среды: так, вокруг античного Рима возвышались горы мусора, достигавшие высоты современного четырнадцатизэтажного дома [6, с. 69], а ряд населенных пунктов Московской области на протяжении последних лет столкнулся с настоящим чрезвычайным положением,

спровоцированным мусорными полигонами («Ядрово» под Волоколамском, «Воловичи» под Коломной). В то же время при современных производственных отношениях человечество не сможет обойтись без города как такового. И сам исторический процесс последних тысячелетий наглядно подтверждает это — города воссоздаются даже после глубоких кризисов: так, после заката античности «города не были больше экономическими и культурными центрами. Исчезла городская культура и городская цивилизация. Вышла из употребления система благоустройства римских городов (водопровод, мощеные улицы, дороги, канализация)» [5, с. 647]. И тем не менее сегодня по меткому сравнению японского исследователя, «испытания, которым подвергается женщина в социуме, где доминирует мужчина, подобны испытаниям, которым подвергается природа в обществе, где доминирует человек» [3, с. 125].

Масштабная индустриализация и урбанизация в быстрые сроки распространила экологические проблемы за пределы Европы и Северной Америки. По данным Национальной метеорологической службы Великобритании, в результате Великого смога в Лондоне в 1952 г. погибло не менее 4 тыс. человек [10]. 1961 г. был отмечен первым массовым отравлением кадмием в Японии. В 1960-е гг. жители Осаки и Нагойи начали судебные процессы против правительства, жалуюсь на шум самолетов и вибрацию от скоростных поездов. Сегодня в условиях урбанизации и индустриализации Китай вышел на первое место в мире по степени загрязнения городской экологии, являясь угрозой фактически планетарного масштаба: «Ситуация в Китае настолько тяжела, что затрагивает практически все сферы жизни общества, начиная с загрязнения окружающей среды и угрозы здоровью и жизни населения до проблем с внутривластной стабильностью и имиджем страны в мире» [1, с. 93]. В этой связи представляет интерес стремление китайского государственного и политического руководства к строительству экогородов. Сегодня можно констатировать, что КНР фактически перенял эстафету от таких корифеев, как Э. Говард и Ле Корбюзье, представляя свои аргументы в поддержку концепции «нового урбанизма».

Известно, что в последние годы экологическая ситуация в городах «Срединной империи», и без того отягощенная работой многочисленных котельных, использующих уголь, резко ухудшилась вследствие бурной индустриализации [2]. Как отмечает Китайское государственное агентство по охране окружающей среды, из 20 наиболее загрязненных городов мира 16 находятся на территории Китая. Фиксируемый в стране «красный» уровень опасности всерьез влияет на здоровье населения, в том числе на снижение продолжительности жизни в северо-восточных провинциях. Обратной стороной китайского экономического чуда стало сильное загрязнение окружающей среды. Начиная с 12-ой пятилетки (2011–2015 гг.), в китайской политике отмечается поворот в сторону экологии, что предусматривает, в том числе, поэтапный переход с угля на электричество и природный газ, расширение лесопосадок и даже закрытие небольших угольных котельных в городах окружного уровня. В марте 2018 г. понятие «экологическая цивилизация» было внесено в конституцию КНР [7]. К 2020 г. в сфере экологии предполагается инвестировать 14,26–19,5 трлн юаней [8, с. 76].

Среди новых «зеленых проектов» представляет интерес реализация проектов экогородов. Сегодня совсем неподалеку от китайской столицы — в 100 км к юго-западу — создается новый район государственного уровня Сюньань, который по замыслу правительства планируется сделать образцовым, разместив в нем и некоторые столичные функции. Примечательно, что в рамках разработки и воплощения всех строительных проектов приоритетной является концепция «зеленого развития». При этом по ставшей уже международной традиции создания экологических «умных городов» (в качестве примера укажем на соседний южнокорейский Сонгдо) в Сюньане осуществляется тестирование инновационных технологий: например, в конце декабря 2017 г. было осуществлено испытание 7 беспилотных автомобилей Baidu Apollo, по итогам которого состоялось подписание соглашения между местными властями и компанией Baidu. О темпах развития нового района говорит следующий факт: 13 ноября 2017 г. началась реализация проекта «Тысячелетие леса», а уже к концу декабря оказалось высажено около 260 тыс. деревьев [9].

Еще больший интерес представляют китайские проекты реновации депрессивных населенных пунктов. Так, особый интерес представляет подлинная реконструкция шахтерского города Цзяван, включенного еще в 2011 г. в число 69 китайских городов с истощенными природными ресурсами: в 2016 г. в городе прекратила работу последняя угольная шахта. В новых условиях администрация города выступила с программой «Экология+», реализация которой началась в зоне Паньаньху в юго-западной части города. Комплексное изменение городской среды включает в себя восстановление экологической среды, создание парка с болотистой экосистемой и т.д. Уже сегодня Паньаньху каждый год посещают до 100 тыс. туристов, что стало синонимом успешности проекта «экология+туризм». В Цзяване всерьез развивают сельский туризм, помимо парка Паньаньху действует фольклорный парк, а также сад земляники. Внимание уделяется и народным промыслам: изготовлению саше (специальных мешочков для ароматических веществ) и резьбе по камню [4, с. 56]. Но местные власти не останавливаются на достигнутом, развивая и другие проекты: «экология+промышленность», «экология+сельское хозяйство» и т.д. Главной же целью подобной реновации является повышение благосостояния народа.

Подведем некоторые итоги. Бурный экономический рост Китая в 1980-2000-е гг. не мог не привести к резкому ухудшению экологической обстановки в стране. Загрязнение атмосферы, засоление почв, загрязнение воды привело не только к ухудшению здоровья населения, но и к падению имиджа Китая в глазах мирового сообщества. В последние несколько лет китайские власти взялись за пилотные проекты экогородов, что, разумеется, пока еще не может компенсировать разрушение окружающей среды, но позволит улучшить восприятие страны из-за рубежа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балашова А. А. Особенности использования угля в Китае и возможные пути снижения негативного воздействия на окружающую среду // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2010. – № 5. – С. 92–96.



2. Власова Е. Экологическая ситуация в Китае – проблема для всего мира [Электронный ресурс]. – URL: <http://bellona.ru/2013/03/13/ekologicheskaya-situatsiya-v-kitae-probl/> (дата обращения: 30.07.2018).
3. Ингиу Оу. Японский менеджмент: прошлое, настоящее и будущее. - М.: Эксмо, 2007. – 160 с.
4. И. Жэнь. Новая жизнь шахтерского города // Китай. Ежемесячный журнал. – 2018. – № 5. – С. 58–60.
5. История Европы. Т. 1. Древняя Европа / отв. ред. Е.С. Голубцова. – М.: Наука, 1988. – 704 с.
6. Каздым А. А., Разин А. Д. Средовые факторы в архитектуре и градостроительстве. – М.: РУДН, 2014. – 167 с.
7. Китай активно продвигает строительство экологической цивилизации [Электронный ресурс]. – URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2018/0320/c31516-9439757.html> (дата обращения: 31.07.2018).
8. Кранина Е. И. 13-я пятилетка КНР: разворот к «зеленой экономике» // Проблемы Дальнего Востока. – 2017. – № 4. – С. 69–77.
9. Сунь Цзе, Цинь Ту. Сюньзынь // Китай. Ежемесячный журнал. – 2018. – № 5. – С. 54–55.
10. The Great Smog of 1952 // Met Office [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/weather-phenomena/case-studies/great-smog> (дата обращения: 25.07.2018).

**Краткая информация об авторе:**

**Болтаевский Андрей Андреевич**, к.и.н., преподаватель.

**Специализация:** изучение социальных процессов.

E-mail: [Voltaev83@mail.ru](mailto:Voltaev83@mail.ru)

**Voltaevskiy A. A.**, PhD in Historical Sciences, teacher.

**Specialization:** the study of social processes.

E-mail: [Voltaev83@mail.ru](mailto:Voltaev83@mail.ru)

УДК 911.375.6

**Костарев А. Д.**

**ЭКОУРБАНИСТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВА МО ГАВАНЬ,  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199004, Санкт-Петербург, 10-я линия В.О., д. 33–35  
E-mail: [adkostarev@mail.ru](mailto:adkostarev@mail.ru)**

В статье рассмотрен сценарий развития пространства муниципального образования Гавань, в котором на проектной территории предлагается демонтаж старых зданий и построек, частично или полностью утративших свою функциональную пригодность, постройка паркинга и современного многофункционального комплекса экопросветительской направленности. В статье

приведён SWOT-анализ территории, разработан сценарий проекта, определён потенциальный круг инвесторов.

**Ключевые слова:** экология; инвестиции; инновации; энергетика; урбанизация.

**Kostarev A. D.**

**ECO-URBAN SPACE DEVELOPMENT OF THE MUNICIPALITY GAVAN',  
ST. PETERSBURG**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199004, St. Petersburg, 10th Line, 33–35  
E-mail: adkostarev@mail.ru**

The article considers a space development scenario for the municipality Gavan', which contemplates dismantling of old buildings and structures which have partially or completely lost their functional suitability and construction of a parking lot and a modern multifunctional environmental education complex in the project area. The article presents a SWOT-analysis of the territory; the project scenario is developed, and a potential range of investors is identified.

**Keywords:** ecology; investment; innovations; energy; urbanization.

**Введение.** Как и для любого большого города, для Санкт-Петербурга вопрос экологии является весьма болезненным. Любые проектные решения, позволяющие в какой-то степени исправить сложившееся экологическое состояние территории, являются необходимыми. В этой связи предлагается разработать проект использования части территории МО Гавань, способный улучшить экологическое состояние района, обратить внимание общественности к вопросу «зелёной» энергетике, привлечь дополнительные инвестиции.

**Материалы и методы.** Муниципальное образование Гавань — территория в составе Василеостровского района Санкт-Петербурга. Сейчас эта местность неслучайно считается центром города. Здесь располагается множество важных объектов культуры, транспортной инфраструктуры: крупнейший выставочный комплекс «Ленэкспо», здание морского вокзала, куда прибывает множество туристов как из-за границы, так и из других городов РФ. МО Гавань является своеобразной «визитной карточкой» Санкт-Петербурга, формирующей у вновь прибывших туристов первое впечатление о городе. И на данный момент нельзя сказать, что МО Гавань справляется с этой задачей хорошо. Существуют большие проблемы с точки зрения рационального использования городского пространства: свалки, неиспользуемые здания и сооружения, отсутствие объектов, которые могли бы определять функционал муниципалитета, делать его со всех сторон более привлекательным — всё это позволяет сказать о том, что нынешнее состояние этой территории не отвечает современному пониманию городского центра. Этот район Санкт-Петербурга нуждается в применении инновационных проектов в сфере урбанизации.

Подобным целям в полной мере отвечало бы строительство комплекса по разработке проектов «зелёной» энергетике, на базе которого реализовывались бы проекты как уже

устоявшихся игроков рынка возобновляемых источников энергии, так и молодых учёных/активистов/изобретателей, которые могли бы представить общественности свой стартап. Для того чтобы понять, где именно может располагаться будущий комплекс, взглянем на современное состояние территории, входящей в МО Гавань.



Рис. 1. Исследуемая область. Источник <http://mogavan.ru/>

В районе, показанном на картосхеме выше, располагаются: объекты (несколько зданий и сооружений) давно обанкротившейся компании ЗАО «Мединкорп» [1]; практически неиспользуемые, морально устаревшие корпуса ВНИИ радиоаппаратуры; несколько гаражей. В этом месте также располагается котельная, пространство вокруг которой не наделено практически никакой функциональностью. Очевидно, что для строительства здесь многофункционального комплекса по разработке проектов альтернативных источников энергии, сооружения, обозначенные на рисунке 2 красными линиями, необходимо снести.



Рис. 2. Сооружения, подлежащие демонтажу. Источник <http://wikimaria.org>

Для более подробного исследования проектной привлекательности был проведён SWOT-анализ территории, на которой предлагается реализация проектов экоурбанистического развития МО Гавань.

## SWOT-анализ исследуемой территории

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| Внутренняя среда | <b>Strengths:</b><br>1. Территория обширна.<br>2. Территория относительно пустует: низкие издержки на снос и демонтаж существующих объектов, которые, кроме того, не обладают существенной значимостью.  | <b>Weaknesses:</b><br>1. Не самые благоприятные геологические и геоморфологические характеристики территории: высокие издержки на перепланировку территории, инженерно-геологическую рекогносцировку и инженерно-геологические строительные работы. |
| Внешняя среда    | <b>Opportunities:</b><br>1. Близость к центру города: благоприятный инвестиционный фон.<br>2. Близость к морскому порту: проект на данной территории будет своеобразной визитной карточкой, лицом города для людей, прибывающих на морском транспорте.<br>3. Близость к Ленэкспо: проект будет замечен для всех гостей проходящих там мероприятий и формировать благоприятный образ окружающего городского пространства.<br>4. Близость к съезду с крупной автомагистрали (Западного скоростного диаметра) и близость к станциям метро благоприятно влияет на транспортно-географическое положение территории. | <b>Threats:</b><br>1. Близость к заливу: повышенная опасность при наводнениях.  |

Как видно из таблицы, большинство положений, выявленных в результате анализа, говорят о том, что исследуемая территория МО Гавань является весьма привлекательной для реализации проектной деятельности.

**Результаты.** Итак, для реализации проекта экоурбанистического развития МО Гавань, в рамках которого предполагается строительство многофункционального комплекса, предлагается провести следующие мероприятия:

1) Подготовка территории к реализации проекта — снос/демонтаж зданий ЗАО «Мединкорп», двух корпусов ВНИИРА, комплекса гаражей.

Подобную процедуру представляется возможным осуществить за счёт средств муниципального образования Гавань, средств бюджета Санкт-Петербурга, а также за счёт инвестиций в проект со стороны АО «Концерн ВКО Алмаз-Антей», в структуры которого входит ВНИИРА.

2) Поиск компаний-инвесторов, специализирующихся на разработке проектов экологизации энергетических комплексов.

Китай до 2020 года инвестирует более 300 млрд \$ [2] в проекты развития «зелёной» энергетики по всему миру. Хорошие взаимоотношения с Китаем практически во всех сферах

инвестиционной деятельности поможет реализации данного проекта. Не секрет, что в Китае проблема экологизации энергетического комплекса стоит особенно остро, обмен опытом со специалистами «поднебесной» окажет благоприятное воздействие на развитие данной сферы в России: Национальный центр исследования возобновляемой энергетики КНР (CNREC), специалисты которого консультируют множество проектов во всём мире, крупнейшие энергетические компании Китая SINOPEC и PetroChina, продвигающие проекты геотермального электро- и теплоснабжения [3].

3) Строительство 5(6)-этажного многофункционального комплекса на месте демонтированных зданий, паркинга — на месте демонтированных гаражей.

Один этаж этого здания разумно выделить структурам «Алмаз-Антей», ещё один — выделить под торговые площадки разной направленности. Это необходимо для того, чтобы проект в будущем являлся самодостаточным и приносил прибыль. Оставшиеся 2–3 этажа должны занять выставочная площадка новых достижений и технологий, интересных идей и стартапов в области возобновляемой энергетики, а также представительства компаний, специализирующихся на проектах «зелёной» энергетики.

**Заключение.** Таким образом, рассмотрен проект экоурбанистического развития городского пространства Санкт-Петербурга, приведён примерный перечень мероприятий, необходимых для реализации проекта, определён круг потенциальных инвесторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.find-org.com/cli/1798142\\_zao\\_medinkorp](http://www.find-org.com/cli/1798142_zao_medinkorp) (дата обращения 25.05.18).
2. Hullin M. et al. UNECE renewable energy status report 2017.
3. Ермоленко Г. В. Анализ деятельности ведущих нефтегазовых компаний в области возобновляемой энергетики. – Институт энергетики НИУ ВШЭ, 2017. – 57 с.

#### **Краткая информация об авторе:**

**Костарев Алексей Дмитриевич**, студент 4-го курса направления «География», Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский Государственный Университет.

**Специализация:** экоурбанистические проекты территорий, экологические цели развития Санкт-Петербурга в стратегии 2030, стандартизация набора картографических изображений в отчётах инженерно-экологических изысканий.

E-mail: [adkostarev@mail.ru](mailto:adkostarev@mail.ru)

**Kostarev A. D.**, 4th year student of the direction "Geography", Institute of Earth sciences, St. Petersburg State University.

**Specialization:** eco-urban projects of territories, environmental development goals of St. Petersburg in the strategy 2030, standardization of a set of cartographic images in the reports of engineering and environmental surveys.

E-mail: [adkostarev@mail.ru](mailto:adkostarev@mail.ru)

Никишова Т. А.

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН  
В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»  
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9  
E-mail: nikish.ta@yandex.ru**

В данной статье рассматривается зарубежный опыт организации зеленых зон в городской среде на примерах победителей премии "European Green Capital" 2011 и 2017 годов — Гамбурга и Эссена, а также проводится их сравнительный анализ.

**Ключевые слова:** зарубежный опыт; зеленые зоны; премия «Зеленая столица Европы».

Nikishova T. A.

**STUDYING THE INTERNATIONAL EXPERIENCE  
OF ORGANIZATION OF GREEN SPACES IN URBAN AREAS**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
E-mail: nikish.ta@yandex.ru**

The article considers the international experience of organization of green spaces in urban areas using the examples of the European Green Capital Award program winners in 2011 and 2017, Hamburg and Essen, and presents their comparative analysis.

**Keywords:** international experience; green spaces; "European Green Capital" Award.

Тема организации зеленых зон в городской среде актуальна, поскольку зеленые насаждения не только снижают загазованность и запыленность воздуха, но и выполняют ветрозащитную, ландшафтообразующую и рекреационную функции, влияют на тепловой режим, а также защищают от шумового загрязнения.

Премия "European Green Capital" («Зеленая Столица Европы») — это награда, которую может получить Европейский город, отличившийся экологичным и ответственным подходом к жизни своих горожан. Конкурсный отбор проводится на основе оценивания деятельности городов по 12 критериям [4], в число которых входит показатель «Зеленые городские районы и устойчивое землепользование». Именно поэтому целью данной работы стало сравнение финалистов премии European Green Capital по параметру зеленых зон. Первым победителем премии стал город Стокгольм в 2010 году [1]. В 2011 году победителем премии стал город Гамбург [3].

В Гамбурге до 2024 года планируется создание зеленой зоны вместо автобана А7. Название проекта — The Hamburger Deckel. Автобан А7 — самый длинный автобан страны, проходящий с юга на север. Его опустят под землю в виде туннеля. Над туннелем появится зеленая зона площадью 25 гектаров. Для «зеленой крыши» над 560-метровым туннелем

в Шнельзене жюри выбрало проект берлинского ландшафтного-архитектурного бюро POLA. Вдоль одного края крыши расположатся садово-огородные участки, вдоль другого — променад, а между ними протянется луг, где в хорошую погоду жители близлежащих районов будут устраивать пикники. Прерываться рекреационная зона будет только в одном месте, где ее пересечет улица Фромерштрассе [2]. Кроме того, в Гамбурге с 2013 года стартовала программа «Зеленая крыша», целью которой стало озеленение крыш как муниципальных зданий, так и зданий, находящихся в частных владениях.

В 2017 году зеленой столицей Европы стал немецкий город Эссен. В нем, между районом Альтендорф и центром города, на месте бывшего завода по производству литой стали Круппа ("AG Krupp"), раскинулся зеленый пояс. Он включает в себя парк Круппа и зеленую зону вокруг парка в 12 га, возведенную на месте промышленного пустыря. Общая площадь парка Круппа составляет около 22 га [6]. Кроме того, на территории парка функционируют детские площадки и спортивные сооружения.

Парк Круппа оказывает уравнивающее климатическое воздействие на соседние, сильно застроенные районы центра Эссена и прилегающий район Тиссенкрупп. Зеленые насаждения создают благоприятный тепловой режим, выполняют ветрозащитные и рекреационные функции, защищают от шумового загрязнения, что привлекает жителей соседних районов. Таким образом, Парк Круппа — прекрасный пример озеленения бывшей промышленной территории [6].

