

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.**

Управление Федеральной службы по надзору  
в сфере природопользования по Саратовской области

Министерство природных ресурсов и экологии  
Саратовской области

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

**Сборник научных трудов**

Под редакцией д-ра биол. наук, профессора Е.И. Тихомировой

**Саратов 2019**

УДК 504  
Э 40

Э 40 Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 9-й Международной научно-практической конференции. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2019. 464 с.

Сборник научных статей составлен на основе материалов 9-й Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Саратовской области и Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области.

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются следующие вопросы: экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения окружающей среды; экологический мониторинг и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий; методы экологической реабилитации, проблемы мониторинга и сохранения биологического разнообразия антропогенно нарушенных и особо охраняемых природных территорий. А также правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности урбосистем; экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве, экологическое архитектурное планирование и современные информационные технологии в экологических исследованиях урбосистем.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);  
PhD in Ecology / Zoology, профессор А.Л. Подольский  
кандидат биологических наук, доцент О.В. Абросимова  
(зам. отв. редактора)

Одобрено  
редакционно-издательским советом  
Саратовского государственного технического  
университета имени Гагарина Ю.А.

ISBN 978-5-7433-3413-1

© Саратовский государственный  
технический университет, 2019

**О.В. Абросимова<sup>1</sup>, О.М. Посненкова<sup>2</sup>, Л.А. Рычева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А, Россия

<sup>2</sup> Саратовский государственный медицинский университет  
им. В.И. Разумовского, Россия

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА УРОВЕНЬ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕДИ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА САРАТОВА**

В статье представлены результаты изучения влияния качества окружающей среды на распространенность артериальной гипертензии и ее осложнений в двух административных районах города Саратова.

Ключевые слова: качество окружающей среды, артериальная гипертензия

**Введение.** Человек на протяжении веков стремился не только приспособиться к природной среде, но и сделать ее удобной для своего существования. Мы знаем, что любая деятельность человека оказывает влияние на окружающую среду, а ухудшение состояния биосферы опасно для всех живых существ, в том числе и для человека.

Одной из самых распространенных болезней сердечно-сосудистой системы человека является артериальная гипертония. Артериальная гипертония (АГ) – это заболевание, при котором отмечается устойчивое повышенное артериальное давление [1]. Она поражает людей в самом активном возрасте, приводит к снижению уровня жизни, способствует возникновению инфаркта миокарда и инсульта (кровоизлияния в мозг), поражению почек и глаз [2]. В связи с тем, что во многих случаях начальные стадии гипертонии протекают бессимптомно, а также в связи с развитием тяжелых осложнений, артериальную гипертонию называют «безмолвным убийцей». Гипертония опасна и коварна. На этой стадии болезнь чаще всего остается незамеченной, а то, что человек болен, чаще всего выясняется случайно, во время диспансеризации [3]. По данным Всемирной Организации Здравоохранения в России гипертонией страдают 39% мужчин и 41% женщин [4]. По данным Государственного комитета по статистике РФ [5] АГ и ее осложнения становятся причиной смерти. Причём сегодня эта проблема касается, не только пожилых, но и совсем молодых людей [6].

В настоящее время все больше происходит рост городских агломераций, где проживает более половины населения Земли. Постоянное движение автомобилей и отсутствие возможности циркуляции воздуха вследствие плотных застроек, воздействие шумовых и световых факторов, работающих предприятий химии, нефтехимии, машиностроения и др. – все это сказывается не только на изменениях окружающей среды, но и на здоровье каждого, кто проживает в городе много лет [7]. Результатами европейских научных исследований доказано, что загрязненный воздух влияет на заболеваемость сердечно-сосудистой системы и общую смертность [8].

Цель настоящего исследования – это оценка влияния качества окружающей среды на уровень артериального давления в разных районах города Саратова.

**Материалы и методы.** Скрининг уровня артериального давления (АД) населения проводился в рамках акции МММ18 (May – Measurement Month) [9]. Данная кампания, организованная Международным обществом по гипертензии и Мировой антигипертензивной лигой, призвана оценить распространенность АГ у населения в разных странах мира, в том числе в России. В нашей стране проведение акции МММ18 координирует Российское кардиологическое общество [9]. В Саратове проводится второй раз.

В течение мая 2018 года в поселке Юбилейный и в районе Городского парка Саратова проводился скрининг, в котором приняли участие более 100 человек. Участие в акции было добровольным возраст обследуемых старше 18 лет. Испытуемым было предложено заполнить анкету, где содержались вопросы о состоянии здоровья, весе, росте и образе жизни. Обследование включало измерение артериального давления и пульса полуавтоматическим тонометром дважды с интервалом 1 минуту и предварительным отдыхом 5 минут. По завершении обследования гражданам выдавались информационные листы о влиянии питания и образа жизни на уровень артериального давления.