Гамбург и Эссен входят в первую десятку немецких городов по количеству населения. Несмотря на то, что площадь Гамбурга и его население больше параметров Эссена, плотность населения на квадратный километр примерно одинакова (2366,5 чел./км<sup>2</sup> в Гамбурге и 2769,9 чел./км<sup>2</sup> в Эссене). Кроме того, с момента получения Гамбургом звания «Зеленая столица Европы» прошло всего три года, после чего этот титул перешел городу Эссен, следовательно, города имеют примерно схожие характеристики.

Таблица 1

Сравнительный анализ «Зеленых столиц Европы» 2011 и 2014 года

| Параметры сравнения  | Гамбург                     |                       | Эссен                       |                     |
|--|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1. Население   | 1 803 752 чел. [5]          |                       | 582 624 чел. [6]            |                     |
| 2. Площадь города  | 755,1 км <sup>2</sup> [5]   |                       | 210 км <sup>2</sup> [6]     |                     |
| 3. Плотность населения на км <sup>2</sup>  | 2366,5 чел./км <sup>2</sup> |                       | 2769,9 чел./км <sup>2</sup> |                     |
| 4. Озеленения города (в % и км <sup>2</sup> )                                      | 22,0% [5]                   | 166,1 км <sup>2</sup> | 48,1% [6]                   | 101 км <sup>2</sup> |
| 5. Площадь зеленых насаждений на 1 жителя (в м <sup>2</sup> )                      | 92,1 м <sup>2</sup>         |                       | 173,4 м <sup>2</sup>        |                     |
| 6. Парки в км <sup>2</sup> и % (от площади города)                                 | 30 км <sup>2</sup>          | 4,0% [5]              | 29,8 км <sup>2</sup>        | 14,2% [6]           |
| 7. Спортивные объекты и детские площадки в км <sup>2</sup> и % (от площади города) | 8,7 км <sup>2</sup>         | 1,2% [5]              | 4,6 км <sup>2</sup>         | 2,2% [6]            |
| 8. Леса в км <sup>2</sup> и % (от площади города)                                  | 61,2 км <sup>2</sup>        | 8,1% [5]              | 27,7 км <sup>2</sup>        | 13,2% [6]           |

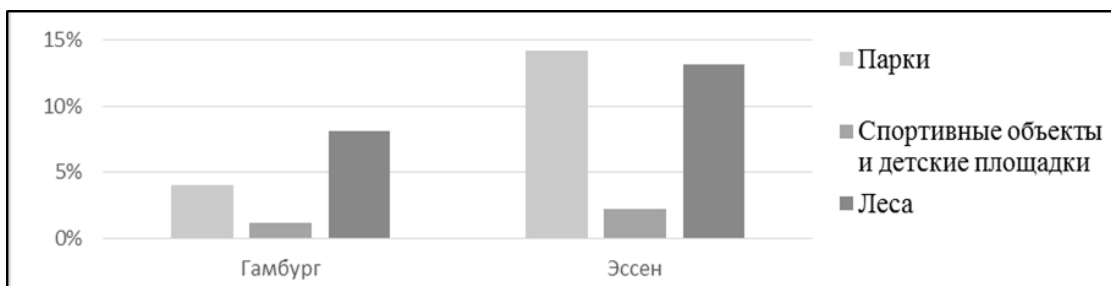


Рис. 1. Процентные содержания площадей парков, спортивных объектов и детских площадок, лесов от общих площадей городов: Гамбург и Эссен [составлено автором]

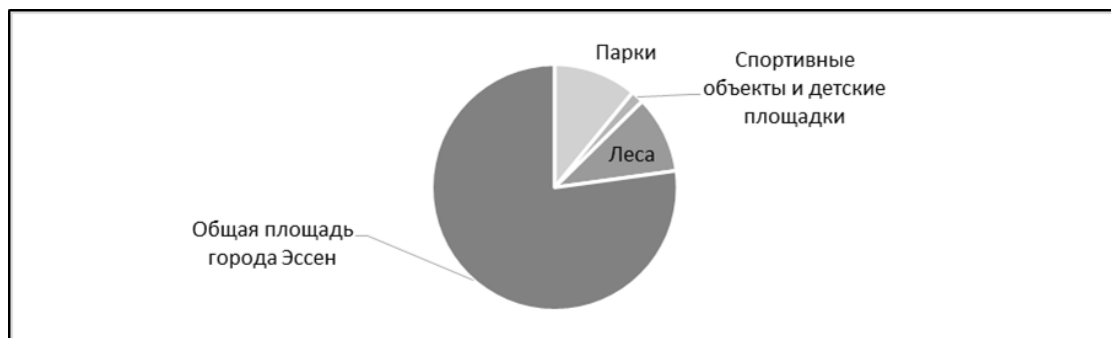


Рис. 2. Отношение площади парков, спортивных объектов и детских площадок, лесов к площади города Эссен (км<sup>2</sup>) [составлено автором]

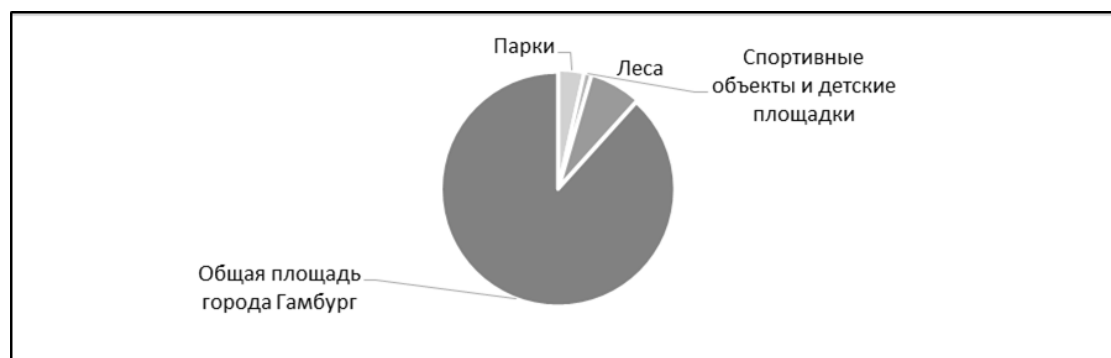


Рис. 3. Отношение площади парков, спортивных объектов и детских площадок, лесов к площади города Гамбург (км<sup>2</sup>) [составлено автором]

Проанализировав материалы, представленные в таблице 1, можно сделать вывод, что площадь у Гамбурга выше, чем у Эссена почти в 3,5 раза (755,1 км<sup>2</sup> и 210 км<sup>2</sup> соответственно). Население Гамбурга также выше, чем у Эссена, примерно в три раза (по данным на 2015 год, 1 803 752 и 582 624 человек соответственно).

Несмотря на это, плотность населения в городах на квадратный километр довольно близка по своим значениям — в Гамбурге 2366,5 чел./км<sup>2</sup>, а в Эссене 2769,9 чел./км<sup>2</sup>. Процент озеленения, напротив выше в Эссене — 48,1% и 22,0% соответственно. Кроме того, в Эссене выше площадь зеленых насаждений на 1 жителя и равна она 173,4 м<sup>2</sup>, а в Гамбурге — 92,1 м<sup>2</sup>.

Если сравнить Эссен и Гамбург по площади, занимаемой парками, лесами, спортивными объектами и детскими площадками, то Эссен вновь показывает результаты выше. Площадь, занимаемая парками в Эссене (при расчете от общей площади города), примерно равна площади,



занимаемой парками в Гамбурге, несмотря на то, что территория Гамбурга значительно больше (29,8 и 30 квадратных километров соответственно). Однако если мы сравним процентное отношение площади, занимаемой парками ко всей площади города, то увидим значительный отрыв Эссена от Гамбурга (14,2% и 4% соответственно).

Площадь спортивных объектов и детских площадок от всей территории города в Гамбурге примерно в два раза выше, чем в Эссене (8,7 и 4,6 квадратных километров соответственно), однако процентное отношение площади спортивных объектов и детских площадок ко всей площади города снова выше у Эссена (2,2% и 1,2% соответственно).

Площадь, занимаемая лесом от всей площади города выше у Гамбурга (61,2 и 27,7 квадратных километров соответственно), а в процентном отношении площадь, занимаемая лесом к площади всего города выше у Эссена (13,2% и 8,1% соответственно).

Данные выводы объяснить можно так: Эссен меньше по количеству населения, в отличие от Гамбурга — не миллионер, поэтому плотность застройки меньше и, как следствие, больше процент зеленых зон, больше процент озеленения города, выше процент зеленых насаждений на одного жителя.

В заключение стоит подчеркнуть значимость дальнейшего изучения лучших практик организации зеленых зон в городской среде, особенно на примерах городов-победителей премии European Green Capital с целью обмена опытом в сфере устойчивого развития городов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева В. В. Стокгольм признан первой экологической столицей Европы 2010. Сборник материалов XI Международного экологического форума «День Балтийского моря» XI International Environmental Forum BALTIC SEA DAY. СПб: ООО «Макси-принт». – 2010. – С. 32–34 (А4).
2. Официальный городской портал Гамбурга URL: <https://www.hamburg.de/fernstrassen/a7-deckel/> (дата обращения 20.02.2018).
3. Официальный сайт международной программы European Green Capital Award. – URL: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/about-the-award/> (дата обращения 14.10.2017).
4. Официальный сайт международной программы European Green Capital Award. Evaluation process. – URL: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/applying-for-the-award/evaluation-process/index.html> (дата обращения 20.11.2017).
5. Официальный сайт международной программы European Green Capital Award. Гамбург. – URL: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2011-hamburg/> (дата обращения 20.11.2017).
6. Официальный сайт международной программы European Green Capital Award. Эссен. – URL: [http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/03\\_Application-EGC-2017\\_Green-Areas\\_ESSEN.pdf](http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2015/06/03_Application-EGC-2017_Green-Areas_ESSEN.pdf) (дата обращения 07.12.2017).

**Краткая информация об авторе:**

**Никишова Татьяна Алексеевна**, студентка 3-го курса бакалавриата.

**Специализация:** экология города, урбоэкология.

E-mail: nikish.ta@yandex.ru

**Nikishova T. A.**, 3rd year student, St. Petersburg State University.

**Specialization:** urban ecology.

E-mail: nikish.ta@yandex.ru

УДК 504.064.37

**Данилов А. С. \* , Матвеева В. А.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ  
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО (ВЫСОТНОГО) МОНИТОРИНГА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Санкт-Петербургский горный университет»**

**Россия, 199106, Санкт-Петербург, В. О., 21-я линия, д. 2**

\*E-mail: aleksandrdsdanilov@gmail.com

В статье рассмотрены сферы и способы применения беспилотных воздушных судов. Затронуты вопросы, касающиеся действующих законодательных норм в России и в мире, значительно ограничивающих возможность применения беспилотных воздушных судов при решении мониторинговых задач. Впервые на примере рассмотренной в работе базовой модели беспилотного воздушного судна представлен вариант решения задачи по созданию мониторингового измерительного комплекса, включенного в государственный реестр средств измерений. В работе проведен анализ перспективных подходов к формированию метрологического и методического обеспечения беспилотных воздушных судов, а также путей адаптации их целевой нагрузки для решения поставленных задач по оперативному мониторингу загрязнения атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** дистанционный экологический мониторинг; беспилотные летательные аппараты; средства измерений; атмосферный воздух.

**Danilov A. S. \* , Matveeva V. A.**

**AIR POLLUTION MODELING BASED ON REMOTE (ALTITUDE) MONITORING DATA**

**Saint-Petersburg Mining University**

**Russia, 199106, St. Petersburg, 21st Line, 2**

\*E-mail: aleksandrdsdanilov@gmail.com

The article discusses the scope and methods of application of unmanned aircraft. Issues addressed include the current legislation in Russia and in the world, significantly limiting the use of unmanned aircraft in the solution of monitoring tasks. For the first time, using the example of the basic model of an unmanned aircraft considered in the article, an option for solving the problems of creating a monitoring measurement system included in the state register of measuring instruments is presented.

Promising approaches to the formation of metrological and methodological support for unmanned aircraft are analyzed, as well as the ways to adapt their payload to solving the assigned tasks on operational monitoring of air pollution.

**Keywords:** remote environmental monitoring; unmanned aerial vehicles; measuring instruments; atmospheric air.

**Введение.** За последние десятилетия компании-разработчики беспилотных воздушных судов (БВС) гражданского применения прошли путь от опытно-промышленных образцов и полупромышленного производства до полноценных серийных воздушных систем, отвечающих всем современным требованиям по безопасности. Современное бортовое радиоэлектронное оборудование и авиационное оборудование беспилотных воздушных судов позволяет выполнять полеты во всех климатических зонах, причем диапазон их безопасного использования в большинстве случаев шире, чем у пилотируемых гражданских воздушных судов. В этой связи логичными видятся попытки разработчиков и эксплуатантов оснастить беспилотные воздушные суда техническими средствами, позволяющими решать не только наблюдательные задачи, но и выполнять вполне конкретные измерения.

В частности, известен опыт отечественных и зарубежных разработчиков по применению беспилотных воздушных судов в целях проведения экологического мониторинга, биогеографических исследований, для решения инвентаризационных и кадастровых задач.

Например, известной попыткой применения беспилотных воздушных судов для зоогеографической съемки является работа, проведенная на территории заповедника «Белогорье» (Белгородская область, Россия). Целью данного полевого эксперимента являлась оценка возможностей аппаратуры при решении задач учета диких животных. Однако в результате исследований было выявлено, что такой подход применим только для примерной оценки. Так, например, по таким признакам, как тропы, лежи и порывы, была оценена лишь часть учитываемых животных как по видам, так и по численности. В сравнении с известной методикой зимних маршрутных учетов точность оценки численности популяции оказалась значительно ниже [1, 2].

Оценивалась применимость беспилотных воздушных судов и при решении задач экологического мониторинга [3, 5–7]. В частности, в открытой печати имеются сведения об использовании беспилотных воздушных судов в целях экологического мониторинга устьев рек и пляжных зон. По полученным с помощью беспилотного воздушного судна данным были выявлены: места несанкционированного складирования твердых коммунальных и промышленных отходов; проведена оценка масштаба загрязнения сточными водами акватории Черного моря и последствий схода селевых потоков, горных обвалов; обнаружены факты незаконной застройки и выявлены факты самозахвата земель [4].

**Материалы и методы.** В открытой печати в настоящее время имеется значительный объем данных о применении беспилотных воздушных судов для решения наблюдательных задач, многие разработчики и исследователи предлагают оснащение судов измерительной техникой. На сегодняшний день спрос на беспилотные воздушные суда для частного и коммерческого

применения увеличивается. Ведущие позиции на мировом рынке занимают производители из стран Азии, Европы и Северной Америки.

На российском рынке беспилотных воздушных систем в последнее время появилась еще одна компания — научно-производственное предприятие АО «НПП «Радар ммс» (Санкт-Петербург, Россия), известная на мировом рынке своими разработками в области создания радиоэлектронных систем и комплексов специального и гражданского назначения. В настоящее время компания занимается производством беспилотного вертолета, позиционируя систему как предназначенную для оперативного воздушного мониторинга больших площадей и протяженных участков земной, водной и ледовой поверхности в труднодоступной местности. В структуру беспилотного воздушного судна разработчики включили комплекты сменных блок-модулей аппаратуры целевой нагрузки. В свою очередь, состав блок-модулей интересен тем, что там располагаются не только средства наблюдения, но и аппаратура, внесенная в государственный реестр средств измерений: многокомпонентный газоанализатор, анализатор пыли и дозиметр гамма-излучения.

Следует отметить, что, несмотря на попытки включения в конструкцию беспилотных воздушных судов реестровых средств измерений, в настоящее время ни одна измерительная система на базе беспилотного воздушного судна не внесена в государственный реестр средств измерений, и аттестованных методик применения реестровых средств измерений в условиях эксплуатации на беспилотных воздушных судах нет. Очевидно, что в соответствии с действующим законодательством для получения легитимных результатов измерений требуется решение ряда вопросов по методическому и метрологическому обеспечению измерительных комплексов и систем на базе беспилотных воздушных судов (создание новых специализированных средств измерений, адаптация конструкций известных средств измерений для применения в составе беспилотного воздушного судна, разработка методик измерений и их аттестация и пр.).

В настоящем исследовании была поставлена задача систематизации информации в области действующих законодательных норм в России и в мире в сфере применения беспилотных воздушных судов, анализа перспективных подходов к разработке метрологического и методического обеспечения беспилотных воздушных судов, без которых их область практического применения при решении мониторинговых задач ограничена.

Для решения поставленных в исследовании задач был проведен системный анализ законодательных норм, метрологического и методического обеспечения измерений, базирующихся на применении беспилотных воздушных судов. Выполнена оценка в области совершенствования систем экологического мониторинга с внедрением приборного контроля с беспилотных воздушных судов.

**Выводы.** Современное состояние вопроса таково, что в Российской Федерации с позиций законодательных норм область применения беспилотного воздушного судна с полезной нагрузкой и без таковой оконтурена не в полной мере.

Как было отмечено ранее, при выполнении инструментальных измерений для получения легитимных результатов требуется соответствующее методическое и метрологическое обеспечение измерительных комплексов на базе беспилотных воздушных судов. Установленные измерительные приборы должны входить в государственный реестр средств измерений и иметь соответствующую документацию.

В качестве примера рассмотрим конфигурацию одного из мониторинговых комплексов на базе беспилотного воздушного судна, характеристики которого на настоящий момент наиболее близки для идентификации его в качестве беспилотного измерительного комплекса (системы), применяемого для инструментальных измерений при мониторинговых исследованиях. Данная система произведена по техническому заданию Горного университета АО «НПП «Радар ммс». Базой мониторингового комплекса является беспилотное воздушное судно вертолетного типа (БВС-ВТ) со следующими характеристиками: максимальная взлётная масса — 35 кг; масса полезной нагрузки (средства измерений, вспомогательное оборудование) — 12 кг; время полёта — 60 минут (с дополнительным баком — 90 минут); рабочая высота 50–1000 метров над постилающей поверхностью; максимальная воздушная скорость — 80 км/ч; дальность радиосвязи (между беспилотным воздушным судном и базой или ретранслятором) — 18 километров. Заявленные характеристики достигаются при следующих условиях: температура окружающей среды от -20 до +35 °С; скорость ветра не более 10 м/с.

Проведенные патентные исследования и исследования рынка аттестованных методик измерений показали, что методическим обеспечением измерений с применением комплексов на базе беспилотных воздушных судов занимается в основном коллектив ученых Горного университета. Только эта организация является патентообладателем на методическое обеспечение измерений с применением беспилотных воздушных систем и комплексов.

Опыт эксплуатации измерительной системы на базе беспилотного воздушного судна, накопленный при укрупненных промышленных испытаниях и при решении научно-исследовательских задач на производственных объектах таких компаний, как ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», ЗАО «Прионежский габбро-диабаз», АО «Апатит», АО «Челябинская угольная компания», АО «Русская медная компания», показал, что базовое беспилотное воздушное судно характеризуется хорошей управляемостью, позволяет работать с ограниченных площадок и обеспечивает эксплуатацию мониторингового комплекса в широком диапазоне вариации параметров окружающей среды.