Обследование проводилось в двух районах города Саратова – в районе Городского парка и в поселке Юбилейный. Экологические параметры указанных районов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные экологические параметры изучаемых районов г. Саратова

Параметр	Городской парк	Пос. Юбилейный	p
Шумовое загрязнение $\Delta L_{AT}$ , dB (M $\pm$ SD)	54,5 $\pm$ 1,7	53,8 $\pm$ 1,7	0,78
Степень содержания O <sub>2</sub> , % (M $\pm$ SD)	20,0 $\pm$ 0,4	19,7 $\pm$ 0,4	0,61
Степень озеленения, деревьев/га (M $\pm$ SD)	125 $\pm$ 8	86 $\pm$ 7	0,009

Данные были получены с помощью анализатора шума и вибрации, газоанализатора, а также общепринятой методики расчета степени озеленения городских насаждений [10].

Район Городского парка – исторический, экологический и культурный центр Саратова, называемый «зеленой зоной» из-за большого количества зеленых насаждений. Поселок Юбилейный – новый микрорайон без развития производственных структур. Здесь отсутствуют предприятия, что свидетельствует о хорошей экологической обстановке, однако степень озеленения здесь значительно ниже, чем в районе Городского парка.

По параметрам шумового загрязнения и степени содержания кислорода в воздухе районы оказались сопоставимы ( $p > 0,05$ ). В районе городского парка достоверно выше степень озеленения ( $p = 0,009$ ).

В каждом из районов обследовано по 50 пациентов. Отбор проводился на придомовых территориях и местах скопления людей (детские площадки, парковая зона). Количественные данные представлены в виде среднего и стандартного отклонения. Качественные признаки представлены в виде частот встречаемости (%). Для сравнения средних значений использовался t-критерий Стьюдента. Отличия считались достоверными при уровне  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Демографические характеристики обследованных из изучаемых районов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Демографические характеристики жителей района Горпарк и поселка Юбилейный

Параметр	Горпарк (n=50)	Пос. Юбилейный (n=50)	p
Мужской пол, %	21(42%)	29(58%)	0,16
Средний возраст, лет, M±SD	35,5±14,2	20,3±17,3	0,50
Возраст < 30 лет, абс. (%)	16 (32%)	17 (34%)	0,72
Возраст 30-39 лет, абс. (%)	9 (18%)	10(20%)	0,72
Возраст 40-49 лет, абс. (%)	5 (10%)	5(10%)	1,00
Возраст 50-59 лет, абс. (%)	2(4%)	2(4%)	1,00
Возраст 60 лет и старше, абс. (%)	2(4%)	9 (18%)	0,02

Результаты анкетирования и обследования жителей изучаемых районов приведены в таблице 3.

В ходе исследования установлено, что жители обоих исследуемых районов достоверно не отличались по полу и среднему возрасту ( $p > 0,05$ ). В поселке Юбилейный было достоверно больше представителей в возрасте старше 60 лет. Также в поселке Юбилейный респонденты чаще измеряли АД в течение последнего года ( $p = 0,02$ ) и принимали препараты для снижения давления. Остальные параметры клинического статуса среди жителей изучаемых районов достоверно не отличались. Уровень систолического АД у обследованных в районе Городского парка составил

125±18,5 мм рт. ст. против 110±17,4 мм рт. ст. в поселке Юбилейный, уровень диастолического АД – 79±11,7 мм рт. ст. и 76±12,0 мм рт. ст. соответственно.

**Обсуждение.** На возникновение болезней, вызванных повышенным артериальным давлением, влияет ряд проблем: это экологические причины, а также недостаточная информированность населения [11].

В последнее время экологическая ситуация очень резко меняется, что сказывается на функционировании всех систем организма человека. На сегодняшний день самой большой и опасной проблемой является истощение и разрушение природной среды, нарушение внутри нее экологического равновесия в результате растущей и плохо контролируемой деятельности людей [12].

Таблица 3

Клинические характеристики жителей района Горпарк и поселка Юбилейный

Параметр	Горпарк (n=50)	Пос. Юбилейный (n=50)	p
Измерение АД в течение последних 12 месяцев, абс., %	30 (60%)	37 (74%)	0,02
Прием препаратов для снижения АД, абс. (%)	8 (16%)	16 (32%)	0,006
Сахарный диабет, абс. (%)	1 (2%)	3 (6%)	0,48
Курение, абс. (%)	15 (30%)	21 (42%)	0,29
Перенесенный инфаркт, абс. (%)	-	1(2%)	-
Перенесенный инсульт, абс. (%)	-	-	-
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> (M±SD)	20,1±3,9	20,3±6,1	0,978
Систолическое АД, мм рт. ст. (M±SD)	125±18,5	110±17,4	0,56
Диастолическое АД, мм рт. ст. (M±SD)	79±11,7	76±12,0	0,86

Важно понимать, что здоровье – это капитал, который дан нам не только природой от рождения, но и теми условиями, в которых мы живём [13]. Человек постоянно преобразовывает окружающую среду, и только он может предотвратить истощение природных ресурсов, сохранить чистоту воды, воздуха и почвенного покрова на планете, найти безопасные источники энергии, чтобы избежать гибели самого себя. В связи с этим регулирование экологических отношений – одна из приоритетных проблем, в решении которой участвуют большинство международных, национальных и локальных организаций как государственных, так и общественных. Некоторые организации были созданы специально для природоохранных целей, другие постепенно приобщились к природоохранной деятельности и приняли активное участие в защите окружающей среды.