**Работа рекомендована:** Пашкевич М. А., д.т.н., проф., зав. каф. геоэкологии Горного университета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеенко Н. А. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в биогеографических исследованиях на территории заповедника «Белогорье» /

- Н. А. Алексеенко, А. А. Медведев, И. А. Карпенко // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС». – 2014. – С.1–14.
2. Волкодаева М. В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха / М. В. Волкодаева, А. В. Киселев // Записки Горного института. – 2017. – Т. 227. – С. 589-596. DOI: 10.25515/PMI.2017.5.589.
  3. Пашкевич М. А. Оценка качества окружающей среды с применением малогабаритных беспилотных летательных аппаратов / М. А. Пашкевич, Ю. Д. Смирнов, А. С. Данилов // Записки Горного Института. – 2013. – Т. 204. – С. 269–271.
  4. Петров М. В. Практический опыт использования БПЛА Swinglet производства компании SenseFLY (Швейцария) // Интерэкспо Гео–Сибирь. – 2013. – № 8. – С. 1–6.
  5. A methodology to monitor airborne PM10 dust particles using a small unmanned aerial vehicle. Sensors (Switzerland). – 2017. – Vol. 17 (2). DOI: 10.3390/s17020343.
  6. Alvarado, M., Gonzalez, F., Erskine, P., Cliff, D., Heuff, D., Prudden, S., Fisher, A., Marino, M., Mohamed, A., Watkins, S., Wild, G. Measuring wind with Small Unmanned Aircraft Systems. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2018. – Vol. 176. – P. 197–210. DOI: 10.1016/j.jweia.2018.03.029.
  7. Villa, T., Gonzalez, F., Miljjevic, B., Ristovski, Z. D., Morawska, L. An overview of small unmanned aerial vehicles for air quality measurements: Present applications and future prospective. Sensors (Switzerland). – 2016. – Vol. 16(7). DOI:10.3390/s16071072.

**Краткая информация об авторах:**

**Данилов Александр Сергеевич**, ассистент кафедры геоэкологии, ведущий инженер лаборатории моделирования экологической обстановки.

**Специализация:** разработка методов дистанционного экологического мониторинга, применение беспилотных воздушных судов в гражданских целях, оценка качества компонентов окружающей природной среды.

E-mail: danilov\_as@pers.spmi.ru

**Danilov A. S.**, Assistant, Leading engineer.

**Specialization:** development of remote environmental monitoring methods, application of unmanned aircraft for civil purposes, assessment of the environmental components quality.

E-mail: danilov\_as@pers.spmi.ru

**Матвеева Вера Анатольевна**, к.т.н.

Доцент кафедры геоэкологии.

**Специализация:** оценка качества компонентов окружающей природной среды, разработка технологий очистки сточных вод.

E-mail: matveeva\_va2@pers.spmi.ru

**Matveeva V. A.**, PhD in Technical Sciences.

**Specialization:** assessment of the environmental components quality, development of wastewater treatment technologies.

E-mail: matveeva\_va2@pers.spmi.ru

**Никитенко А. А.**

**ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ВАРИАЦИЙ СОДЕРЖАНИЯ CO<sub>2</sub>  
СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский государственный гидрометеорологический университет»  
Россия, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98  
E-mail: nikki\_nic@mail.ru**

В статье рассматривается роль углекислого газа CO<sub>2</sub> в парниковом эффекте; представлено обсуждение основных методов наземных спектроскопических и спутниковых измерений общего содержания (OC) CO<sub>2</sub>; приведен анализ пространственно-временных вариаций содержания CO<sub>2</sub> по данным измерений спутниковой аппаратуры OCO-2.

**Ключевые слова:** парниковый эффект; наземные спектроскопические измерения CO<sub>2</sub>; спутниковые измерения CO<sub>2</sub>; спутник OCO-2.

**Nikitenko A. A.**

**RESEARCH ON MESOSCALE VARIATIONS OF CO<sub>2</sub> CONTENT BY SATELLITE METHODS**

**Russian State Hydrometeorological University  
Russia, 195196, St. Petersburg, Malookhtinsky av., 98  
E-mail: nikki\_nic@mail.ru**

The article highlights the importance of carbon dioxide CO<sub>2</sub> in the greenhouse effect; discussion of the main methods of ground-based spectroscopic and satellite measurements of total carbon dioxide and analysis of spatiotemporal variations of the CO<sub>2</sub> content measured by OCO-2 satellite instrumentation are presented.

**Keywords:** greenhouse effect; ground-based spectroscopic measurements of CO<sub>2</sub> content; satellite measurements of CO<sub>2</sub> content; OCO-2 satellite.

**Введение.** Углекислый газ (CO<sub>2</sub>, или диоксид углерода) — бесцветный газ (в нормальных условиях) без запаха, с химической формулой CO<sub>2</sub>. Этот газ является прозрачным для видимого света, но малопрозрачным для инфракрасного света. Он легко пропускает ультрафиолетовое излучение и излучение видимой части спектра, которые поступают на Землю от Солнца. Максимум излучения Земли приходится на инфракрасную область вблизи длины волны 12 мкм.

CO<sub>2</sub> является важнейшим антропогенным парниковым газом, и рост его содержания в значительной степени определяет изменение климата Земли в последние десятилетия [8, 5]. Парниковый эффект приводит к увеличению средней температуры поверхности Земли на 30 °С, из которых 20,6 °С объясняются наличием в воздухе водяного пара, а 7,2 °С — углекислого газа. CO<sub>2</sub> поглощает и переизлучает инфракрасное излучение на различных длинах волн, включая длину волны 4,26 мкм (вибрационный режим — за счёт асимметричного растяжения молекулы)

и 14,99 мкм (изгибные колебания). Основные колебательно-вращательные полосы  $\text{CO}_2$  расположены в ИК области электромагнитного спектра излучения (4200–4300 нм). Данный процесс уменьшает излучение Земли в космос на этих длинах волн, что приводит к парниковому эффекту [6, 7]. Концентрация углекислого газа в сухом воздухе составляет около  $0,02 \div 0,04\%$  ( $250 \div 450$  ppm).

**Целью** данной работы является рассмотрение результатов спутниковых измерений общего содержания (ОС)  $\text{CO}_2$  с помощью аппаратуры ОСО-2 над территорией Москвы.

**Задачи исследования** включают обработку и анализ пространственно-временных вариаций ОС  $\text{CO}_2$  по данным измерений спутниковой аппаратуры ОСО-2.

**Методы измерения и аппаратура.** В последние годы ведутся регулярные измерения содержаний  $\text{CO}_2$  с помощью как наземных (локальных и дистанционных), так и спутниковых наблюдений. Так, например, существует международная сеть наземных и мачтовых локальных измерений приземных концентраций  $\text{CO}_2$ , спектроскопические сети TCCON (Total Carbon Column Observing Network) и NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) измерений среднего отношения смеси  $\text{CO}_2$  ( $X_{\text{CO}_2}$ ) [4, 2], различные спутниковые приборы для таких измерений [7]. Измерения ОС  $\text{CO}_2$  с помощью наземных наблюдений получают на фоновых станциях (Мауна-Лоу, Барроу, Териберка, Тикси и др.) в полосе 13.4–15.4 мкм с помощью инфракрасного спектрометра — AIRS.

Спектроскопические наземные измерения ОС  $\text{CO}_2$  интенсивно проводятся уже долгое время с аппаратурой среднего спектрального разрешения. Также для определения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере используют прямые и обратные задачи инфракрасной атмосферной оптики высокого спектрального разрешения. Содержание в атмосфере  $\text{CO}_2$  контролируется на международной сети станций со второй половины прошлого века.

В настоящее время разрабатываются и осуществляются проекты спутниковых измерений содержания  $\text{CO}_2$  с относительной погрешностью около  $0,5\text{--}1$  ppm ( $0,1\text{--}0,3\%$ ). Для валидации таких спутниковых измерений необходимо иметь высокоточные независимые измерения содержания  $\text{CO}_2$ , в том числе с помощью метода прозрачности [6]. Спутниковые измерения реализуются на базе Aqua или GOSAT в спектральной полосе 13.4–15.4 мкм с помощью инфракрасного спектрометра — AIRS или  $\text{CO}_2$  на основе в полосах 1.56–1.72 мкм [1].

В 2014 году NASA запустили уникальный спутник «Орбитальная углеродная обсерватория-2» (Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2) для слежения за количеством углекислого газа в атмосфере. Главной целью этого проекта является измерение выбросов диоксида углерода с достаточной точностью, чтобы охарактеризовать его источники и поглотители на региональном уровне, а также для количественной оценки своей сезонной и ежегодной изменчивости [9].

Это спутник с надириным прибором, измеряющий солнечное отраженное излучение в ближней ИК области с высоким спектральным разрешением ( $\sim 17000$ ), высоким динамическим диапазоном ( $10^4$ ), хорошим отношением сигнал/шум ( $\sim 400$ ), достаточно высоким горизонтальным разрешением ( $\sim 1.5 \times 2.5$  км<sup>2</sup>) и высокой частотой измерений. Прибор измеряет отраженное и рассеянное солнечное излучение для безоблачной атмосферы в трех полосах поглощения —



в слабой (1.61 мкм) и сильной (2.06 мкм) полосах  $\text{CO}_2$  и полосе кислорода (0.76 мкм). Измерения в трех полосах поглощения, а также специальные методики и алгоритмы интерпретации спутниковых измерений, и, наконец, специальная калибровка и валидация измерений  $\text{XCO}_2$  (для сухой атмосферы) с помощью самолетных измерений и наземной спектроскопической сети TCCON позволили достичь высокой абсолютной и относительной точности измерений прибором ОСО-2 [3].

**Результаты.** В работе представлены результаты исследования мезомасштабных пространственно-временных вариаций содержания  $\text{CO}_2$  в районе Москвы на основе спутниковых измерений (спутник ОСО-2) в течение 2014–2017 гг. По спутниковым данным полная амплитуда пространственно-временных вариаций для среднего отношения смеси  $\text{CO}_2$  ( $\text{XCO}_2$ ) составляла 46,8 ppm. Максимальные пространственные вариации  $\text{XCO}_2$  в течение одного дня наблюдений составляли 44,6 ppm и превышали 10% (02.04.2015), а минимальные вариации  $\text{XCO}_2$  — составляли 1,9 ppm (03.08.2015).

В период с 06.09.2014 по 31.03.2017 спутником ОСО-2 было осуществлено 7627 измерений в течение 61-го дня вблизи Москвы (в диапазоне широт 54.74–56.78 и долгот 35.36–40.11). В 2014 году было осуществлено 6 измерений, в 2015 — 26 измерений, в 2016 году — 27 измерений, в 2017 году — 2 измерения. Число измерений в день варьируется от 1 до 749 измерений. Минимальное наблюдавшее значение  $\text{XCO}_2$  было зарегистрировано 02.04.2015 и составляло 356,1 ppm, а максимальное значение — 23.11.2016 — 431.1 ppm.

Максимальные пространственные вариации  $\text{XCO}_2$  в течение одного дня измерений наблюдались 27.12.2014 и составляли 39,3 ppm; 02.04.2015 — 44,6 ppm; 23.11.2016 — 27,2 ppm. Минимальные вариации  $\text{XCO}_2$  в течение одного дня измерений наблюдались 19.09.2014 — 2,0 ppm; 16.07.2015 — 2,5 ppm; 03.08.2015 — 1,9 ppm.

Для характерного случая — самая продолжительная серия измерений (26.03.2017 — 40 секунд) — пространственно временные вариации содержания  $\text{CO}_2$  представлены на рисунке ниже.

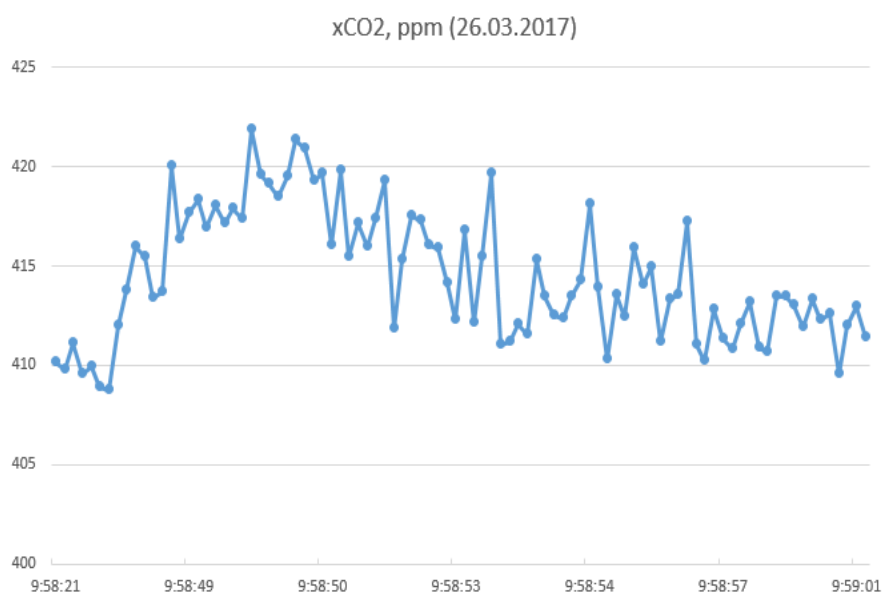


Рис. 1. Вариации измерений содержания  $\text{CO}_2$  26.03.2017 (Москва)

Как видно из приведенного примера, для данной траектории измерений  $\text{CO}_2$  его пространственные вариации составляют более 10 ppm. В начале измерения наблюдается рост с 409 до 421 ppm, а затем уменьшение  $\text{CO}_2$ .

**Выводы.** В результате проделанной работы были рассмотрены результаты спутниковых измерений общего содержания концентраций  $\text{CO}_2$ , а также проведен анализ пространственно-временных вариаций содержания  $\text{CO}_2$  по данным измерений спутниковой аппаратуры OCO-2 вблизи Москвы. Пространственно-временные вариации спутниковых измерений  $\text{XCO}_2$  в районе Москвы очень значительны, что обусловлено наличием многочисленных локальных антропогенных источников  $\text{CO}_2$ . Данный вывод сделан на основе спутниковых данных за период 2014–2017 гг. Анализ спутниковых измерений, полученных с помощью аппаратуры OCO-2, демонстрирует наличие традиционного сезонного хода — минимальные значения  $\text{XCO}_2$ , наблюдаются весной и летом, а максимальные — поздней осенью и зимой. Также спутниковые измерения показывают, что максимальные значения  $\text{XCO}_2$  наблюдаются за городом, где расположены промышленные предприятия и электростанции.

Благодарю моего руководителя профессора Тимофеева Ю. М. за участие и внимание к моей работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Биненко В. И., Шевчук Н. О. Региональный мониторинг концентрации парниковых газов на основе наземных и спутниковых измерений // Региональная экология. – 2013. – № 1(2). – С. 119–129.
2. Climate Change 2001: The Scientific Basis.
3. Comparisons of the Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2)  $\text{XCO}_2$  measurements with TCCON.
4. Deep ice tells long climate story, BBC News.
5. Kahn, Brian. The world passes 400ppm carbon dioxide threshold. Permanently.
6. Тимофеев Ю. М. Исследования атмосферы Земли методом прозрачности. – СПб.: Наука, 2016. – 367 с.
7. Petty, G. W.: A First Course in Atmospheric Radiation, pages 229–251, Sundog Publishing, 2004.
8. Физико-химические процессы в техносфере [Текст] / Л. Б. Воробьева, С. А. Степанова: Учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА. – 2006. – 74 с.
9. <http://www.interfax.ru/world/383759>

#### **Краткая информация об авторе:**

**Никитенко Анастасия Андреевна**, студентка РГГМУ.

**Специализация:** физика.

E-mail: nikki\_nic@mail.ru

**Nikitenko A. A.**, student of RSHU.

**Specialization:** physics.

E-mail: nikki\_nic@mail.ru

Телятникова А. М. \*, Федоров С. В.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ  
ИЗ КАНАЛИЗАЦИОННОГО ПЕРЕПАДА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4  
\*E-mail: sik3000@list.ru**

В работе рассматривается проблема образования токсичных канализационных газов и их воздействия на окружающую воздушную среду и живые организмы. Выявлено, что решение данной проблемы требует предварительной оценки способности сооружений к газообразованию, а также анализу распространения газов в атмосфере. Предложено решение данной задачи при помощи программы конечно-элементного анализа *Ansys CFX*, и реализована совмещенная модель перепадного колодца и окружающей воздушной среды.

**Ключевые слова:** метан; аммиак; сероводород; углекислый газ; канализация; компьютерное моделирование; *Ansys CFX*; выделение газов.

Telyatnikova A. M. \*, Fedorov S. V.

**MODELING THE PROCESS OF GAS RELEASE OUT OF A SEWERAGE DROP WELL**

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering»  
Russia, 190005, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4  
\*E-mail: sik3000@list.ru**

The paper considers the problem of the formation of toxic sewage gases and their impact on the surrounding air environment and living organisms. It is revealed that the solution of this problem requires preliminary assessment of the ability of structures for gas generation, as well as analysis of gases distribution in the atmosphere. A solution to this problem using *Ansys CFX* finite element analysis program is proposed, and a combined model of a drop well and the surrounding air environment is implemented.

**Keywords:** methane; ammonia; hydrogen sulfide; carbon dioxide; sewage; computer modeling; *Ansys CFX*; release of gases.

В современном мире особое внимание уделяется вопросу безопасности воздействия эксплуатируемых техногенных комплексов как на человека, так и на биосферу в целом. Одним из таких комплексов является и система канализации. Наибольшая часть системы канализации представлена внутриквартальными и уличными сетями, ежедневно транспортирующими колоссальные количества сточных вод различного состава. Для своевременного и качественного отведения стоков от потребителей разработано множество специальных технологических сооружений, таких как: смотровые и поворотные колодцы, перепады и быстротоки,

канализационные насосные станции и камеры гашения напора. Сложный состав и структура сточных вод, а также постоянное изменение гидродинамического режима при транспортировке стоков обуславливают протекание в канализации процессов образования таких газов, как: метан, аммиак, сероводород и углекислый газ. Некоторая часть образовавшихся газов выделяется в подводное пространство канализационных сетей, распространяется по ним и высвобождается в окружающую среду через неплотности люков и вентиляцию.

Основными негативными результатами выделения газов на земную поверхность можно назвать: дискомфорт и повышенную утомляемость населения от воздействия неприятного канализационного запаха, токсические отравления и удушения при передозировке газами, усугубление экологической обстановки и обострение некоторых глобальных экологических проблем. Хотелось бы отметить, что объемы выделяемых газов в системах канализации могут достигать весьма серьезных значений. Например, работа В. Т. Фомичева [4] показала, что при пересчете общего объема сероводорода, который потенциально может образоваться в системе канализации Волгограда, на каждого жителя этого города получается значение концентрации, превышающее летальную концентрацию. Острота существующей проблемы также подтверждается статистическими данными различных исследований для единичных видов сооружений, обобщенный анализ которых полно представлен в работе С. В. Федорова [3]. Так, максимальное значение сероводорода в КНС, согласно анализу работы [3], может достигать 347 мг/м<sup>3</sup>.

Рассмотренная выше проблема требует принятия ряда мер по предотвращению или снижению газовой выделению. Конечно, невозможно сделать заключение о необходимости установки соответствующего оборудования и его достаточности без оценки объема выделения, анализа процесса распространения загрязнения и его воздействия. Проведение подобной оценки требуется как при эксплуатации уже действующих сооружений, так и заблаговременно при проектировании сети. На необходимость учета объектов сетей канализации как источников загрязнения атмосферы (ИЗА) указывает и действующая нормативная документация. Согласно приказу Министерства природы России № 579 [2], к ИЗА относятся все объекты, осуществляющие выброс в атмосферный воздух загрязняющих веществ, подлежащих государственному учету и нормированию. Представленный перечень веществ [2, п. 7] включает такие вещества, как: метан, аммиак, сероводород.

Оценить объемы выделения газов и определить область их распространения в окружающей среде возможно при помощи использования программ конечно-элементного анализа (*Ansys CFX*). Задачей настоящего исследования была разработка гидравлической модели совместного пространства канализационных сооружений и окружающей воздушной среды. В дальнейшем на основании созданной модели будет производиться изучение процесса газовой выделению из потока сточной жидкости.

Твердотельная расчетная область (рис. 1) будущей гидравлической модели была создана при помощи стандартных инструментов раздела *Geometry*. Часть твердотельной области,

соответствующая внутреннему воздушному пространству канализационного сооружения, обладает конструктивными особенностями водослива. Сконструированный перепадной колодец имеет в плане прямоугольную форму, оборудован люком, подводящим и отводящим трубопроводами, расположенными на разных высотных уровнях. Твёрдотельная область, имитирующая воздушное пространство вокруг колодца, представлена упрощенно в виде параллелепипеда.

В дальнейшем при помощи раздела *Mesh* производилась генерация расчетной сетки. Создаваемая в программе сетка адаптируется под геометрию любой сложности и может иметь различную величину ячеек, позволяя тем самым проводить как более точные, так и упрощенные расчеты. Затем в окне *Setup* были заданы начальные и граничные условия, определяющие процесс втекания в колодец и вытекания из него сточной жидкости. Вход сточных вод в колодец задавался через граничное условие *Inlet*, прикладываемое к плоскости поперечного сечения подводящего трубопровода. Скорость движения входящего потока 1 м/с. Граничное условие *Outlet*, заданное для поперечного сечения отводящего трубопровода, обеспечивало вытекание воды из колодца под действием атмосферного давления. Для обеспечения входа воздушного потока в расчетную область задавалось условие *Opening*, прикладываемое для реализуемой совмещенной модели к каждой поверхности «параллелепипеда» внешнего воздушного пространства. Величина избыточного давления, действующего на поверхность воздушного пространства окружающей среды, была равна нулю. Общий вид разработанной модели после конструирования расчетной сетки и задачи граничных условий представлен на рис. 1.

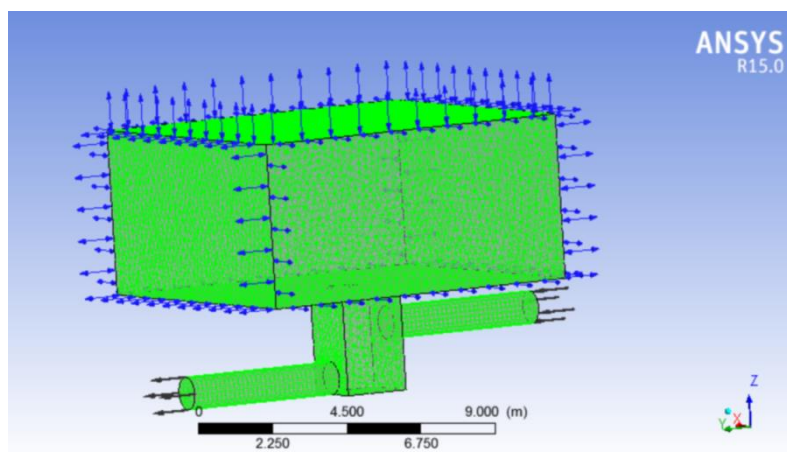


Рис. 1. Расчетная сетка и граничные условия

Важно отметить, что для настоящего исследования решалась постоянная во времени — стационарная задача. Полученные в результате моделирования данные представляют собой гидродинамическую картину движения жидкой и газовой фазы с указанием векторов скорости циркулирующих потоков. На рис. 2 отображена гидродинамическая картина потока в сечении плоскостью *YZ*. Как видно из представленных материалов, внутри сооружения происходит падение потока сточной жидкости из подводящего трубопровода в лоток сооружения, при этом

в отводящем трубопроводе наблюдается отогнанный гидравлический прыжок. Кроме того, данная модель отображает процесс увлечения воздушных масс жидкостью при вытекании из колодца. Также на рис. 2 прослеживается процесс завихрения газовой фазы и, как следствие, ее эжекции в водную среду.

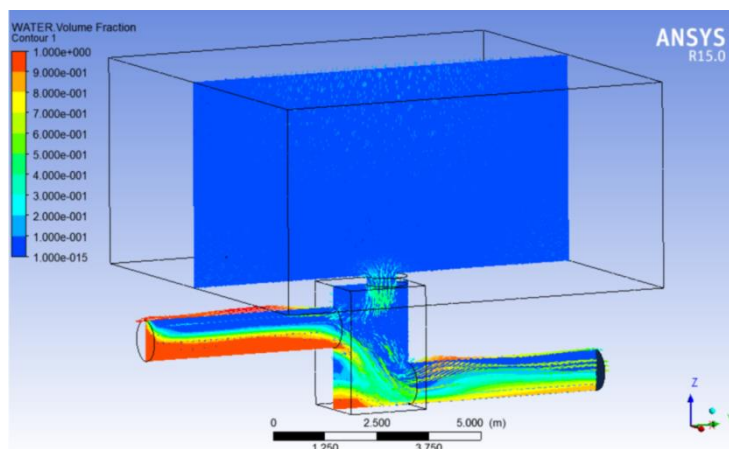


Рис. 2. Результаты моделирования

Для оценки достоверности полученной гидродинамической картины было выполнено сравнение данных модели и классических способов определения характеристик движения потока. Положительные результаты дало сопоставление характеристик наполнения и скорости движения потока в отводящем трубопроводе с численными значениями таблиц Лукиных [1]. Кроме того, в соответствии с фундаментальными уравнениями [5], был выполнен расчет первой и второй сопряженных глубин гидравлического прыжка. Полученные результаты также свидетельствуют о достоверности полученной гидродинамической картины.

Хотелось бы отметить, что представленная выше гидравлическая модель как качественно, так и количественно соответствует ожидаемым результатам и может быть использована для модельных расчетов совместного движения сточных вод и увлекаемых воздушных масс. В дальнейшем авторами планируется произвести работы по корректировке расчетной сетки с целью получения более точных результатов расчета, а также осуществить ввод в область модели смеси жидкости и газа сероводорода с целью наблюдения за процессом его выделения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукиных А. А., Лукиных Н. А. Таблица для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н. Н. Павловского. Изд. 4-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.
2. Порядок установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию: утв. Приказом Минприроды России от 31 декабря 2010 г. № 579.
3. Федоров С. В. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Исследование процессов массообмена в системе канализации на основе математического моделирования.

- Сравнительный анализ существующих математических моделей массообмена в системах канализации. Оценка функционирования сети. // ФГБОУ ВО СПбГАСУ. – 2017. – 52 с.
4. Фомичев В. Т., Чурикова В. И. Сероводород как фактор экологической опасности городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2016. – Вып. 44(63). Ч. 2. – С. 80–83.
  5. Чугаев Р. Р. Гидравлика: Учебник для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 672 с.

**Краткая информация об авторах:**

**Телятникова Анна Максимовна**, аспирант кафедры «Водопользование и экология».

**Специализация:** экологические проблемы водоемов, моделирование процессов движения сточной жидкости в канализационных сетях.

E-mail: sik3000@list.ru

**Telyatnikova A. M.**, post-graduate student of the Department «Water use and ecology».

**Specialization:** environmental problems of reservoirs, modeling of the processes of fluid flow in sewer networks.

E-mail: sik3000@list.ru

**Федоров Святослав Викторович**, к.т.н.

Доцент кафедры «Водопользование и экология» СПбГАСУ.

**Специализация:** моделирование процессов движения сточной жидкости в канализационных сетях, моделирование качества воды в водных объектах.

E-mail: svyatoslavfedorov@mail.ru

**Fedorov S. V.**, PhD in Technical Sciences.

Associate Professor of the Department «Water use and ecology».

**Specialization:** modeling of the processes of wastewater flow in sewer networks, modeling of water quality in water bodies.

E-mail: svyatoslavfedorov@mail.ru

УДК 332.334

**Чернова А. А., Сафина Г. Р.\* , Федорова В. А.**

**ОСОБЕННОСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ г. ЧИСТОПОЛЬ  
(РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

**Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18**

\*E-mail: Safina27@mail.ru

В статье анализируется градостроительное зонирование города Чистополь (Республика Татарстан). На основе схемы современного использования г. Чистополь и данных Публичной кадастровой карты выделено 8 функциональных зон и определены их количественные характеристики. В городе преобладает зона жилой застройки (59% площади города), затем следуют производственная (14%) и рекреационная (9%) зоны. Полученные результаты могут быть использованы при анализе пространственной структуры землепользования города.

**Ключевые слова:** город; градостроительное зонирование; функциональное зонирование; территориальное развитие; управление.

Chernova A. A., Safina G. R. \*, Fedorova V. A.

FEATURES OF THE URBAN-PLANNING ZONING OF THE CITY OF CHISTOPOL  
(REPUBLIC OF TATARSTAN)

Kazan (Volga Region) Federal University  
Russia, 420008, Kazan, Kremlevskaya str., 18  
\*E-mail: Safina27@mail.ru

The article analyzes the city-planning zoning of Chistopol (Republic of Tatarstan). Based on the scheme of modern use of Chistopol and Public cadastral map data, 8 functional zones were identified and their quantitative characteristics were determined. The city is dominated by a residential zone (59% of the city area), followed by an industrial zone (14%) and a recreational zone (9%). The results obtained can be used in analysis of the spatial structure of land use in the city.

**Keywords:** city; city-planning zoning; functional zoning; territorial development; control.

**Введение.** В условиях рыночной экономики зонирование территорий — устойчивая форма контроля за использованием территорий поселений как механизма управления земельными ресурсами [1].

Согласно Градостроительному кодексу РФ, в научной и профессиональной литературе представлено два типа зонирования — градостроительное и функциональное. Градостроительное зонирование представляет собой установление таких зон, для которых в правилах землепользования и застройки определены и установлены градостроительные регламенты [2]. В свою очередь, функциональное зонирование территории представляет собой разграничение с выделением особых зон и определением для каждой из них целевого назначения, приоритетных функций и соответствующих режимов использования [3, 4].

Цель данного исследования — выделение функциональных и территориальных зон в городе Чистополь для анализа пространственной структуры существующего землепользования. Достижение поставленной цели возможно посредством составления карт функциональных и территориальных зон г. Чистополь, а также количественного анализа их распределения.

**Материалы и методы.** В качестве исходных материалов мы использовали «Схему современного использования г. Чистополь» [5], а также данные Публичной кадастровой карты [6]. Нами была проведена оцифровка карты-схемы современного использования города, затем мы уточнили и актуализировали информацию на основании данных, приведенных на Публичной кадастровой карте. Оцифрованным объектам присваивался идентификатор, позволяющий в дальнейшем отнести его к конкретной зоне. При помощи программы MapInfo Pro осуществлялось определение площадей земельных участков, территориальных и функциональных зон.

**Результаты.** Результатом работы явились две тематические карты — функционального и градостроительного зонирования (рис. 1). На территории города Чистополь, площадь которого составляет 18,98 км<sup>2</sup>, выделено 8 функциональных (таблица 1) и 20 территориальных зон.



Наибольшую площадь в городе занимает жилая зона (58,6%), затем следуют производственная (13,6%), рекреационная (9,5%) и сельскохозяйственная (8,0%) зоны (таблица 1).

Анализ внутренней структуры функциональных зон показал, что жилая зона представлена преимущественно усадебной (малозэтажной) застройкой традиционного типа (72%), средне-этажные и высотные застройки занимают в городе 6 и 10% соответственно. В настоящее время территориальные резервы в городе близки к исчерпанию, что обуславливает активное высотное строительство на окраинах города. Коллективные дачные участки занимают примерно 12% городской территории.

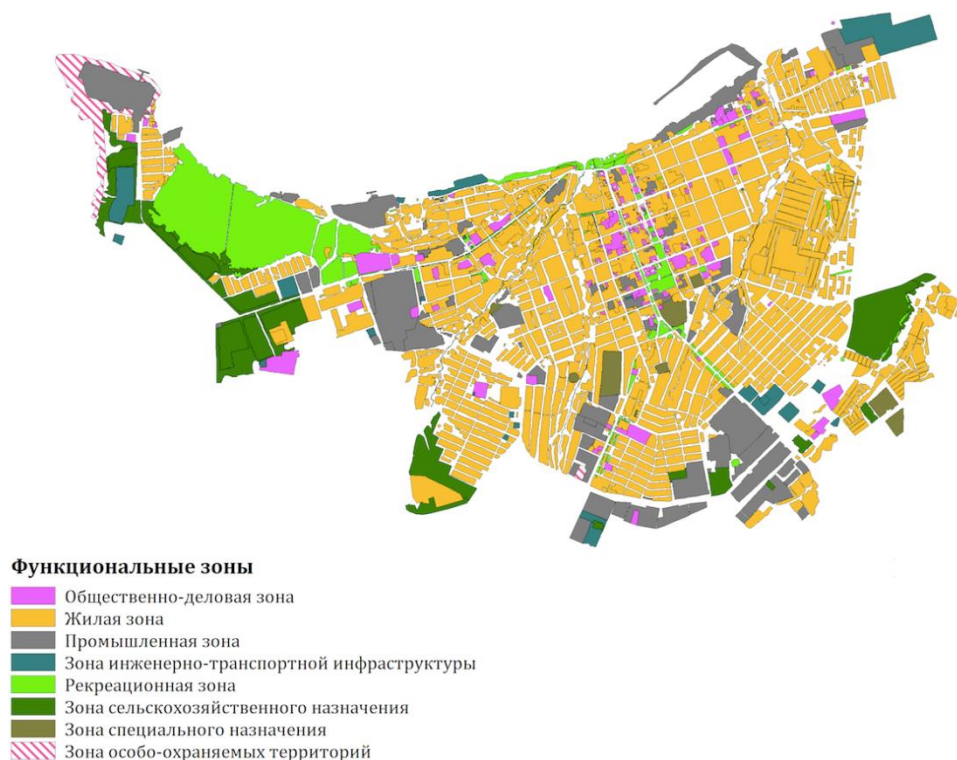


Рис. 1. Схема функционального зонирования г. Чистополь

Таблица 1

Функциональные зоны г. Чистополь

| Тип функциональной зоны                    | Площадь, км <sup>2</sup> | Доля, % |
|--|--------------------------|---------|
| Жилая зона                                 | 11,13                    | 58,6    |
| Производственная зона                      | 2,58                     | 13,6    |
| Рекреационная зона                         | 1,79                     | 9,5     |
| Сельскохозяйственная зона                  | 1,51                     | 8,0     |
| Общественно-деловая зона                   | 0,72                     | 3,8     |
| Зона инженерно-транспортной инфраструктуры | 0,56                     | 2,9     |
| Зона специального назначения               | 0,34                     | 1,8     |
| Зона особо охраняемых природных территорий | 0,35                     | 1,8     |
| Всего:                                     | 18,98                    | 100     |

Производственная зона занимает почти 14% территории города, она представлена двумя территориальными зонами: зоной производственных объектов незначительного отрицательного воздействия на среду (58% территории) и коммунально-складской зоной (42%).

Важной составляющей любого городского пространства является зона рекреации. В городе Чистополь на данную зону приходится 9,5% территории. Причем большая часть рекреационных территорий (79%) представлена зоной природных ландшафтов, к которым относятся озера и реки, участки озелененных городских территорий, овраги и охраняемые ландшафты. Рекреационно-ландшафтные территории, представленные различными парками, лесопарками, скверами, бульварами, городскими лесами, т.е. объектами благоприятными для отдыха населения, туризма, занятий физической культурой и спортом, занимают 21% от общей площади рекреационной зоны.

Сельскохозяйственная зона занимает 8% от общей площади исследуемой территории и представлена двумя территориальными зонами: зоной, предназначенной для выращивания сельхозпродукции открытым способом (99%) и зоной объектов сельскохозяйственного производства (1%).

Общественно-деловая зона занимает 3,8% площади города. Основная площадь данной зоны приходится на объекты образования (36%), затем следуют спортивные объекты (24%), объекты здравоохранения (19%) и коммерческого, делового назначения (19%). Объекты религии, представленные мечетями и православными храмами, занимают лишь 2% площади общественно-деловой зоны.

Такие зоны, как зоны специального назначения, инженерно-транспортной инфраструктуры и особо-охраняемых природных территорий занимают незначительные площади.

**Заключение.** Пространственное распределение функциональных зон города Чистополь имеет свои особенности, обусловленные историей развития и производственной специализацией. Выполненная в ходе исследования количественная оценка территориальных зон города позволила выявить преобладание в городе зоны жилой застройки, производственной и рекреационной зон.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Варламов А. А., Анторопов Д. В. Зонирование территорий: учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2016. – 208 с.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации (принят Государственной Думой 22.12.2004) от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017).
3. Волков С. Н. Землеустройство: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: ГУЗ, 2013. – 992 с.
4. Земельный кодекс Российской Федерации (принят Государственной Думой 28.09.2001) от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
5. Чистопольский муниципальный район. Генеральный план г. Чистополь. – URL: <http://chistopol.tatarstan.ru/rus/generalniy-plan.htm?page=3> (дата обращения 27.08.2018).
6. Публичная кадастровая карта Росреестра. – URL: <http://rosreestr.ru/publicnaya-kadastruvaya-karta-rosreestra-online/> (дата обращения 22.08.2018).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 17-13-16003-ОГН.*

**Работа рекомендована:** Сафиной Гузель Рашитовной, к.г.н., доцент кафедры ландшафтной экологии Института экологии и природопользования КФУ.

**Краткая информация об авторах:**

**Чернова Анастасия Александровна**, студентка 4-го курса направления «Землеустройство и кадастры» Института экологии и природопользования КФУ.

E-mail: asyachernova1996@gmail.com.

**Chernova A. A.**, 4th year student of the direction "Land management and cadastres" of the Department of Landscape Ecology of Kazan Federal University.

E-mail: asyachernova1996@gmail.com.

**Сафина Гузель Рашитовна**, к.г.н.

Доцент кафедры ландшафтной экологии Института экологии и природопользования КФУ.

**Специализация:** территория, город, геурбанистика.

E-mail: Safina27@mail.ru

**Safina G. R.**, PhD in Geographic Sciences.

Associate Professor of the Department of Landscape Ecology of Kazan Federal University.

**Specialization:** territory, city, geourbanistics.

E-mail: Safina27@mail.ru

**Федорова Виктория Алексеевна**, к.г.н.

Доцент кафедры ландшафтной экологии Института экологии и природопользования КФУ.

**Специализация:** территория, город, геурбанистика.

E-mail: fva\_14@mail.ru

**Fedorova V. A.**, PhD in Geographic Sciences.

Associate Professor of the Department of Landscape Ecology of Kazan Federal University.

**Specialization:** territory, city, geourbanistics.

E-mail: fva\_14@mail.ru

УДК 628.472

**Березюк О. В.**

**ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ  
ОТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ**

**Винницкий национальный технический университет  
Украина, 21021, г. Винница, Хмельницкое шоссе, д. 95  
E-mail: berezyukoleg@i.ua**

Определены регрессионные зависимости плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов как одна из задач для решения проблемы создания научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов. Полученные зависимости позволяют определить плотность твердых бытовых отходов в разные года для городов с разным количеством населения, проживающего в благоустроенном жилом фонде.

**Ключевые слова:** благоустройство городов; твердые бытовые отходы; плотность; регрессионная зависимость; коэффициент корреляции.

**Berezyuk O. V.**

**DEPENDENCE OF THE DENSITY OF SOLID DOMESTIC WASTES  
ON THE POPULATION NUMBERS OF CITIES**

**Vinnitsia National Technical University  
Ukraine, 21021, Vinnitsia, Khmelnytsky highway, 95  
E-mail: berezyukoleg@i.ua**

The regression dependence of the density of solid domestic wastes on the population size of cities is determined, which is one of the tasks for solving the problem of creating scientific and technical principles of designing high-performance working elements of devices for the collection and primary processing of solid domestic wastes. The dependences obtained allow determining the density of solid domestic wastes in different years for cities differing in the size of population living in a well-designed housing stock.

**Keywords:** improvement of cities; solid domestic wastes; density; regression dependence; correlation coefficient.

**Введение.** Годовой объем твердых бытовых отходов (ТБО), образующихся на территории Украины, превышает 46 млн м<sup>3</sup>, преобладающая часть которых депонируется на 4530 свалках и полигонах площадью почти 7700 га и лишь частично перерабатываются или утилизируются [3, 5–9]. Лишь на протяжении 1999–2014 гг. общая площадь свалок и полигонов в Украине увеличилась втрое. Также более чем втрое увеличилась площадь полигонов и свалок, не отвечающих нормам экологической безопасности. Поэтому определение регрессионных зависимостей плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов является актуальной научно-технической **задачей** для решения проблемы создания научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов.