Проведенное исследование на примере города Саратова показало, что в относительно благоприятных условиях окружающей среды уровень АД остается в норме, несмотря на возраст жителей. В районе Городского парка окружающая среда благоприятно сказывается на состоянии людей: здесь много зеленых насаждений, а также меньше автомобильных

выбросов. Городской парк – памятник природы благодаря уникальной роще дуба черешчатого и прудам, которые питают холодные родники. Городской парк с его дубравой – огромный воздушный фильтр в центре города, который каждый день пропускает через себя миллионы тысяч кубометров воздуха, очищая их от угарного газа, вредных примесей и насыщая кислородом среду. Поселок Юбилейный находится на возвышенности, что обеспечивает высокую интенсивность воздухообмена, компенсируя скудность озеленения.

В обоих изученных районах отсутствуют промышленные предприятия, а выбросы оживленных транспортных магистралей, проходящих в обоих этих районах, нивелируют благоприятные особенности ландшафта.

**Выводы.** Благоприятные характеристики окружающей среды в районе Городского парка Саратова и в поселке Юбилейный положительно влияют на уровень АД жителей данных районов.

#### Литература

1. Биверз, Д. Дж. Артериальное давление. Все, что нужно знать / Д. Дж. Биверз. - М.: АСТ, Астрель, 2010. - 96 с.
2. Артериальная гипертензия [Текст] / под. ред. В. Зидека, пер. с нем. ; под ред. Д. А. Аничкова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 206 с. : ил. - Предм. указ.: с. 204-206.
3. Чазова, И.Е. Диагностика и лечение артериальной гипертензии (Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертензии и Всероссийского научного общества кардиологов) / И.Е. Чазова, Л.Г. Ратова, С.А. Бойцов, Д.В. Небиеридзе. – М.: 2010. – 26 с.
4. <https://www.who.int/ru?page=6> \\\\ Дата обращения 22.03.2019
5. <http://www.gks.ru> Дата обращения 22.03.2019
6. Бойцов, С.А. Артериальная гипертензия среди лиц 25-64 лет: распространенность, осведомленность, лечение и контроль по материалам исследования ЭССЕ / С.А. Бойцов, Ю.А. Баланова, С.А. Шальнова, и др. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2014
7. Онищенко, Г. Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье в системе социально-гигиенического мониторинга / Г. Г. Онищенко // Гигиена и санитария. - 2002. - №6. - С. 3-5.
8. Mills, NL. Adverse cardiovascular effects of air pollution / NL Mills, Donaldson K, Nadoke PW, et al. // Nature Clinical Practice Cardiovascular Medicine. – 2009. - №6(1). – P. 36-44.
9. Ротарь О.П. Скрининговое измерение артериального давления в российской популяции (результаты акции МММ17) / О.П. Ротарь, К.М. Толкунова, О.В. Мевша, и др. // Артериальная гипертензия. – 2018. - №24(4). – С. 448-458.
10. Ковязин, В.Ф. К методике исследования городских насаждений / В.Ф. Ковязин, Т.Л. Нгуен, Ч.Х. Фан // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2015. – №. 6. – С. 348.
11. Крюков, Н. Н. Артериальная гипертензия и ее профилактика, лечение, диагностика и способы контроля [Текст] / Н. Н. Крюков, П. И. Романчук; Минздравсоцразвития СО, ГОУ ВПО СамГМУ Росздрава. - Самара: Волга-Бизнес, 2007. - 24 с.
12. Воронков Н.А. Экология общая социальная прикладная. Учебник для студентов ВУЗов.- М. Агар, 2007. - 424 с.
13. Стожаров А.Н. Медицинская экология: учебное пособие / А.Н. Стожаров - Минск: Выш.шк., 2007. - 368с.

**O.V. Abrosimova<sup>1</sup>, O.M. Posnenkova<sup>2</sup>, L.A. Rycheva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Y.A. Gagarin Saratov State Technical University, <sup>2</sup> V.I. Razumovsky Saratov State Medical University

**THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL QUALITY ON THE LEVEL OF BLOOD PRESSURE AND THE PREVALENCE OF CARDIOVASCULAR DISEASES AMONG RESIDENTS OF SARATOV**

The article presents the results of evaluation the impact of environmental quality on the prevalence of hypertension and its complications in two administrative districts of Saratov.