В работе [10] приведены данные относительно плотности ТБО для городов с разной численностью населения в разные года. В статье [4] рассмотрены приводы рабочих органов машин для сбора и первичной переработки ТБО, в частности их уплотнения. Регрессионная зависимость денежного сбора за размещение отходов на полигоне в зависимости от их класса опасности приведена в работе [2]. В статье [1] опубликованы регрессионные зависимости затрат на управление ТБО — уровень доходов населения. Однако конкретные регрессионные зависимости плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов в результате анализа известных публикаций не выявлены.

**Целью** исследования является построение регрессионных зависимостей плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов как одна из задач для решения проблемы создания научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов.

**Предмет** исследования — регрессионные зависимости плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов.

**Объект** исследования — машины для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов.

При выполнении работы применялась методология регрессионного анализа парных зависимостей.

**Результаты.** В таблице 1 приведены значения плотности ТБО для городов с разной численностью населения в разные года в благоустроенном жилом фонде [10].

Таблица 1

Значение плотности ТБО для городов с разной численностью населения в разные года в благоустроенном жилом фонде [10]

|  |         |     |     |     |     |
|--|---------|-----|-----|-----|-----|
| Средняя численность населения города $n$ , тыс. чел. | 25      | 75  | 175 | 375 |     |
| Плотность ТБО $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>             | 1989 г. | 211 | 214 | 217 | 232 |
|  | 2010 г. | 187 | 190 | 193 | 206 |

Определение коэффициентов уравнений регрессии осуществлялось с помощью метода наименьших квадратов и разработанной компьютерной программы "RegAnaliz", защищенной свидетельством о регистрации авторского права и детально описанной в работах [2, 3]. Результаты регрессионного анализа представлены в таблице 2, где серым фоном обозначены ячейки с наибольшим значением коэффициента корреляции  $R$ .

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа  $\rho = f(n)$

| № | Вид регрессии       | Коэффициент корреляции R |         | №  | Вид регрессии        | Коэффициент корреляции R |         |
|---|---------------------|--------------------------|---------|----|----------------------|--------------------------|---------|
|   |                     | 1989 г.                  | 2010 г. |    |                      | 1989 г.                  | 2010 г. |
| 1 | $y=a+bx$            | 0,98702                  | 0,99097 | 9  | $y=ax^b$             | 0,88701                  | 0,90143 |
| 2 | $y=1/(a+bx)$        | 0,98957                  | 0,99301 | 10 | $y=a+b \cdot \lg x$  | 0,88218                  | 0,89644 |
| 3 | $y=a+b/x$           | 0,69978                  | 0,72027 | 11 | $y=a+b \cdot \ln x$  | 0,88218                  | 0,89644 |
| 4 | $y=x/(a+bx)$        | 0,99546                  | 0,99550 | 12 | $y=a/(b+x)$          | 0,98957                  | 0,99301 |
| 5 | $y=ab^x$            | 0,98834                  | 0,99205 | 13 | $y=ax/(b+x)$         | 0,71402                  | 0,73548 |
| 6 | $y=ae^{bx}$         | 0,98834                  | 0,99205 | 14 | $y=ae^{b/x}$         | 0,70686                  | 0,72784 |
| 7 | $y=a \cdot 10^{bx}$ | 0,98834                  | 0,99205 | 15 | $y=a \cdot 10^{b/x}$ | 0,70686                  | 0,72784 |
| 8 | $y=1/(a+be^{-x})$   | 0,55157                  | 0,57458 | 16 | $y=a+bx^n$           | 0,99666                  | 0,99653 |

Итак, по результатам регрессионного анализа на основании данных, приведенных в таблице 1, как наиболее адекватные, окончательно приняты следующие регрессионные модели:

$$\rho_{1989} = 211,4 + 0,001622n^{1,594}; \quad (1)$$

$$\rho_{2010} = 187,2 + 0,003959n^{1,428}. \quad (2)$$

На рисунке 1 показаны графические зависимости плотности ТБО от численности населения городов в разные года, построенные с помощью регрессий (1, 2), что подтверждает определенную раньше высокую точность полученных регрессионных зависимостей.

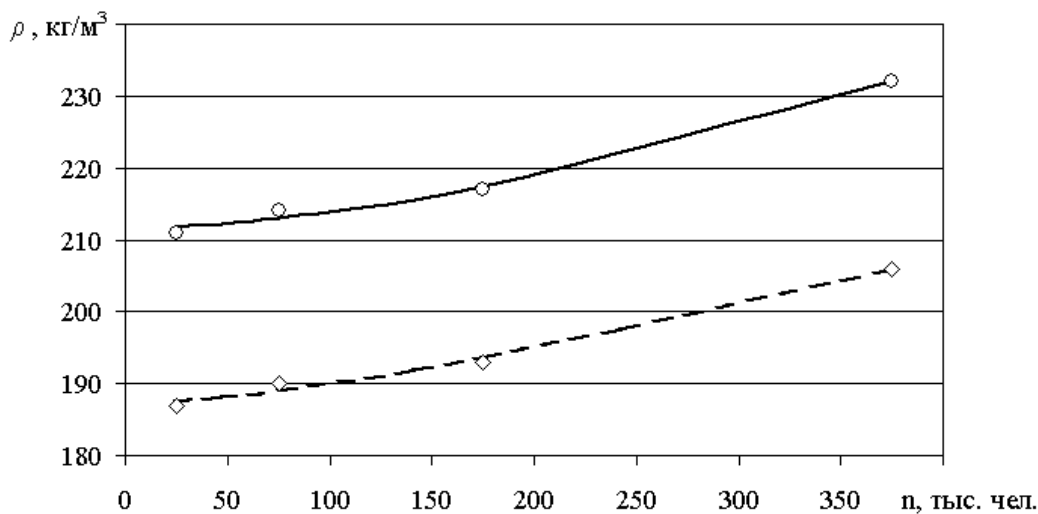


Рис. 1. Зависимости плотности ТБО от численности населения городов в разные года: фактическая  $\circ$  (1989 г.),  $\diamond$  (2010 г.); теоретическая — (1989 г.), --- (2010 г.)

**Выводы.** Итак, определены регрессионные зависимости плотности твердых бытовых отходов от численности населения городов как одна из задач для решения проблемы создания научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для сбора и первичной переработки твердых бытовых отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березюк О. В. Визначення регресійних залежностей витрат на управління твердими побутовими відходами від рівня доходів населення / О.В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 5. – С. 24–26.
2. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz" // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40–45.
3. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz" // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43–45.
4. Березюк О. В. Системи приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів // Промислова гідравліка і пневматика. – 2017. – № 3 (57). – С. 65–72.
5. Ковальський В. П., Бондарь А. В. Шламозолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18–20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПИ», 2015. – С. 209.
6. Ковальський В. П., Очеретний В. П., Лемешев М. С., Бондар А. В. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей //

Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне : Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186–193.

7. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини // Тези доп. XXIV міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», Харків, 18–20 травня 2016 р. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – С. 381.
8. Лемешев М. С., Христич О. В. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78–83.
9. Сердюк В. Р., Христич О. В. Використання Бетелу-М для іммобілізації рідких радіоактивних відходів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – № 1 (5). – С. 50–54.
10. Уланова О. В. Комплексное устойчивое управление отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство: учебное пособие. – М.: Академия Естествознания, 2016. – 520 с.

**Краткая информация об авторе:**

**Березюк Олег Владимирович**, к.т.н., доцент.

Доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогики безопасности.

**Специализация:** создание научно-технических основ проектирования высокоэффективных рабочих органов машин для собирания и первичной переработки твердых бытовых отходов.

E-mail: berezyukoleg@i.ua

**Berezyuk O. V.**, PhD in Engineering Sciences.

Associate Professor of the Department of Life Safety and Security Pedagogy.

**Specialization:** creation of scientific and technical bases for designing high-performance working bodies for machines for the collection and primary processing of solid domestic wastes.

E-mail: berezyukoleg@i.ua

УДК 504.06

**Бархатова О. Ю., Василевская А. В.\***

**ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ШУМОЗАЩИТНЫХ  
МЕРОПРИЯТИЙ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОТРАССЫ «ФОРМУЛА-1»**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»**

**Россия, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49**

\*E-mail: 2404799@mail.ru

В работе будут рассмотрены методы оценки шумового воздействия и шумозащитные мероприятия в зоне строительства автотрассы Формула-1.

**Ключевые слова:** шум; автотрасса; шумозащитные мероприятия; акустические экраны.

**NOISE PROTECTION MEASURES IN THE CONSTRUCTION ZONE  
OF THE FORMULA-1 HIGHWAY**

**Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics  
Russia, 197101, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49  
\*E-mail: 2404799@mail.ru**

This article considers methods of noise impact assessment and noise protection measures in the area of construction of the Formula-1 highway.

**Keywords:** noise; highway; noise protection measures; acoustic screens.

Высокоскоростная трасса является источником повышенного уровня шума. Поскольку строительство производится в курортной зоне рядом с жилыми поселками, возникает необходимость оценки акустического влияния и разработки шумозащитных мероприятий.

**Целью** работы является оценка шумового загрязнения от строящейся гоночной автотрассы и разработка мероприятий по его снижению.

Исследование шумового загрязнения производилось от строящейся гоночной автотрассы вблизи курорта «Игора», который расположен в Приозерском районе Ленинградской области в 54 километрах от Санкт-Петербурга.

Для реализации поставленной цели решался ряд задач, основными из которых являлись:

- оценка уровня акустического загрязнения от строящейся гоночной автотрассы [1];
- анализ существующих шумозащитных мероприятий [2];
- подбор оптимальных шумозащитных мероприятий при строительстве и эксплуатации

гоночной автотрассы.

Рассматриваемая гоночная автотрасса относится к кольцевым автотрассам.

По критериям FIA строящаяся трасса может претендовать на 1 категорию, то есть может использоваться для проведения чемпионата мира по кольцевым автогонкам «Формула-1».

**Объектом исследования** является шумовое загрязнение от гоночной автотрассы.

**Предметом исследования** — мероприятия по снижению шумового загрязнения от гоночной автотрассы.

С целью оценки шумового загрязнения от строящейся гоночной автотрассы были произведены ориентировочные расчеты эквивалентного и максимального уровня звука по двум методикам.

**Основные результаты и выводы исследования:**

1. В ходе работы выявлено отсутствие подходящей методики для расчета ожидаемого шумового воздействия от исследуемого объекта.

Специфика исследуемого объекта — кольцевой гоночной трассы:

- непостоянное шумовое воздействие (трасса является закрытой, время проведения гонки составляет 2–4 часа);



- интенсивность движения низкая, поскольку ограничена числом участников в гонке (максимум 22 автомобиля);
- высокая скорость потока (средняя скорость потока во время гонок составляет ориентировочно 225 км/ч);
- болиды, участвующие в гонке, могут развивать скорость более 300 км/ч (что в 2,5 раза выше 120 км/ч, на которые ориентированы расчетные методики);
- звуковая мощность моторов в болидах выше, чем у многих автомобилей (на которые разработаны методики).

Имеющиеся методики ориентированы на:

- эквивалентный уровень звука;
- максимальная скорость для приведенных табличных значений 120 км/ч (для самых быстрых автомобильных дорог — I и II категории);
- интенсивность движения для приведенных табличных значений начинается от 50 авт./час и выше.

Для более качественной оценки ожидаемой акустической нагрузки от гоночных автотрасс необходимо разработать собственную методику и формулу для расчета (в силу специфики исследуемого объекта шум от гоночной автотрассы является непостоянным и высокоинтенсивным).

2. Полученные значения максимального уровня шума от рассматриваемой автотрассы в расчетных точках превышают допустимые нормы на 12,6–14,7 дБА.

3. Проанализированы все предложенные нормативными документами шумозащитные мероприятия, на основании чего сделан вывод:

- пассивные мероприятия (проектирование участков дорог, организация движения) не подходят для строящейся гоночной автотрассы из-за специфики объекта;
- из активных мероприятий (шумозащитные сооружения) наиболее эффективными являются — шумозащитный экран и полоса зеленых насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. МГСН 2.04-97 «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях» - Введ. 1997-05-06. – М.: ГУП.
2. Бархатова О. Ю., Кустикова М. А. Анализ рынка акустических экранов, применяемых при обустройстве автомобильных дорог для снижения шумового воздействия // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. – URL: <http://openbooks.ifmo.ru/ru/file/8177/8177.pdf>.

#### **Краткая информация об авторах:**

**Бархатова Ольга Юрьевна**, магистр кафедры экологии и техносферной безопасности Университета ИТМО.

**Barkhatova O. Yu.**, master of Ecology and Technosphere safety Department of ITMO University.

**Василевская Анна Васильевна**, соискатель, кафедра экологии и техносферной безопасности Университета ИТМО.

**Специализация:** акустические воздействия, снижение шумового влияния в условиях существующей жилой застройки.

E-mail: 2404799@mail.ru

**Vasilevskaya A. V.**, candidate of the Department of Ecology and Technosphere safety of ITMO University.

**Specialization:** acoustics, noise reduction in the conditions of existing residential buildings.

E-mail: 2404799@mail.ru

## **ЧАСТЬ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОСВЕЩЕНИЕ. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ**

УДК 504

**Белов С. А.\* , Белова К. А., Ошмарина А. К.**

### **РЕАЛИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА ПО ЭКОЛОГИИ В РАМКАХ ВНЕДРЕНИЯ ФГОС В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ**

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Кировская гимназия  
имени Героя Советского Союза Султана Баймагамбетова»**

**Россия, 187342, Ленинградская обл., г. Кировск, ул. Горького, д. 16 (5–11 классы);**

**ул. Кирова, д. 8 (предшкола, начальные классы)**

**\*E-mail: Geogra.87@gmail.com**

В статье представлен опыт внедрения проектной деятельности по экологии в старших классах Кировской гимназии в рамках внедрения ФГОС. Авторами статьи рассматривается проект по биотестированию вод реки Невы, который был реализован в период с 2015 по 2017 гг. Данный проект является наиболее удачным и показательным в старших классах за период в 3 года. В статье представлены конечные результаты проекта, итоги биотестирования и основные выводы.

**Ключевые слова:** проектная деятельность; экологический проект; ФГОС; Кировская гимназия; биотестирование; река Нева.

**Belov S. A.\* , Belova K. A., Oshmarina A. K.**

### **A RESEARCH PROJECT ON ECOLOGY IN THE FRAMEWORK OF THE IMPLEMENTATION OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS IN HIGH SCHOOL**

**Kirovsk Grammar School named after the Hero of the Soviet Union Sultan Baimagambetov**

**Russia, 187342, Leningrad region, Kirovsk, Gor'kogo str., 16 (5–11 classes);**

**Kirova str., 8 (kindergarten, elementary grades)**

**\*E-mail: Geogra.87@gmail.com**

The article presents the experience of implementation of project activities on ecology in the senior classes of the Kirovsk gymnasium in the framework of implementation of federal state educational standards. The authors discuss the Neva river water biotesting project which was

implemented in the period from 2015 to 2017. This project is the most successful and exemplary in high school over a period of 3 years. The article presents the final results of the project, the results of biotesting and the main conclusions.

**Keywords:** project activity; ecological project; federal state educational standards; Kirovsk grammar school; biotesting; Neva river.

В рамках реализации проектной деятельности в МБОУ «Кировская гимназия» ежегодно реализуются проекты экологического характера, которые стоят особняком от проектов по другим школьным дисциплинам. Проекты экологической направленности выделяет их высокая значимость и актуальность для жителей Кировского района, так как их результаты становятся доступными для широкого круга людей и связаны с их повседневной жизнью. Благодаря работам экологической направленности достигаются метапредметные результаты освоения программы основного общего образования. Метапредметные результаты обучения выступают в качестве связующих звеньев между многими школьными дисциплинами, таким образом у учащихся формируется общая естественнонаучная картина мира, а не комплекс разобщённых знаний по отдельным школьным предметам.

Реализация подобных проектов позволяет быстро адаптироваться при переходе от школьного образования к вузовскому, где доминируют самостоятельные подходы к обучению.

В качестве удачно реализованного школьного проекта мы представляем проект по биотестированию. Стоит отметить, что проекты, связанные с биотестированием, всегда очень наглядны, а результаты их выглядят очень актуальными. Кроме этого, для реализации подобных проектов не требуется больших финансовых и временных затрат, что в рамках современной школы весьма актуально.

В период с 2015–2017 гг. в рамках проектной исследовательской деятельности был реализован экологический проект **«Использование *Daphnia magna* в качестве биотеста для определения токсичности воды реки Невы в районе города Кировска в период с 2015–2017 гг.»**.

**Актуальность.** Река Нева является основным источником воды в регионе, от её экологического состояния зависит здоровье людей, проживающих на данной территории.

В последние 5–10 лет особое внимание уделяется методам биологического мониторинга, которые основаны на использовании живых организмов, особенно чувствительных к конкретным химическим веществам. Использование методов биомониторинга не требует больших экономических затрат (дорогостоящей аппаратуры, больших лабораторий и т.д.), а также показывает результаты биологической активности загрязнителя.

**Объект исследования.**

Река Нева в районе города Кировска как главный источник питьевой воды для всего Санкт-Петербургского региона и Ленинградской области.

**Предмет исследования.**

Исследование воды в реке Нева и её воздействие на ракообразных *Daphnia magna*.

**Цель работы:** определить уровень загрязненности воды реки Невы путем биотестирования с использованием в качестве тест-объекта ракообразных *Daphnia magna*.

**Задачи исследования:**

- изучить эколого-биологические особенности жизнедеятельности тест-объекта *Daphnia magna*;
- установить степень загрязнения воды в реке Неве в районе города Кировска путём биотестового эксперимента и химического анализа воды;
- проверить изменения токсичности воды за 3 года исследований.

**Гипотеза:** из-за недостаточной химической и биологической очистки сточных вод на Кировских очистных сооружениях токсичность воды в районе сброса сточных вод очистных сооружений города Кировска повышена и является опасной для человека, а также экосистемы водоёма в целом.

Для доказательства или опровержения гипотезы нами в декабре 2015, осенью 2016 и 2017 гг. были отобраны пробы воды в районе города Кировска, и проведены исследования по токсичности воды методом биотестирования.

Проба № 1: Река Нева — место сброса сточных вод после очистки на КОС г. Кировска.

Проба № 2: Сточная вода на выходе с очистных сооружений г. Кировска.

Проба № 3: Питьевая вода из резервуаров чистой воды водопроводных очистных сооружений г. Кировска.

Точки отбора проб представлены ниже на рисунке 1.



Рис. 1. Точки отбора проб

Для достижения актуальных результатов отобранные пробы воды были направлены на химический анализ в филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области» в Кировском районе.

Согласно правилам охраны поверхностных вод от загрязнения, учитывая, что сброс сточных вод осуществляется в реку Неву — водоём высшей рыбохозяйственной категории, и вода его используется для снабжения населения Ленинградской области и Санкт-Петербурга питьевой водой, сточные воды, отводимые с очистных сооружений, по качественному составу должны соответствовать ПДК.

Однако, содержание в сточных водах аммиака, железа, взвешенных веществ, нефтепродуктов, БПК, ХПК и фосфатов значительно превышает предельно-допустимые концентрации для данной категории водоёма, что прекрасно видно на рисунке 2. Из трёх отобранных проб воды только проба питьевой воды, отобранная из резервуаров чистой воды водопровода, отвечает государственным требованиям.