Keywords: environmental quality, hypertension

**Т.В. Анохина, И.Р. Менишова, А.А. Попова, М.И. Янаева**

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, Россия

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССА АВТОМОБИЛЯ НА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных последствий негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Атмосферный воздух - важнейший для всего живого природный ресурс, от качественного состояния которого, в значительной мере, зависит здоровье человека. Одним из ведущих источников его загрязнения является автомобильный транспорт. В связи с этим улучшение экологического состояния окружающей среды за счет минимизации вредного воздействия на неё автотранспорта является актуальной проблемой современного общества.

Ключевые слова. Экологический класс автомобиля, городская среда, здоровье человека.

Цель. Оценить влияние экологического класса автомобиля на санитарно-гигиеническое состояние городской среды и здоровье населения  
Задачи.

1) Выявить основные вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобиля и рассмотреть спектр вредных воздействий данных веществ на здоровье человека и городскую среду

2) Установить основные экологические классы автомобилей и различия между ними

3) Выяснить основные мероприятия, направленные на уменьшение влияния отработавших газов автомобилей на окружающую среду в Российской Федерации и зарубежных странах

Выхлопные (отработавшие) газы, которые представляют собой продукты окисления и неполного сгорания углеводородного топлива,

увеличивают концентрации токсических веществ и канцерогенов в воздухе городской среды.

Основные компоненты выхлопных газов, представленные в таблице 1, негативно влияют на здоровье человека. Наибольшую опасность представляют оксиды азота. Они оказывают раздражающее воздействие на слизистые оболочки глаз, носа, разрушают легкие человека, так как при движении по дыхательному тракту взаимодействуют с влагой верхних дыхательных путей, образуя азотную и азотистую кислоты.

За счет диоксида серы создается сильный запах выхлопных газов. Его молекулы ощутимо воздействуют на обонятельные рецепторы, поэтому этот запах чувствуется даже при невысокой концентрации.

Оксид углерода или угарный газ не имеет вкуса и запаха, но при высокой концентрации вызывает головокружение, головную боль, тошноту.

Основное действие сажи и бензопирена на организм – канцерогенное.

Доля токсичности альдегидов относительно невелика и составляет 4-5 % от общей токсичности выхлопных газов.

Помимо этого в составе отработавших газов содержатся тяжёлые металлы. Например, свинец, накапливаясь в организме, поражает нервную систему, желудочно-кишечный тракт, нарушает обменные процессы. Высокая интоксикация свинцом ведет к снижению интеллекта, повышению кровяного давления, нарушению координации движений и росту числа онкологических заболеваний.

Высоко отрицательное влияние выхлопных газов и на городскую среду. Они вызывают изменение климатических условий, что приводит к выпадению аномальных осадков: кислотные дожди, пятнистые туманы, снег серо-черного цвета.

Учитывая негативный эффект, оказываемый веществами, содержащимися в выхлопных газах на здоровье человека и состояние городской среды, мировым сообществом было решено начать работу по законодательному нормированию предельно допустимых концентраций токсических веществ в отработавших газах автомобильного транспорта. Впервые данная работа была проделана в США в 1959 году. В 1968 году был разработан проект стандарта Европейской экономической комиссией ООН, а в 1970 году он начал применяться в странах Европы. В этих стандартах в основном нормировались предельно допустимые выбросы оксида углерода и углеводородов в отработавших и картерных газах двигателей.

Постоянный рост автомобильного парка в мире, а соответственно и увеличение массы выброса вредных веществ, стимулировало международное законодательство (Правила ООН) ужесточать нормативные требования по выбросу вредных веществ автотранспортными средствами.

В 1992 году был принят стандарт «Евро-1» и введено понятие экологический класс автомобиля (специальный классификационный код, характеризующий автомобильную технику согласно уровню выброса загрязняющих веществ). Последний стандарт («Евро-6») был принят в 2014 году.

Нормативы по выбросу вредных веществ для легковых и грузовых автомобилей приведены в табл. 1 и 2

Таблица 1

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ легковыми автомобилями  
(согласно Правилам № 83 ООН)

Экологический класс автомобильного транспорта	Год введения		Допустимая норма выбросов вредных веществ, г/км			
	Европа	Россия	CO	CH	NO	PM
Евро-1	1992		2,72	0,72	0,97	
Евро-2	1996	2006	2,2	0,5	0,5	
Евро-3	2000	2008	1,3	0,2	0,15	
Евро-4	2005	2012	1,0	0,1	0,08	
Евро-5	2009	2014	1,0	0,1	0,06	0,0005
Евро-6	2014	2018	1,0	0,1	0,06	0,0005

Условные обозначения: CO – углекислый газ, CH – углеводород, NO – оксид азота, PM – взвешенные частицы