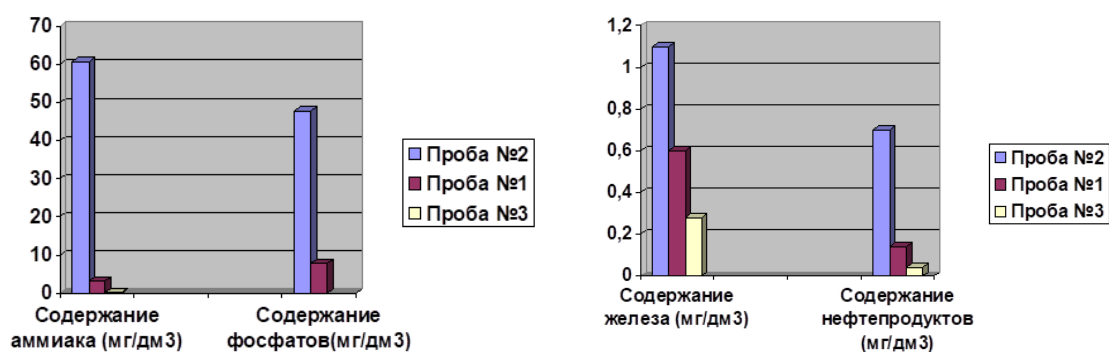


Рис. 2. Содержание аммиака, фосфатов, железа и нефтепродуктов в пробах

После химического анализа проб воды было проведено биотестирование отобранных проб с помощью *Daphnia magna* с целью оценки влияния вредных веществ, содержащихся в пробах воды, на жизнеспособность живых организмов.

Результаты биотестирования представлены на рисунках 3–5.

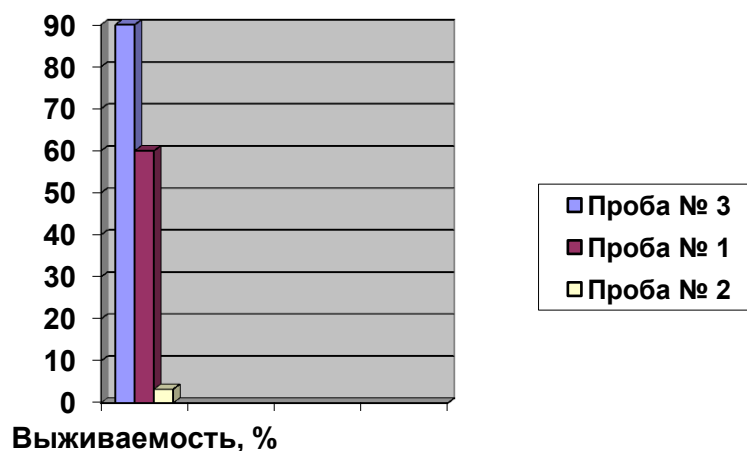


Рис. 3. Выживаемость *Daphnia magna* по трём пробам вод, 2015 год

Из результатов биотестирования видно, что выживаемость *Daphnia magna* в чистой питьевой воде максимальна с показателем 9, что подтверждает химический анализ воды пробы № 3, где в результате исследований не было обнаружено превышений ПДК по основным загрязнителям. В экспресс пробах № 1 и № 2 выживаемость *Daphnia magna* более низка, чем в пробе № 3.

Проба № 2 оказалась самой токсичной, где наблюдается самая высокая токсичность воды при средней выживаемости 0,33.

В пробе № 2 обнаружены превышения ПДК сразу по нескольким показателям: аммиаку, железу, взвешенным веществам, нефтепродуктам, БПК, ХПК и фосфатам, что привело к практически мгновенной гибели большинства дафний. Такой высокий показатель гибели *Daphnia magna* говорит о ненадлежащем качестве очистки воды на очистных сооружениях.

В экспресс пробе № 1, где сточные воды были разбавлены водами реки, токсичность ниже и выживаемость дафний составляет примерно 60%. Таким образом, химический анализ воды был подтверждён экспресс тестом при помощи *Daphnia magna*.

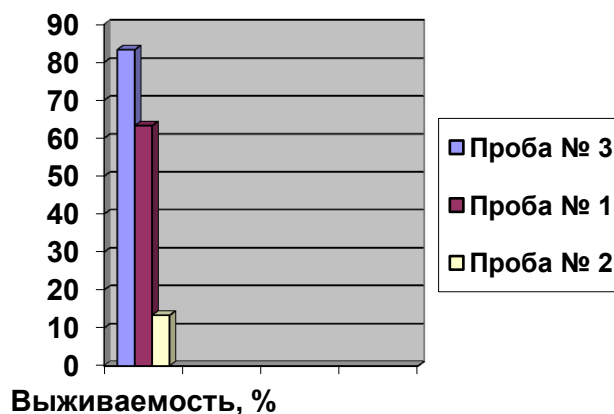


Рис. 4. Выживаемость *Daphnia magna* по трём пробам вод, 2016 год

Самой токсичной пробой оказалась снова проба № 2, где наблюдается самая высокая токсичность воды при средней выживаемости 1,33. При этом отмечается некоторое увеличение показателя выживаемости по сравнению с 2015 годом, хотя увеличение и весьма незначительное. В результате мы можем констатировать тот факт, что вода в пробе № 2, несмотря на увеличение показателя выживаемости всё равно осталась крайне токсичной. В экспресс пробе № 1, где сточные воды были разбавлены водами реки, токсичность ниже и выживаемость дафний составляет примерно 63,3%. Видим незначительное увеличение показателя выживаемости в 2-х пробах, кроме пробы № 3, где мы наблюдаем незначительное снижение.

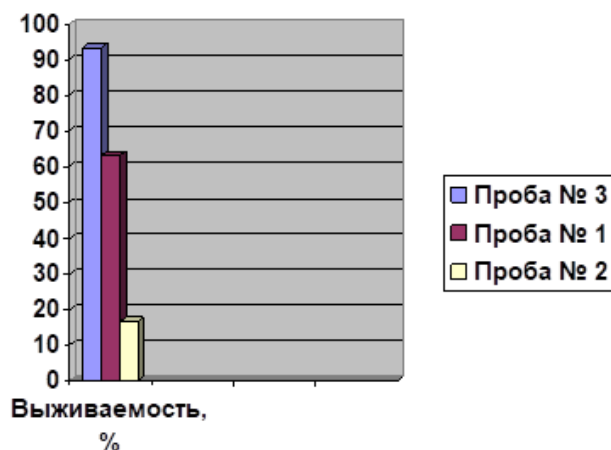


Рис. 5. Выживаемость *Daphnia magna* по трём пробам вод, 2017 год

Самой токсичной пробой третий год подряд оказалась снова проба № 2, где наблюдается самая высокая токсичность воды при средней выживаемости 1,6. При этом мы опять отмечаем некоторое увеличение показателя выживаемости по сравнению с 2015 годом и 2016 годом, хотя увеличение снова весьма незначительное. Проба № 2 вновь остаётся самой токсичной из-за недостаточной очистки сточных вод. В пробе № 1 выживаемость по сравнению с 2015 годом увеличилась, по сравнению с 2016 годом осталась на том же уровне. В пробе № 3 отмечаем увеличение показателя выживаемости.

Биотестирование воды, проведенное с использованием в качестве тест-объекта *Daphnia magna*, позволяет заключить, что анализируемая вода из пробы № 2, которая была взята на выходе с очистных сооружений, обладает острым токсическим действием и может негативно воздействовать на здоровье человека и экосистему в целом. Выживаемость тест объектов очень мала и составляет 3,3% в 2015 году, 16,6% в 2017 году. Вода из пробы № 1 обладает средней токсичностью и не так губительна для ракообразных *Daphnia magna*. Контрольная проба № 3 токсичным действием не обладает. Благодаря проведенному химическому анализу проб, можно утверждать, что главной причиной гибели дафний стало высокое содержание таких веществ, как железо, аммиак и соли аммония, взвешенных веществ и нефтепродуктов.

В ходе продолжительных исследований было выявлено незначительное увеличение показателей выживаемости в период с 2015–2017 гг. во всех трёх пробах, так за три года выживаемость *Daphnia magna* в пробе № 2 увеличилась на 13,3%. В пробе № 1 выживаемость *Daphnia magna* увеличилась с 60% до 63,3%. В целом качество воды осталось на прежнем уровне.

В ходе работы нам удалось доказать необходимость широкого внедрения методики проведения биотестирования природных вод при помощи тест-объектов *Daphnia magna*, так как были получены актуальные результаты состояния воды в реке Неве на данный момент времени без больших финансовых затрат.

На основании вышесказанного мы можем утверждать, что цель нашего исследования достигнута. Гипотеза оказалась верной и доказанной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артюгина Т. Ю. Современные образовательные технологии: изучаем и применяем: учеб. – метод. пособие / авт. Т. Ю. Артюгина. – Архангельск: АО ИППК РО, 2009. – 58 с.
2. Асмолов А. Г., Бурменская Г. В., Володарская И. А. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий. – Москва.: издательство «Просвещение», 2010. – 159 с.
3. Боровская Н. Н., Шарыгина Н. В., Кирилова А. П. Учебные экологические проекты в современном образовании / Под ред. Н. Н. Боровской. – Архангельск, 2005. – 54 с.
4. Бояринова К. А. Исследование токсичных свойств отдельных компонентов проявляющих растворов методом биотестирования // Дипломная работа; СПбГИКиТ, СПб – 2012. – 80 с.
5. Брагинский Л. П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. – 2000. – Т. 36, N 5. – С. 50–70.
6. Мелехова О. П., Сарапульцева Е. И., Евсеева Т. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений- 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 288 с.
7. Петунин О. В. Метапредметные умения школьников / О. В. Петунин // Народное образование. – 2012. – № 7. – С. 164–169.

### **Краткая информация об авторах:**

**Белов Сергей Александрович**, магистр естественнонаучного образования, факультет географии РГПУ им. А.И. Герцена, МБОУ «Кировская гимназия».

**Специализация:** географическое и экологическое образование.

E-mail: Geogra.87@gmail.com

**Belov S. A.**, Municipal budget educational institution "Kirovsk grammar school of a name of Hero of the Soviet Union Sultan Baimagambetov St."

**Specialization:** geographical and environmental education.

E-mail: Geogra.87@gmail.com

**Белова Ксения Александровна**, Санкт-Петербургский институт кино и телевидения.

**Специализация:** промышленная экология и рациональное использование природных ресурсов.

E-mail: ksya.carbon@yandex.ru

**Belova K. A.**, St. Petersburg State University of Film and Television.

**Specialization:** industrial ecology and rational use of natural resources.

E-mail: ksya.carbon@yandex.ru

**Ошмарина Александра Константиновна**, ученица 11 класса, МБОУ «Кировская гимназия».

E-mail: olga.oshmarina2011@yandex.ru

**Oshmarina A. K.**, 11th grade student, Municipal budget educational institution "Kirovsk grammar school of a name of Hero of the Soviet Union Sultan Baimagambetov St."

E-mail: olga.oshmarina2011@yandex.ru



**Егармина А. И.**

**УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОГО ДВИЖЕНИЯ  
В СССР ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА**

**Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа –  
Югры «Сургутский государственный педагогический университет»  
Россия, 628417, г. Сургут, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 10/2  
E-mail: nastya.egar@mail.ru**

Статья посвящена условиям возникновения природоохранного движения в СССР во второй половине XX века, выделяются отличительные особенности экологического движения от природоохранного, а также основные тенденции экологической политики советского государства. Автор статьи указывает на то, что экологические проблемы носят глобальный характер и затрагивают человечество в целом. В XX веке вследствие внедрения научно-исследовательских разработок в промышленную отрасль на основе потребления природных ресурсов происходило постоянное ухудшение состояния окружающей среды. В связи с этим данная проблема является актуальной на протяжении многих лет и определяется огромным негативным воздействием деятельности человека на окружающую среду.

**Ключевые слова:** экологическое движение; природоохранное движение; окружающая среда; природа.

**Egarmina A. I.**

**CONDITIONS OF EMERGENCE OF THE NATURE CONSERVATION MOVEMENT  
IN THE USSR IN THE SECOND HALF OF THE 20<sup>th</sup> CENTURY**

**Surgut State Pedagogical University  
Russia, 628417, Surgut, 50 Let VLKSM str., 10/2  
E-mail: nastya.egar@mail.ru**

The article is devoted to the conditions for the emergence of the nature conservation movement in the USSR in the second half of the 20<sup>th</sup> century; the distinguishing features of the ecological movement from nature conservation movement, as well as the main trends in the environmental policy of the Soviet state are highlighted. The author points out that the environmental problems are global in nature and affect humanity as a whole. In the 20<sup>th</sup> century, due to the introduction of research and development into the industrial sector on the basis of consumption of natural resources, constant environmental deterioration was observed. In this connection, this problem has been relevant for many years as determined by the enormous negative impact of human activities on the environment.

**Keywords:** ecological movement; nature conservation movement; environment; nature.

На протяжении уже более чем полувека проблемы загрязнения и охраны природы продолжают оставаться в числе самых значимых, что способствует увеличению количества исследований по проблеме охраны окружающей среды. Борьба за охрану природы — это

неотъемлемая часть современной жизни, которая проявляется в виде создания экологических движений и их развития.

При этом очень важно понимать, чем экологическое движение отличается от природоохранного. Экологическое движение — это зарождение нового социально-политического института общества. Из-за этого массовая деятельность экологического движения рассматривается с социальной, политической и социально-психологической стороны. В компетенцию экологического движения входит анализ программных установок и социально-политического влияния в обществе.

Понятие экологического движения, согласно мнению авторов Г. А. Трифионовой и И. А. Чуващенко, звучит следующим образом: «Экологическое движение — это многообразное и во многом уникальное явление, которое изучает и защищает природу, все живое на Земле. Зачастую экология замещается изучением животных или химией. Всё же корень экологической ситуации лежит в области социальной культуры и структуры общества» [3]. На данный момент условием возникновения нынешнего мирового экологического движения во второй половине XX века можно считать, как специфический ответ на усугубление интереса современного индустриального общества, а также обострение экологического кризиса.

Доктор биологических наук, профессор, Фурсов В. Н. в своей работе выделил ещё одно немаловажное определение. «Экологическое движение представляет собой новый тип политической активности, не связанный с крайностями политического спектра и являющийся важным фактором постматериальных движений конца XX – начала XXI вв.» [4]. Под этим определением автор подразумевает, что экологическое движение есть некое объединение любительских негосударственных организаций, поднимающих и решающих глобальные проблемы.

Малофеев В. И. кроме определения экологического движения выделяет ещё его структуру. Рассматривая социальный состав экологического движения, выделяет, что оно разнообразно и включает в себя связи и инициативы экологических сил России.

Есть два немаловажных элемента в строении экологического движения:

1. *Формирование экологического сознания.* Это означает, что экологическое движение подразумевает разумный и целеустремлённый нрав. Его одной из главных задачи является — убеждение общества наиболее активно бороться с загрязнением окружающей среды, наложение пресекающих санкций за вандалистскую ликвидацию памятников природы, а также бессмысленного потребления природных ресурсов.

2. *Развитие организационных форм экологического движения.* Должно происходить формирование новых, радикальных объединений: союзов (Социально-экологический союз, центр экологических проектов), фондов (Молодёжный экологический фонд), добровольных обществ охраны природы (Общество защиты животных) и др.

На основе выше представленного материала можно выделить ещё одно определение понятия «экологическое движение». В нашем понимании экологическое движение — это

движение, деятельность которого стремится к установлению гармонии в отношениях человека и природы.

Но, прежде чем говорить о проблеме загрязнения окружающей среды в XX веке, стоит акцентировать внимание на том, какие факторы до XX века повлияли на дальнейшее развитие природоохранных движений.

Экологическая обстановка в XIX веке была более благоприятной, чем в нынешнее время, но именно тогда сложились некоторые ситуации, повлекшие за собой регресс окружающей среды. Возникновение промышленной революции привело к полному переходу от мануфактур к фабрикам, что ухудшало экологическое состояние. В XIX веке стремительно прогрессировало строительство железной дороги и поездов, которые работали на угле, выбрасывая в атмосферу отходы горения, тем самым разрушая её. Вследствие развития химической промышленности происходили значительные выбросы продуктов переработки в окружающую среду.

Также немаловажным условием для возникновения экологического движения послужил стремительно прогрессирующий кризис во взаимоотношениях между обществом и окружающей его средой. Природа рассматривалась как неисчерпаемый источник, а экологическая ситуация считалась преодолимой. Данная угроза возникла совокупно с человеком и на стыке второго и третьего тысячелетия новой эры приблизилась к своей предельной степени значимости.

Впервые идея экологического движения возникла на Западе в начале 1960-х годов. Так, например, в 1963 году Рейчел Карсон написала книгу «Безмолвная весна», в которой автор раскрывает последствия загрязнения окружающей среды пестицидами, а также описывается пагубное воздействие беспорядочно применяемых ядохимикатов на окружающую природную среду, особенно на птиц. Данная книга произвела огромное впечатление на общественность в Соединённых Штатах Америки, что впоследствии привело к появлению первых общественно-экологических движений, которые в 1970 году привели к созданию независимого Агентства по охране окружающей среды США, которое стало одним из первых Министерств по экологии в мире [2].

В Советском Союзе послевоенные годы характеризовались необходимостью интенсивного поднятия экономики. Началось строительство большого количества крупных промышленных предприятий, ориентированных на максимальное использование природных ресурсов. Из-за этого происходило ухудшение окружающей среды, что порождало недовольство в обществе.

Следует отметить, что 17 апреля 1961 года в СССР началось строительство Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, которое впоследствии оказалось знаковым событием в истории отечественного экологического движения. Данная ситуация повлияла на развитие массовости движения.

Причина его строительства была исключительно военно-техническая, так как такое количество и качество целлюлозы было необходимо для истребительной авиации и для ракетной техники. На момент строительства этого комбината в стране существовали единые нормы по загрязнению природных вод, которые не соблюдались, что вызывало первые протесты

общественности. В 1960 году Совет Министров РСФСР принял Постановление N 652 «Об охране и использовании природных богатств в бассейне Байкала», в котором запретил приемку и ввод Байкальского и Селенгинского комбинатов без выполнения мероприятий, обеспечивающих очистку и обезвреживание их сточных вод. И только 5 декабря 1996 года озеро Байкал стало субъектом Всемирного наследия.

Ведь с помощью общественных организаций 14 августа 1986 не удалось «повернуть» сибирские реки на юг. Народу сообщили официальную версию сворачивания данного проекта — переброска рек прекращается в связи с тем, что это влечёт за собой серьёзные последствия для окружающей среды из-за необходимости мирных ядерных взрывов, при помощи которых намеревались прокладывать рекам новые русла. В принятии такого решения важную роль сыграли многочисленные публикации в прессе, авторы которых высказывались против проекта и утверждали, что он катастрофичен с экологической точки зрения. Также экологи утверждали, в случае осуществления этого проекта ухудшился бы климат в Европе, из-за изменения режима тёплого течения Гольфстрим. Но изначально данный проект был направлен на восполнение вод мелеющего Каспийского и Аральского морей.

Это из-за общественности по защите природы с 2010 года постройка высокоскоростной пассажирской магистрали Санкт-Петербург – Москва была отложена в долгий ящик. Но если бы строительство было осуществлено, то оно оказало бы долгосрочное негативное воздействие на окружающую среду: несущественное долгосрочное воздействие на физическую среду (выбросы загрязняющих веществ, шумовое загрязнение, электромагнитное воздействие, загрязнение вод); существенное долгосрочное воздействие на биологическую среду (негативное воздействие на почвы, растительность, животный мир). Также вследствие постоянного участия экологических общностей было принято большое количество природоохранных федеральных законов [1].

В советское время для экологического движения была характерна неполитизированная природоохранная работа, единственно возможная в тех условиях. В то время экологическое движение не было массовым, но отличалось высоким уровнем профессионализма.

Без преувеличения можно сказать, что из большого количества общественных организаций любительские экологические негосударственные общедоступные объединения — это наиболее динамичный фрагмент организованного гражданского общества, имеющий богатую историю.

**Работа рекомендована:** Михеевой Ю. С., к.и.н., преподаватель кафедры социально-гуманитарного образования СурГПУ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малофеев В. И. Социальная экология: Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и К°, 2003. – 260 с.
2. Мнацаканян Р. А. Лекция «Экологическое движение в СССР и России» – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ysiEe8-0sSk> (дата обращения 20.05.2018).

3. Трифонова Г. А., Чувашенко И. А. Развитие экологических движений в России – [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/razvitie-ekologicheskogo-dvizheniya-v-rossii> (дата обращения 07.04.2018).
4. Фурсов В. Н. «Экологическое движение в России как фактор развития гражданского общества» – [Электронный ресурс]. – URL: <http://docplayer.ru/45790058-Ekologicheskoe-dvizhenie-v-rossii-kak-faktor-razvitiya-grazhdanskogo-obshchestva.html> (дата обращения 13.04.2018).

**Краткая информация об авторе:**

**Егармина Анастасия Ивановна**, студентка 2-го курса социально-гуманитарного факультета Сургутского государственного педагогического университета, направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность История и Обществознание.

E-mail: [nastya.egar@mail.ru](mailto:nastya.egar@mail.ru)

**Egarmina A. I.**, 2nd year student of social and humanitarian faculty of the Surgut State Pedagogical University, the direction of preparation 44.03.05 Pedagogical education (with two profiles of preparation), orientation History and Social Science.

E-mail: [nastya.egar@mail.ru](mailto:nastya.egar@mail.ru)

УДК 372.891

**Чуняева Е. О. \*, Лисенков С. А., Елсукова Е. Ю.**

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ПРОФОРИЕНТАЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СТУДЕНТАМИ ВУЗОВ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»**

**Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9**

\*E-mail: [st055348@student.spbu.ru](mailto:st055348@student.spbu.ru)

В работе рассмотрены достоинства участия студентов вузов в экологизации школьного образования на основе результатов проведения урока в рамках «Студенты СПбГУ — школе» в школе № 455 Колпинского района, Санкт-Петербург.

**Ключевые слова:** экологизация образования; экологическое воспитание; экологическая культура; профориентация школьников; практические задания; экология.

**Chuniaeva E. O. \*, Lisenkov S. A., Elsukova E. Yu.**

**THE FORMATION OF ENVIRONMENTAL CULTURE AND PROFESSIONAL GUIDANCE OF SCHOOLCHILDREN THROUGH THE INTERACTION WITH UNIVERSITY STUDENTS**

**St. Petersburg State University**

**Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9**

\*E-mail: [st055348@student.spbu.ru](mailto:st055348@student.spbu.ru)

The paper considers the advantages of university students' participation in greening of school education on the basis of the results of the lesson given in the framework of the "Students of St. Petersburg State University to School" project at school № 455 of Kolpinsky district, St. Petersburg.

**Keywords:** greening of education; ecological education; ecological culture; professional guidance of schoolchildren; practical tasks; ecology.

**Введение.** Экологическое воспитание и образование являются основой экологического благополучия общества, его экологической культуры. Экологическое образование школьников — целостный, педагогически направленный процесс формирования системы знаний, взглядов и убеждений, интеллектуальных и практических умений и навыков, ценностных ориентаций, нравственно-экологических качеств, обуславливающих становление и развитие у личности ответственного отношения к окружающей природной среде [1]. С 90-х годов прошлого столетия научно-просветительская и образовательная деятельность в области экологии развивается в контексте устойчивого развития. Мировая стратегия развития в области окружающей среды формулируется несколькими базовыми принципами: процесс образования в этой области осуществляется непрерывно на протяжении всей жизни человека и является неотъемлемой частью общего образования; оно должно развиваться в междисциплинарной среде, сосредотачиваться на практических проблемах, способствуя осознанию экологических ценностей. Для выполнения этих целей следует воспитывать членов общества, хорошо понимающих взаимосвязь человека и природы, при этом основываться на преемственности поколений.

Экологическое воспитание можно рассматривать как одну из важных составляющих патриотического воспитания. Задачами экологического воспитания являются формирование у подрастающего поколения потребности общения с природой, интереса к познанию ее законов и явлений, понимания универсальной ценности природы, потребности участвовать в практической деятельности по изучению и охране природы [2].

В рамках школьного образования обеспечить такой подход помимо педагогов могут помочь учащиеся старших классов или студенты экологических направлений. Незначительная разница в возрасте и возможность неформального, дружеского общения способствуют лучшему усвоению материала. Помимо этого, студенты могут знакомить школьников с профессиями и видами работ, в которых уже имеют практический опыт, что является профориентационной деятельностью. В рамках уроков окружающего мира, географии, биологии, студенты могут давать открытые уроки, используя разнообразные формы: эксперимент, «вопрос-ответ», решение кейса. Учитывая, что многие направления и разделы экологии в своей основе опираются на решение практических задач, использование кейсов в обучении является оптимальным.

**Методика работы.** Кейс-задания (ситуационные задачи) — метод активного проблемно-ситуационного анализа, основанного на обучении путем решения конкретных задач-ситуаций. Кейсы в экологическом образовании позволяют повысить познавательный интерес к изучаемым дисциплинам, способствуют развитию исследовательских, коммуникативных и творческих навыков принятия решений. В работе со школьниками использование этого метода обеспечивает игровую и познавательную активности, применение нестандартных подходов к решению задач, воплощение альтернативных и концептуально-новых идей.

**Результаты.** В рамках проекта «Студенты СПбГУ — школе» Сергей Лисенков и Екатерина Чуняева провели урок географии по теме «Альтернативные источники энергии — будущее энергетики России» в школе № 455 Колпинского района, Санкт-Петербург. Сергей и Екатерина, студенты 3-го курса бакалавриата направления «Экология и природопользование» Института Наук о Земле СПбГУ, активно осваивают будущую профессию. Полученные во время обучения знания и умения, а также желание популяризировать экологическую науку позволили им провести увлекательный кейс-урок для школьников.

Студентами заранее были выбраны четыре альтернативных источника энергии: солнечные батареи, гидроэлектростанции, ветровые электростанции, гидротермальные электростанции. На основе собственных знаний и литературных источников были разработаны четыре кейс-задания для реализации школьниками. Урок был разделен на три части — «получение информации», «реализация кейса», «публичная защита». В первой студенты коротко, но доступно рассказали подготовленный материал в формате живого общения с классом. Вторым этапом стало решение практической задачи. Четыре группы изучали предоставленные студентами материалы, определяли рациональное с экологической точки зрения и экономически выгодное положение для расположения той или иной электростанции. Придумывали свои условные обозначения и размещали их на большой контурной карте России. На третьем этапе студенты устроили для школьников «репетицию» научной конференции, где выступили в роли слушателей, жюри и оппонентов. Школьники достойно защитили свои проекты, сумели грамотно обосновать выбор того или иного места для расположения их электростанции в зависимости от выбранного альтернативного источника энергии. В самом конце урока было проведено обсуждение итогов работы с классом, оценка усвоенного материала. Перед занятием студенты упомянули, что будут готовы ответить на вопросы относительно поступления в вуз, обучения и дальнейшей карьеры в области экологии. Поэтому после занятия в дружеской обстановке школьники получили консультацию по интересующим их вопросам.

**Заключение.** Таким образом, подобный формат учебного занятия понравился всем школьникам без исключения. Возможность пообщаться со старшими товарищами, интересно провести время на уроке и предложить реальные практические действия, направленные на стабилизацию отношений «Человек-Природа», положительно сказываются на общем эмоциональном уровне школьников и тем самым, позволяют лучше усваивать материал. Для студентов это отличный шанс попробовать себя в роли докладчика, преподавателя. Внедрение основ экологического образования может и должно начинаться со школьной ступени, площадка для этого уже готова и есть люди, способные повышать уровень экологической культуры нашей страны.

**Работа рекомендована:** Елсуковой Екатериной Юрьевной, доцент кафедры геоэкологии и природопользования Института Наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каропа Н. Г. Экологическое образование школьников: ведущие тенденции и парадигмальные сдвиги. Минск. – 2000. – 210 с.
2. Елсукова Е. Ю., Чуняева Е. О. Использование природных и историко-культурных достопримечательностей при проведении «Живых уроков» // Колпинские чтения по краеведению и туризму. Материалы межрегиональной (с международным участием) научно-практической конференции 10–11 апреля 2018. Часть I. – 2018. – С. 211–214.

### **Краткая информация об авторах:**

**Чуняева Екатерина Олеговна**, студентка третьего курса бакалавриата Санкт-Петербургского государственного университета, Институт наук о Земле, направление «Экология и природопользование».

E-mail: st055348@student.spbu.ru

**Chuniaeva E. O.**, student of St. Petersburg State University.

E-mail: st055348@student.spbu.ru

**Лисенков Сергей Алексеевич**, студент третьего курса бакалавриата Санкт-Петербургского государственного университета, Институт наук о Земле, направление «Экология и природопользование».

E-mail: st055344@student.spbu.ru

**Lisenkov S. A.**, student of St. Petersburg State University.

E-mail: st055344@student.spbu.ru

**Елсукова Екатерина Юрьевна**, доцент кафедры геоэкологии и природопользования Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

**Elsukova E. Yu.**

Associate Professor of the Department of Geoecology and Nature Management of the Institute of Earth Sciences of St. Petersburg State University.

E-mail: e.elsukova@spbu.ru

УДК 502.315

**Пенезева Д. В.**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛУБА В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Санкт-Петербургский горный университет»**

**Россия, 199106, Санкт-Петербург, В. О., 21-я линия, д. 2**

E-mail: 040896\_1998@mail.ru

Статья посвящена вопросам экологического просвещения населения России. Подробно представлены направления деятельности экологического клуба среди студентов на примере: кейсов, спичей, экологических акций и групп в социальных сетях.

**Ключевые слова:** экологическое развитие; кейсы; спичи; социальные сети.



Penezeva D. V.

## DEVELOPMENT OF A STUDENT ENVIRONMENTAL CLUB

Saint-Petersburg Mining University  
Russia, 199106, St. Petersburg, 21st Line, 2  
E-mail: 040896\_1998@mail.ru

This article examines the problems of the environmental education of Russia's population. The most interesting trends such as cases, environmental conversations, groups in social networking sites are presented.

**Keywords:** environmental development; cases; environmental conversations; social networking sites.

**Введение.** Проблема экологического развития общества остро встает в современном мире. За последние десятилетия экологическая ситуация значительно ухудшилась из-за деятельности человека. Россия входит в число стран с неблагоприятной экологией по многим причинам. Одна из самых главных — это экологическая непросвещённость граждан. Жители европейских городов трепетно относятся к раздельному сбору мусора и с раннего возраста учат детей правилам сортировки, в России же не уделяется столько внимания экологическому воспитанию. Рассмотрим, к чему может привести данная проблема на примере Швейцарии.

Швейцарию признали одной из самых экологически чистых стран. Но мало кто знает, что еще в 80-е годы XX века экологическая ситуация в Швейцарии была катастрофической: реки и озера были загрязнены фосфатами и нитратами, почвы — тяжелыми металлами, биоразнообразие стремительно уменьшалось, а растущее общество потребления производило огромное количество твердых коммунальных отходов. Очень скоро жители стали задыхаться от собственного мусора, производственных и сельскохозяйственных загрязнений [1]. Тогда и встал вопрос выработки новой экологической политики, которую было принято воплощать. На это ушло больше двух десятилетий. Но сейчас Швейцарию признали самой чистой страной мира.

**Материалы и методы.** Почти за три десятилетия швейцарцы сумели вырастить новое поколение людей, для которых экология играет очень важную роль в жизни. Россия совсем недавно стала на «экологический путь», прошло мало времени, но уже сейчас начали появляться люди, которые готовы заботиться об окружающей среде. Доказательством этого стал социологический опрос, проведенный среди студентов возрастом от 18 до 25 лет. В нем приняло участие более 70 человек. Опрос содержал два основных вопроса: «Интересуют ли Вас проблемы экологии?»; «Хотели бы Вы помочь сохранить природу?». На первый вопрос положительно ответили 85,3% опрошенных, на второй — 91,7%.

Социологический опрос показал, что современные студенты хотят развиваться в экологическом направлении. Для этого предлагается создание экологического клуба. Деятельность клуба должна быть направлена не только на экологическое просвещение студентов, но и давать возможность применять полученные знания в жизни. Для этого предлагается использовать такую систему практического обучения, как кейсы.

**Кейсы и кейс-метод.** Кейс — это описание конкретной ситуации или случая в какой-либо сфере: социальной, экономической и т. д. Как правило, кейс содержит не просто описание, но и некую проблему или противоречие и строится на реальных фактах. Решить кейс — это значит проанализировать предложенную проблему и найти оптимальное решение. Особенность кейс-метода в том, что у него нет правильного решения. Решение кейса состоит из нескольких шагов:

1. Исследование предложенной ситуации/ проблемы/ вопроса;
2. Сбор и анализ недостающей информации;
3. Обсуждение возможных вариантов решения проблемы;
4. Выработка наилучшего решения.

Студенты, решая и анализируя кейсы, самостоятельно изучают экологическую сферу. Приобретенные студентами навыки и знания могут быть полезны и для работодателей.

**Спичи.** В условиях глобализации студентам необходимо изучать иностранный язык. Для этого предлагается ввести спич. Это часовые занятия, на которых студенты могут собираться и обсуждать экологические вопросы. Главная идея спичей — говорить на другом языке. Для облегчения общения организаторы за неделю готовят тему предстоящего спича и необходимую лексику.

**Экологические акции.** Для развития экологического движения в школах предлагается проведение совместных экологических акций университетов и школ. К экологическим акциям можно отнести уборку территорий, проведение мастер-классов и лекций.

Уборка территории проводится в виде квеста. За каждым студентом закрепляется группа школьников, состоящая из пяти человек. Дается два часа на прохождение станций (количество станций зависит от количества команд). Далее отводится один час на уборку территории. Количество собранного мусора (в кг) суммируется с количеством пройденных станций.

**Ведение группы в социальных сетях.** Интернет — неотъемлемая часть жизни каждого человека. По последним подсчетам студент проводит треть своего дня в социальных сетях. С помощью интернет-сообщества возможно продолжение экологического просвещения студентов. Наиболее часто используемые социальные сети среди студентов — «ВКонтакте» и «Инстаграм». Для большего вовлечения студентов в экологическую сферу деятельности предлагается вести группы, направленные на темы, такие как «экологические «интернет-мемы<sup>1</sup>», ежедневный выпуск статей или видеороликов с запоминающимися слоганами, направленных на создание экологического мышления среди студентов.

Пример экологических статей:

1. Эко-лайфхаки;
2. ЗОЖ (здоровый образ жизни) и т. д.

---

<sup>1</sup>Интернет-мем (англ. Internet meme) — информация в той или иной форме (медиаобъект, то есть объект, создаваемый электронными средствами коммуникации, фраза, концепция или занятие), как правило, остроумная и ироническая, спонтанно приобретающая популярность, распространяясь в Интернете разнообразными способами (посредством социальных сетей, форумов, блогов, мессенджеров и пр.) [2].

В рамках клуба возможно проведение дистанционного «флешмоба». Правила проведения: студенты в течение двух недель должны сортировать мусор, вести экологический образ жизни: например, выключать свет, воду, гулять на свежем воздухе, заниматься спортом и выкладывать свои занятия в виде фотографий в социальные сети. Каждые три дня приходят новые задания. За выполнение всего флешмоба студент получает подарок.

Сильное влияние на подрастающее поколение оказывают известные люди. Для большего воздействия предлагается публиковать экологические действия популярных личностей. Таким методом воспользовались члены всероссийского экологического флешмоба «Разделяй с нами». Был приглашен российский телеведущий, актер Артем Королев для участия в акции для привлечения аудитории.

**Выводы.** В случае реализации данного проекта будет происходить улучшение экологического состояния России. Студенты будут вовлечены в повышение экологического уровня жизни. Государство должно быть заинтересовано в формировании экологических клубов в вузах в целях создания общества с высоким уровнем экологического развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Страны. Мир // Персональный сайт. – 2006 [Электронный ресурс]. – URL: <https://countries.world> (дата обращения 08.09.2018).
2. Словарь. Академик // Академик, – 2000–2017 [Электронный ресурс]. – URL: <https://dic.academic.ru/searchall.php?SWord> (дата обращения 17.09.2018).

#### **Краткая информация об авторе:**

**Пенезева Дарья Викторовна**, студент 3-го курса.

**Специализация:** горнопромышленная экология.

E-mail: 040896\_1998@mail.ru

**Penezeva D. V.**, 3rd year student.

**Specialization:** environmental engineering.

E-mail: 040896\_1998@mail.ru

УДК 502.1, 338.46

**Власова А. С.\***, **Донченко В. К.**

### **МОБИЛЬНЫЙ GPS-АУДИОГИД КАК СОВРЕМЕННАЯ ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСКУРСИИ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»**

**Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9**

\*E-mail: a-vlasova96@yandex.ru

В статье поднимается проблема актуальности внедрения мобильных аудиогидов с функцией геолокации для проведения экскурсий по особо охраняемым природным территориям. Будут рассмотрены способы предоставления мобильного GPS-аудиогuida посетителям,

преимущества его использования и методика разработки. Представлены примеры универсальных интернет-площадок для размещения аудиогuida, а также конкретные аудиогиды в качестве эталонов.

**Ключевые слова:** аудиогид; GPS; геолокация; навигация; особо охраняемые природные территории; экскурсии; туризм; экологическое просвещение; мобильные приложения; цифровые технологии.

**Vlasova A. S. \*, Donchenko V. K.**

## **MOBILE GPS AUDIO GUIDE AS A MODERN FORM OF GIVING A TOUR IN PROTECTED AREAS**

**St. Petersburg State University  
Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya emb., 7–9  
\*E-mail: a-vlasova96@yandex.ru**

The article tells about the problem of relevance of the introduction of GPS mobile audio guides for protected areas. Ways of providing audioguide to visitors, the benefits of its using, and the design methodology are presented. Examples of specific Internet sites and good audioguides are given.

**Keywords:** audio guide; GPS; navigation; protected areas; tour; tourism; environmental education; mobile app; digital technologies.

**Введение.** В наши дни способы предоставления информации, методы и техника проведения экскурсий изменяются и в интеграции с цифровыми технологиями приобретают новые, современные форматы. Всё большую популярность набирают аудиогиды, которые используются по всему миру. Более современной и перспективной формой проведения экскурсий по особо охраняемым природным территориям может служить мобильный GPS-аудиогид.

**Цель исследования:** определение преимуществ использования мобильного GPS-аудиогuida на особо охраняемых природных территориях.

### **Основные задачи:**

1. Описать способы предоставления мобильных аудиогидов посетителям;
2. Выявить преимущества внедрения мобильного GPS-аудиогuida;
3. Определить методику разработки мобильного GPS-аудиогuida и найти качественные примеры.

**Предмет исследования:** преимущества внедрения и методика разработки мобильного GPS-аудиогuida на особо охраняемой природной территории. **Объектом исследования** являются мобильные аудиогиды.

**Результаты.** Аудиогид по особо охраняемой природной территории (ООПТ) представляет собой: 1) выдаваемое учреждением специальное электронное устройство, содержащее экскурсионную звуковую дорожку; 2) мультимедийный контент, размещенный на сайте или в мобильном приложении, который может использовать GPS для навигации туриста по маршруту (мобильный аудиогид) [2].

При этом мобильный GPS-аудиогид обладает рядом преимуществ в сравнении со специальным электронным устройством за счёт экономии средств, использования разных форматов предоставления информации, функции навигации и возможности мгновенной актуализации данных.

Мобильные аудиогиды могут быть размещены на сайте или в мобильном приложении самих учреждений, местных или региональных экотуроператоров и на специализированных интернет-площадках (izi.travel, traverly, qwixi, voicemap). В России очень популярным интернет-ресурсом является izi.travel, обеспечивающий около 3 млн прослушиваний в месяц. Переход на страницу аудиогидов может осуществляться внутри мобильного приложения или сайта, а также через QR-код или NFC, размещенных возле объекта [1]. В мобильных GPS-аудиогидов воспроизведение осуществляется автоматически на основе геолокации.

На сегодняшний день разработано великое множество аудиогидов, но не все из них имеют функцию навигации. Внедрение мобильных GPS-аудиогидов является актуальной задачей для совершенствования экологического туризма на особо охраняемых природных территориях.