Таблица 2

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ автомобилями массой более 3,5 т  
(согласно Правилам № 49 ООН)

Экологический класс автомобильного транспорта	Год введения		Допустимая норма выбросов вредных веществ, г/кВт*ч			
	Европа	Россия	CO	CH	NO	PM
Евро-1	1993		4,5	1,1	8	0,36
Евро-2	1996	2006	4,0	1,1	7	0,15
Евро-3	2000	2008	2,1	0,66	5	0,1
Евро-4	2005	2012	1,5	0,46	3,5	0,02
Евро-5	2008	2014	1,5	0,46	2,0	0,02
Евро-6	2013	2018	1,5	0,13	0,4	0,01

Условные обозначения: CO – углекислый газ, CH – углеводород, NO – оксид азота, PM – взвешенные частицы.

Следует отметить, что для выполнения данных нормативных требований для автомобилей была разработана система нейтрализации отработавших газов.

Изложенные выше сведения, позволяют в настоящее время принимать меры по снижению негативного воздействия выхлопных газов на окружающую среду за счет наложения различных ограничений на низкие экологические классы автомобиля.

В Российской Федерации согласно Постановлению Правительства от 12 июля 2017 г. N 832 введены изменения в правила дорожного движения. Нововведения заключаются в создании абсолютно новых дорожных знаков, которые могут накладывать ограничения на автомобили в зависимости от их экологического класса. Эти знаки не позволят ТС, которые не соответствуют европейским нормам экологической безопасности, безнаказанно передвигаться на всех участках дорог. В первую очередь их предполагается устанавливать в непосредственной близости к детским садам, школам и больницам.

В Москве и Санкт-Петербурге в течение 2019 года появятся «чистые» зоны, в которые будет запрещен или ограничен въезд автомобилей с экологическим классом ниже Евро-3 или Евро-4. Это фактическая реализация закона «Об организации дорожного движения» от 30 декабря 2018 года, который позволяет местным властям вводить ограничения на проезд транспорта в определенные районы городов на примере двух столиц. Зоны должны охватить как спальные районы с плотной застройкой, так районы с высоким уровнем загрязнения воздуха.

Въезд в различные части городов по экологическому классу ограничивают уже более 200 городов Европы. Подобные меры применяются и в Азии. Самая большая из таких зон создана в Лондоне. В 2018 году она помогла снизить количество выбросов на 20 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что автотранспорт является одним из основных источников загрязнения воздуха в крупных городах. Вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах оказывают отрицательное влияние как на здоровье населения, так и на городскую среду. Чтобы исправить ситуацию по данному вопросу в настоящее время вводятся нормативные акты, ограничивающие использование транспорта низких экологических классов. Эксперты уверены, что благодаря этому в ближайшие годы можно будет ожидать значительного сокращения вредного воздействия отработавших газов автотранспорта на окружающую среду. Кроме того, экологическая обстановка наверняка улучшится, если разработать и использовать очистное и фильтрующее оборудование, которое сократит объемы вредных соединений, выделяемых автомобильным транспортом.

#### Литература

1. Азаров В. К. Обзор и анализ проблемных вопросов нормирования экологических показателей и эффективности реализации их в производстве и эксплуатации автотранспортных средств // Труды НАМИ. – М., 2013. – Вып. 255. – С. 50-66
2. О безопасности окружающей среды от выбросов из автомобилей: доклад Российской Федерации на Всемирном форуме по конструкции транспортных средств WP-29-161-22. – Женева, 2013

3. Морозова В.С. Экологическая безопасность транспортных средств: учебное пособие / В.С. Морозова, В.Л. Поляцко. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 54 с

4. Постановление Правительства РФ от 05.12.2011 N 1008 (ред. от 12.02.2018) "О проведении технического осмотра транспортных средств"

5. Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 01.07.2011 N 170-ФЗ

6. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ

7. СанПиН 2.1.6.1032-01 "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест"

8. СанПиН 2.1.6.575-96 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест»

**T.V.Anohina, I.R.Menishova, A.A.Popova, M.I.Yanaeva**

Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky

### **INFLUENCE OF THE ECOLOGICAL CLASS OF A CAR ON THE SANITARY - HYGIENIC CONDITION OF URBAN ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH**

Air pollution is one of the main consequence of a negative anthropogenic impact on the environment. Atmospheric air is a most important natural resource for all living things. Human health depends to a large extent on its quality state. Automobile transport is one of the leading source of pollution. Therefore, the actual problem of modern society is to improve the ecological condition of the environment by minimizing the harmful effects of automobile transport.

Keywords. Ecological class of the car, urban environment, human health.