Использование мобильных аудиогидов в качестве современного формата проведения экскурсий по ООПТ или экологическим тропам обладает множеством преимуществ:

- зрительное внимание посетителя не отвлечено на экскурсовода или на чтение информационных стендов, а направлено только на созерцание природы;
- в случае группового посещения нет неудобств, связанных с очередью возле информационного стенда, или плохой слышимости экскурсовода для тех, кто находится в конце группы;
- аудиогид удобен для людей с пониженной чувствительностью слуха;
- посетитель может проходить маршрут в своем, комфортном для него темпе;
- аудиогид характеризуется большой информативностью благодаря дополнительному использованию текстовых описаний и фотографий;
- возможность разработки мультимедийного контента на нескольких языках.

Главное отличительное достоинство мобильных GPS-аудиогидов является голосовая навигация туриста по маршруту, автоматическое воспроизведение экскурсии, ориентированное на местоположение туриста с помощью геолокации. Мобильные GPS-аудиогиды имеют важное значение для обеспечения личной безопасности туриста и экологической безопасности территории за счет контроля прохождения экскурсионных точек и вежливого уведомления посетителя об отклонении с маршрута. Кроме того, использование статистики GPS-аудиогидов может способствовать мониторингу антропогенной нагрузки на участки ООПТ.

Разрабатывая аудиогид по природной территории, для её объектов необходимо подготовить два текстовых описания:

1. Краткая информация об объекте, отображаемая на экране устройства. Предназначена для быстрого получения справочной информации, может содержать в себе даты и количественные данные об объекте, которые слабо запоминаются при прослушивании.

2. Озвучиваемый текст. Текст должен быть разговорного стиля, легко воспринимаемый слушателем. Рекомендуемый объем: не более 200 слов или не более 2 минут воспроизведения при чтении в среднем темпе. Аудиоэкскурсия должна быть озвучена четким, немонотонным, хорошо поставленным голосом. Для поддержания концентрации слушателя, можно чередовать мужской и женский голоса по мере продвижения по объектам, изменять темп и интонацию речи, придавать ей эмоциональную окраску [5].

Помимо звуковых дорожек в аудиогид важно включать дополнительные мультимедийные материалы: фотографии ландшафтов, представителей животного, растительного мира, следов животных (такая информация актуальна для зимних экскурсий), голоса конкретных видов птиц. Обязательно наличие интерактивной карты с функцией GPS и голосовой навигации, необходимой для ориентации посетителя на местности. На карте должны быть обозначены объекты инфраструктуры территории, экскурсионный маршрут, ориентационные природные или антропогенные объекты. Доступ к карте должен обеспечиваться как в онлайн, так и офлайн режиме.

Хорошими примерами ООПТ, в которых используются GPS-аудиогиды, могут служить: Йеллоустонский национальный парк [3], Заповедник «Столбы» [4].

**Заключение.** Мобильные GPS-аудиогиды характеризуются экономичностью, удобством использования, контролем прохождения маршрута и большой информативностью благодаря разнообразию мультимедийных материалов. Обеспечивая безопасность, они являются перспективным современным форматом проведения экскурсий на природных территориях и имеют большое значение для развития экологического туризма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дашкова Е. В. Аудиогид как способ популяризации туристических дестинаций // Мат-лы конференции профессорско-преподавательского состава, посвященной 80-летию Чеченского государственного университета / Отв. ред. Нахаев М. Р. - Грозный: ЧГУ, 2018. – С. 162–166.
2. Набатова О. Г. Перспективы использования мобильного приложения (платформы) izi.travel в современном образовании // Актуальные вопросы гуманитарных наук: сб. науч. ст. студентов и магистрантов / под общ. ред. Сорокина А. А., Калабуховой Г. В. – М.: ИПК Лаватера, 2018. – С. 51–56.
3. GaperGuide: elf Guided Tour of Yellowstone & Grand Teton National Parks. – URL: <https://gaperguide.com> (дата обращения 21.10.2018).
4. Заповедник «Столбы» /izi.TRAVEL. - URL: <https://izi.travel/ru/eb8a-zapovednik-stolby/ru> (дата обращения 21.10.2018).
5. Подготовка материалов /izi.TRAVELHelp. – URL: <http://academy.izi.travel/ru/help/production/audio-video-production/> (дата обращения 21.10.2018).

#### **Краткая информация об авторах:**

**Власова Александра Сергеевна**, магистрант 1-го курса кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов СПбГУ.

E-mail: a-vlasova96@yandex.ru

**Vlasova A. S.**, 1st year master's student of the Department of Environmental Safety and Regional Sustainable Development, St. Petersburg State University.

E-mail: a-vlasova96@yandex.ru

**Донченко Владислав Константинович**, д.э.н., профессор.

Профессор кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов СПбГУ.

E-mail: donchenkovk2017@mail.ru

**Donchenko V. K.**, Grand PhD in Economic Sciences, Professor.

Professor of the Department of Environmental Safety and Regional Sustainable Development, St. Petersburg State University.

E-mail: donchenkovk2017@mail.ru

УДК 502.3

**Козлова Ю. Е. \*, Виноградова А. А.**

**СТЕРЛИТАМАКСКИЕ ШИХАНЫ — УНИКАЛЬНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ  
И КУЛЬТУРНОЕ МИРОВОЕ НАСЛЕДИЕ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет»**

**Россия, 199106, Санкт-Петербург, В. О., 21 линия, д. 2**

\*E-mail: cozlowa.iulia2017@yandex.ru

В работе дана характеристика Стерлитамакским шиханам, представлены этапы их изучения. Освещена угроза разработки гор Стерлитамакским содовым комбинатом, предложена альтернатива для сырьевой базы завода. Представлены пути решения проблемы разработки Стерлитамакских шиханов.

**Ключевые слова:** Стерлитамакские шиханы; проблема разработки гор; известняк; сырьевая база; сода.

**Kozlova Y. E. \*, Vinogradova A. A.**

**STERLITAMAK SHIKHANS AS A UNIQUE WORLD  
ECOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE**

**Saint-Petersburg Mining University**

**Russia, 199106, St. Petersburg, 21st Line, 2**

\*E-mail: cozlowa.iulia2017@yandex.ru

This paper describes the Sterlitamak Shikhans and presents the stages of their study. The threat of mountains development by the Sterlitamak Soda Plant was highlighted, and an alternative for the raw material base of the plant was proposed. Ways to solve the problem of developing Sterlitamak Shikhans were presented.

**Keywords:** Sterlitamak Shikhans; mountains development problem; limestone; raw material base; soda.

Республика Башкортостан расположена на юге Уральских гор, которые простираются на стыке важнейшего ботанического и географического рубежа — Азии и Европы. Климат Предуралья и Зауралья во многом определяет горная система Уральских гор, которая является существенной преградой на пути влажных воздушных масс Атлантики. Наличие всех этих факторов определило богатейшее природное достояние, которым жители Башкортостана могут поистине гордиться. Одной из таких ценностей являются Стерлитамакские шиханы, начавшие свое образование около 300 млн лет назад. Всего шиханов три — Юрактау, Куштау, Торатау. В недавнем прошлом существовал и четвертый шихан — Шахтау. К настоящему времени от него практически ничего не осталось: на месте шихана находится карьер. Всею виной Башкирская содовая компания (БСК), которая располагается в г. Стерлитамаке. Промышленная разработка шихана началась в 50-е годы прошлого столетия. Оставшиеся три горы пока находятся в сохранности, но угроза повторить судьбу Шахтау очень велика. БСК просто необходимы новые ресурсы для продолжения работы завода. Этот факт и определяет актуальность исследования — с одной стороны шиханы являются памятниками природы, хранящими культурные и народные традиции, а с другой — закрытие завода, который обеспечивает всю страну необходимым сырьем. Поэтому цель исследования заключается в поиске альтернативных источников ресурсов, а также путей решения данной проблемы, исключающих разработку гор. Для достижения цели необходимо решить ряд задач: рассмотреть историю исследования и изучения шиханов, выделить характерные признаки и состав гор, а также ознакомиться с народными традициями и культурой, связанными с шиханами.

Процесс появления шиханов занял 40–50 млн лет, когда на территории республики было море. Образовались они в результате взаимодействия различных микроорганизмов, которые создавали известняк, путем извлечения из морской воды кальция. В создании этих палеорифов принимали участие одноклеточные организмы и различные бактерии.

В настоящее время стерлитамакские шиханы входят в систему древних рифовых массивов, которые простираются от Прикаспия до Северного Ледовитого океана. Их образование началось с тектонических движений более 20 млн лет назад [1]. Именно тогда риф начал свое движение, в результате которого одна сторона горы более пологая и покрыта обильной известковой россыпью, когда остальное пространство рифа плохо обнажено и усыпано более молодыми отложениями [4]. Это удивительное явление дало возможность геологам детально изучить рифовые окаменелости и породы. К примеру, было установлено, что склон шихана Торатау, расположенный в Ишимбайском районе РБ, имеет геологический разрез, простирающийся от верхнего карбона до нижней перми. Также риф имеет конусовидную форму, достигает абсолютной высоты — 402 м над уровнем моря, длины в 1200 м и ширины в 800 м. 17 августа 1965 года постановлением Совета Министров Башкирской АССР № 465 «Об охране памятников природы Башкирской АССР» гора Торатау утверждена в качестве памятника природы. Он был организован с целью защиты всех природных комплексов (сам риф, его флора и фауна). Частью данного природного памятника также является живописное карстовое озеро, расположенное



севернее горы в 800 метрах [2]. Таким же званием 26 февраля 1985 г. Положением № 48 был удостоен шихан Юрактау, расположенный в Стерлитамакском районе РБ. Режим охраны рифов регулирует Положение о памятниках природы РБ от 26 февраля 1999 г. № 48. Согласно ему, на территории комплексов запрещена добыча горных пород и окаменелостей, геологоразведка, сбор растений, выпас скота, любой вид строительства. Этот шихан имеет также коническую форму, абсолютная высота которого 338,4 м над уровнем моря, длина 2200 м и ширина 1800 м. Склон Юрактау также имеет один из лучших разрезов нижней перми, а под ним располагается уникальное сфагновое болото в карстовой воронке [2]. На сегодняшний день стерлитамакские шиханы (Торатау, Юрактау и Куштау) внесены во Всемирный предварительный список геологических объектов по охране геологического наследия — Global Indicative List of Geological Sites.

Шиханы имеют статус памятника природы не только за их величественность, великолепие и культурную значимость, но и за их уникальность. Палеонтологи и геологи были первыми горными специалистами, которые оценили своеобразие шиханов. Первые сведения появляются в 1769 г., когда ученый-путешественник И. И. Лепехин первым увидел и описал шиханы. К 1930-м годам сформировались три основные теории их происхождения. Некоторые ученые относили их к рифовым массивам, другие считали их эрозионными останцами, иные же придерживались мнения брахиантиклинальных складок. Следующий этап изучения шиханов берет свое начало в 1932 году, когда на Предуралье находят залежи нефти. С целью исследования истории формирования нефтегазоносных залежей Ишимбайского Предуралья в годы Великой Отечественной войны к шиханам неоднократно обращались геологи Башкирской нефтяной экспедиции В. П. Беляков, В. П. Маслов, Б. М. Келлер. В 1950-е годы содово-цементный комбинат г. Стерлитамака начинает детальную разведку с бурением горы Шахтау. Составить геологическую карту массива помогло бурение множества скважин рифа. Для изучения материала горы в 60–70-е года Шахтау посещает множество палеонтологов и геологов, которые впоследствии сделают вывод о коллекторских свойствах рифогенных известняков.

В настоящее время изучение древних рифов не менее актуально. Разнообразные исследования ведутся как предприятиями-разработчиками гор, так и научными центрами и отделами университетов всей страны. Дело в том, что шиханы отличаются своей уникальностью в ботанической, палеонтологической и зоологической сфере. Более 40 видов растений и животных Красной книги РБ можно встретить в окрестностях гор [3]. Как минералогический памятник природы шиханы имеют в своем составе кристаллы кальцита, целестина, родохрозита, арагонита. При разработке известковых месторождений Шахтау были найдены остатки разнообразных организмов. И поэтому, благодаря уникальному составу гор, шиханы внесены в Список геологического наследия всемирного значения "GEOSITES".

Однако в последнее время человек относится к этим природным богатствам легкомысленно. Его прельстило дешевое, лежащее на поверхности земли сырье для химической промышленности — чистый известняк. Страшно то, что угроза разработки Торатау и Юрактау

в качестве источника для добычи известняка становится всё более реальной. Строительству содового комбината способствовала разведка еще 1930-х годов стерлитамакских шиханов, в результате которой были найдены большие запасы известняка. Близкое расположение месторождения к городу Стерлитамаку также сыграло важную роль. Свою работу комбинат начал в 1941 году после эвакуации оборудования с заводов Украины на базе месторождения Шахтау. Актуальность завода постепенно росла, что способствовало его расширению: был запущен в производство цементный завод, а также цех по производству пищевой соды, гипса, тяжелой соды, синтетических моющих средств. Руководство комбината уже давно начало задумываться о будущем сырье для завода, поскольку запасы Шахтау на сегодняшний день исчерпаны. Поэтому проводилась предварительная геологоразведка на оставшихся трех шиханах. Она показала, что гора Куштау непригодна для производства соды. Наиболее подходящими оказались Торатау, и менее Юрактау, а поскольку они имеют статус памятника природы, то были рассмотрены иные месторождения. Альтернативным источником сырья было выбрано Альмухаметовское месторождение в Абзелиловском районе РБ (около 170–200 км от Стерлитамака). Также было разведано еще два месторождения: Каранское (80 км от Стерлитамака) и Гумеровское (45 км) [5].

Казалось бы, вопрос для сырьевой базы завода был решен, но попытки со стороны комбината по снятию статуса особо охраняемых природных территорий с шиханов не прекращаются. Очевидным является и то, что на освоение дальних месторождений потребуется дополнительное финансирование. Попытки разработки гор вызвало волну протестов как со стороны ученых-экологов, так и со стороны населения, для которых шиханы являются не просто элементом красивой местности, но и историческим и культурным наследием. У каждого народа есть особое священное место. В нём заключается его история, вера, традиции, черты национального характера. Им необычайно дорожат и гордятся. Его с удовольствием показывают гостям, о нем рассказывают легенды, поют песни. Для ишимбайцев это гора Торатау, которая возвышается недалеко от города. Торатау — священная гора для башкир. Земля вокруг неё и озеро Тугар-Салган, которое располагается неподалёку, во все времена были под запретом. Здесь башкиры совершали древние обряды. До сих пор на этом месте проводятся народные встречи, сабантуи. Торатау в народе считается горой - душой, обладающей внутренней силой. Есть поверье, что на того, кто проведёт время на её вершине, спускается божья благодать. Местные жители любят взбираться на гору, чтобы отметить важные в их жизни события. Недавно проходил конкурс «7 чудес России», в котором от Башкортостана участвовали и шиханы — древние горы. И пусть они не заняли первое место, но само участие их в конкурсах такого масштаба говорит об уникальности и красоте этих природных памятников.

В последнее время массовые недовольства по поводу разработки гор набирают обороты, которые выражаются в массовых акциях в защиту шиханов. В 2015 году состоялась акция под названием «Снеговики на страже гор», которая была направлена на защиту горы Торатау. А летом 2016 года состоялась эко-муз-акция, главной идеей которой было ещё раз напомнить жителям республики, что нужно сохранить исторические памятники для потомков. Четвёртый год подряд

в мае месяце у подножья горы Юрактау проводится ежегодный республиканский спортивный фестиваль «Сердце помнит...». Школьники в военном камуфляже показывают навыки альпинизма и туризма, а инструкторы обучают их огневой подготовке и рукопашному бою. А в мае 2018 года вокруг горы Торатау прошла акция «Кольцо жизни». Участники акции выстроились живой цепочкой вокруг шихана, держа в руках полуторакилометровый башкирский флаг. Также в 2018 году в школах г. Ишимбай проходила акция в защиту шиханов. Школьников знакомили с историей появления и исследования гор, а также организовывали выездные экскурсии, на которых ребята могли ощутить красоту шиханов, поднявшись на их вершины. В последние годы жители республики даже готовы закрыть комбинат, где работает около 6 тыс. человек, ради спасения уникальных гор.

Но большинство специалистов сходятся во мнении, что завод должен работать. Однако при таком раскладе руководству комбината надлежит решить ряд важных проблем, а именно: обновить оборудование, износ которого по оценкам рабочих составляет около 80–100%. Также необходимо освоение нового перспективного месторождения известняка, которого бы хватило на продолжительный период времени, исключая при этом шиханы. Проблема огромного количества отходов комбината в р. Белую (а впоследствии и в р. Волгу) также ждет незамедлительного решения. Каждая из этих проблем требует огромного финансирования, которое, в свою очередь, должно поступать из государственной казны. Причем решение этих проблем должно было начаться много лет назад, а не накапливаться из года в год, ставя на сегодняшний день предприятие в критическое положение. К тому же шиханы являются не возобновляемым источником сырья. Данный известняк можно считать стратегическим запасом страны, поскольку его очень легко и быстро можно добыть. На сегодняшний день государство имеет огромный потенциал в области технологий, производства и рабочей силы. Именно поэтому правительству необходимо реализовывать этот потенциал, направив все силы на поиски и разработку других источников сырья, которые не будут являться историческим, культурным и экологическим памятником природы.

Конечно, трудно представить, чтобы, к примеру, греки решили разрушить известняки священных гор Парнаса или Олимпа для финансовой выгоды государства. В каждой стране чтят уникальные природные объекты. Так и Стерлитамакские шиханы, которые представляют историческое, культурное и природное наследие не только российского, но и мирового уровня. Эти горы — это удивительно красивые места, необычайные природные объекты, до сих пор таящие в себе секреты и тайны для науки, над которыми нависла реальная угроза со стороны человека. И только мы сами — люди можем сохранить их уникальный мир для нас и следующих поколений. Поэтому ученая общественность не только Республики Башкортостан, но и всей страны должна сформировать четкую позицию в этом вопросе и отстаивать сохранение шиханов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гареев Э. З. Геологические памятники природы Республики Башкортостан – Уфа: Тау, 2004. – С. 296.
2. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан // под ред. А. А. Мулдашева – Уфа: МедиаПринт, 2010. – С. 414.
3. Ситдииков Т. Ю., Хисматуллин И. Р. Экологические проблемы Республики Башкортостан: причины и пути решения. Проблемы правовой охраны окружающей среды // Вестник Южно-Уральского профессионального института. – Челябинск: ЮУПИ, 2013. – № 2(11). – С. 38–46.
4. Чувашов Б. И., Пруст Ж.-Н., Буассо Т., Веннан Э., Черных В. В. К истории формирования Стерлитамакских шиханов (Раннепермские рифовые массивы Южного Предуралья). – Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 1996. – С. 25–34.
5. Шатов А. А., Сафаргалеева Е. А. Право экологической безопасности и проблема природопользования (на примере шиханов Республики Башкортостан). – Пенза: ИД «Академия Естествознания», 2013. – № 6–1. – С. 216–221.

### **Краткая информация об авторах:**

**Козлова Юлия Евгеньевна**, студент.

**Специализация:** метрология и метрологическое обеспечение.

E-mail: cozlowa.iulia2017@yandex.ru

**Kozlova Y. E.**, student.

**Specialization:** metrology and metrological support.

E-mail: cozlowa.iulia2017@yandex.ru

**Виноградова Анна Александровна**, ассистент кафедры метрологии и управления качеством.

**Специализация:** метрология и метрологическое обеспечение.

E-mail: vinogradova\_aa@pers.spmi.ru

**Vinogradova A. A.**, Assistant, Department of Metrology and Quality Management.

**Specialization:** metrology and metrological support.

E-mail: vinogradova\_aa@pers.spmi.ru

Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции  
«Северная Пальмира»  
22-23 ноября 2018 г., Санкт-Петербург

Составители:  
Калинина Ирина Капитоновна, Бардина Виктория Ивановна,  
Манвелова Александра Борисовна

---

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Формат обрезной 180x250. Усл.изд.л.-16,875. Усл.печ.л.-16,250  
Тираж 150 экз. Заказ 121/18

---

Отпечатано и сброшюровано в цифровой типографии В. Н. Павлушкина  
Свидетельство о регистрации 78 № 006844118 от 6.06.2008