**З.Б. Бактыбаева<sup>1,2</sup>, С.А. Сулейманов<sup>1</sup>, Т.К. Валеев<sup>1</sup>, Н.Р. Рахматуллин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ г. УФЫ**

Показано, что в г. Уфе с развитой нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленностью сложилась неблагоприятная экологическая обстановка, обуславливающая повышенную онкологическую заболеваемость и смертность. В структуре канцерогенного риска наибольшее значение имеют формальдегид, бензол, тетрахлорметан, углерод (сажа) и этенилбензол.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность, загрязнение атмосферного воздуха, канцерогены, онкологическая заболеваемость и смертность.

Последние десятилетия характеризуются нарастающим негативным влиянием факторов природной среды на здоровье населения, приводя к ухудшению демографических показателей. Проблема «окружающая среда-здоровье человека» стала одной из самых актуальных в связи с увеличением показателей онкологической заболеваемости у населения, проживающего в экологически неблагоприятных регионах [1; 2].

Неблагополучная экологическая обстановка с преобладающим загрязнением атмосферного воздуха часто складывается на нефтеперерабатывающих территориях. Как показывают исследования, выбросы нефтехимических и нефтеперерабатывающих заводов содержат токсичные, в том числе канцерогенные вещества, обуславливая повышенную онкозаболеваемость [3–6].

Одним из промышленно развитых регионов Российской Федерации, особенно в части размещения объектов нефтехимии и нефтепереработки, является Республика Башкортостан (РБ). В столице республики, г. Уфе, 75% выбросов от стационарных источников формируется за счет данной отрасли. Основными поллютантами в выбросах являются формальдегид, бенз(а)пирен, диоксид азота. Выше предельно допустимых концентраций практически постоянно находятся хлорорганические и ароматические углеводороды, сероводород [7].

Как известно, злокачественные новообразования являются одной из причин ранней смертности. Нами были проанализированы данные Медицинского информационно-аналитического центра Министерства здравоохранения РБ по общей смертности (на 1000 населения) и смертности от онкологических заболеваний (на 100 тыс. населения) в г. Уфе и РБ за 2007–2017 гг. Средний показатель общей смертности населения г. Уфы за последние 11 лет составляет  $11,6 \pm 0,5$ , что несколько ниже среднереспубликанского –  $13,2 \pm 0,4$  (рис. 1). При этом наблюдается снижение данного показателя как по г. Уфе (на 13,6%), так по республике в целом (на 8,8%). Прогностический полиномиальный тренд показывает ожидаемое незначительное снижение уровня общей смертности населения Уфы в ближайшие три года (коэффициент аппроксимации = 0,8163).

Несмотря на то, что в г. Уфе с 2010 г. по 2013 г. наблюдалось снижение уровня смертности от онкологических заболеваний с 176,3 до 144,1 на 100 тыс. населения, за последние 4 года показатель повысился и достиг максимума за весь рассматриваемый период – 200,1 (рис. 2). Средний показатель за 2007–2017 гг. равен  $165,6 \pm 15,6$ . Среднемноголетний показатель смертности от онкологических заболеваний в целом по РБ ниже и составляет  $149,5 \pm 14,0$ . Прогностический полиномиальный тренд показывает ожидаемый рост смертности от злокачественных новообразований как по Уфе (коэффициент аппроксимации  $R^2=0,7612$ ), так и в целом по республике (коэффициент аппроксимации  $R^2=0,8926$ ).

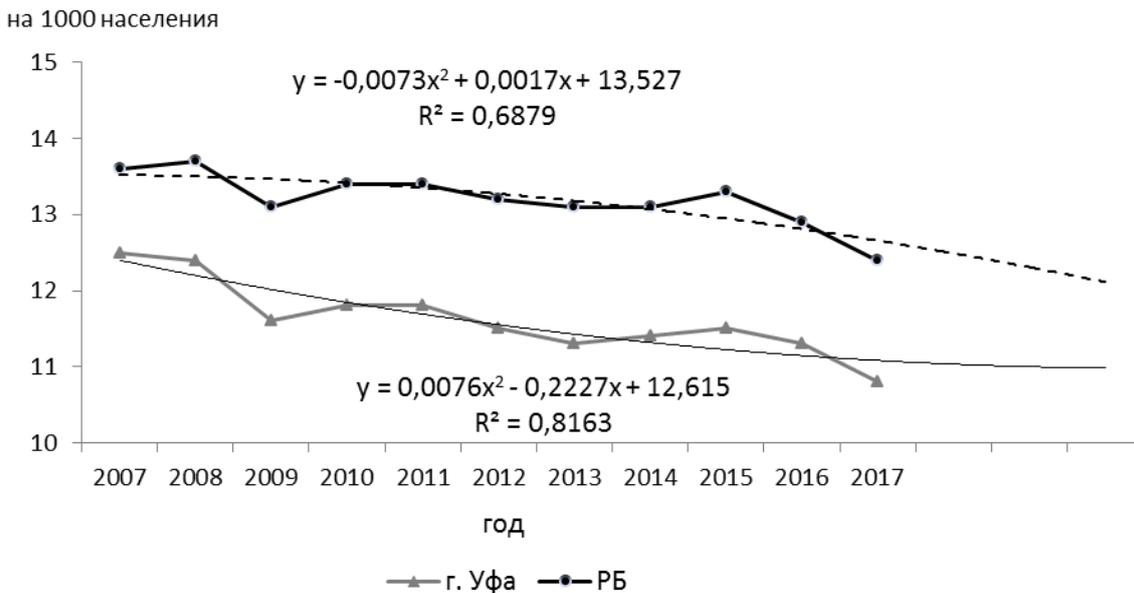


Рис. 1. Динамика общей смертности населения в период 2007-2017 гг. (на 1000 населения) и прогноз до 2020 г.

Проведенный корреляционный анализ выявил достаточно тесную положительную связь между первичной онкологической заболеваемостью населения г. Уфы и выбросами углерода ( $r=0,911$ ) и этенилбензола ( $r=0,792$ ). Количество выбросов углерода (сажи) по г. Уфе также коррелирует со смертностью от онкологии ( $r=0,607$ ). Средняя положительная связь выявлена между общей смертностью населения г. Уфы и выбросами бензила ( $r=0,688$ ) и бенз(а)пирена ( $r=0,654$ ).

Согласно нашим расчетам [8; 9], уровень суммарного канцерогенного риска, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха, для населения г. Уфы составляет  $8,9E-04$ , что классифицируется как неприемлемый. В структуре канцерогенного риска наибольшее значение имеют формальдегид, бензол, тетрахлорметан, углерод (сажа) и этенилбензол. Уровень популяционного аэрогенного канцерогенного риска для населения города составляет 984 дополнительных (к фоновому) случаев злокачественных новообразований.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РГНФ №17-16-02010-ОГН «Эколого-гигиеническое обоснование канцерогенных рисков здоровью населения Республики Башкортостан от загрязнения объектов окружающей среды».

на 100 тыс. населения

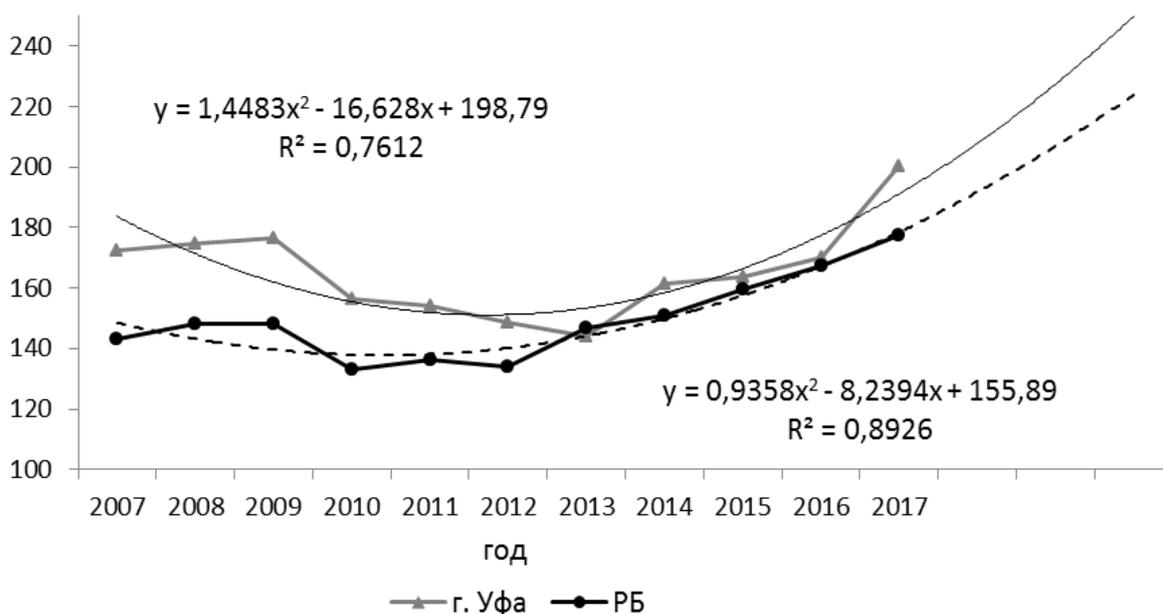


Рис. 2. Динамика смертности населения от онкологических заболеваний в период 2007-20017 гг. (на 100 тыс. населения) и прогноз до 2020 г.

#### Литература

1. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность). М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. – 250 с.
2. Global geocancerology / Ed. G.M. Howe. – Edinburg: Churchill Livingstone, 2006. – 350 p.
3. Ревич, Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения / Б. А. Ревич // Проблемы прогнозирования. – 2010. – № 4. – С. 87–99.
4. Май, И.В. Сравнительный анализ экологической безопасности производств крупного нефтеперерабатывающего предприятия по критериям риска для здоровья населения / И.В. Май, С.А. Вековщина, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, В.С. Евдошенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 11. – С. 11–16.
5. Yang, C.Y. Female lung cancer mortality and sex ratios at birth near a petroleum refinery plant / C.Y. Yang, B.H. Cheng, T.Y. Hsu, S.S. Tsai, C.F. Hung, T.N. Wu // Environmental Research. – 2000. – Vol. 83. – P. 33–40.
6. Vega, E. Air quality assessment in a highly industrialized area of Mexico: Concentrations and sources of volatile organic compounds / E. Vega, G. Sanchez-Reyna, V. Mora-Perdomo, G. Sosa Iglesias, J. Luis Arriaga, T. Limon-Sanchez, S. Escalona-Segura, E. Gonzalez-Avalos // Fuel. – 2011. – Vol. 90. – P. 3509–3520.
7. Доклад об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2016 г. – Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2016. – 187 с.
8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р 2.1.10.1920-04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
9. Бакиров, А.Б. Эколого-гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью

населения техногенных территорий Республики Башкортостан / А.Б. Бакиров, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 3. – С. 5–12.

**Z.B. Baktybaeva<sup>1,2</sup>, R.A. Suleymanov<sup>1</sup>, T.K. Valeev<sup>1</sup>, N.R. Rakhmatullin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Bashkir State University, Ufa, Russia

## **ECOLOGICAL ASPECTS OF ONCOLOGICAL MORBIDITY AND MORTALITY OF THE POPULATION OF UFA**

It is shown that in the city of Ufa with a developed oil refining and petrochemical industry there was an unfavorable ecological situation, causing an increased oncological morbidity and mortality. In the structure of carcinogenic risk, formaldehyde, benzene, carbon tetrachloride, carbon (soot) and etenylbenzene are of the greatest importance.

Keywords: oil refining and petrochemical industry, air pollution, carcinogens, cancer morbidity and mortality.

**В.Р. Битюкова**

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

## **ОЦЕНКА ВОДОЕМКОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ГОРОДАХ РОССИИ В 2009-2017 гг.**

В данной статье акцент делается на выявлении связи структурных преобразований в водопотреблении с изменением водопользования в городах России. Статистический анализ позволил выявить, что в последние годы темпы сокращения замедлились, а промышленное водопотребление сократилось в наименьшей степени. Удельная водоемкость городов в расчете на стоимость продукции сокращается по мере увеличения их людности, а в моноотраслевых центрах – близка к среднеотраслевой.

Ключевые слова: водоёмкость, города России, удельное водопотребление, антропогенное воздействие, промышленность

Города, промышленность, размещенная в них и население, являются крупнейшими потребителями воды – около 62-67% по данным статистики суммарного объема водопотребления (ВП). Статистика немного недооценивает реальное ВП городских территорий, поскольку из общего объема воды, подаваемой в централизованные системы водоснабжения населенных пунктов, через системы водоподготовки в настоящее время пропускается всего лишь порядка 60% [1].

Исследование базируется на ежегодных данных за 1990–2017 гг. из статистических справочников Федеральной службы государственной статистики [2], данных Всероссийской переписи населения 2010 г., базах данных Федерального агентства водных ресурсов [3] и показателей

муниципальных образований Росстата [4]. В исследовании рассматривались 997 городов России, обеспеченных статистическими данными.

В последние 25 лет, с одной стороны, произошло значительное сокращение ВП, а с другой – изменения, как в межотраслевых, так и в территориальных пропорциях. Наиболее сильное сокращение характерно для сельскохозяйственного ВП – на 60%; потребление воды на производственные нужды – это максимальный вклад (30 млрд м<sup>3</sup>, 56% общего объема) и минимальный уровень сокращения, всего на 32%. На хозяйственно-питьевое ВП расходуется около 15% воды, а уровень сокращения достиг 2 раз.

Динамика ВП, рассматриваемая совместно с объемами производства, является важнейшим индикатором качества развития городов. В постсоветский период ВП сократилось значительно меньше, чем промышленное производство. В результате водоёмкость промышленности увеличивалась на 70%. Во многом это объяснялось тем, что ВП на хозяйственно-питьевые нужды в эти годы практически не сокращалось и во многих городах проходило через водозабор градообразующих предприятий. Когда начался экономический рост, ВП как абсолютное, так и удельное сокращалось. Однако в 2006–2011 гг. объемы ВП вновь начали расти, впервые за постсоветский период, несмотря на уменьшение количества водопользователей (реорганизация, перепрофилирование, банкротство, ликвидация предприятий). После 2009 г. достигли максимальных значений темпы сокращения бытового ВП, что очевидно, стало результатом экономии воды населением после установки счетчиков. Но к 2017 г. темпы снижения хозяйственно-питьевого ВП сократились до минимальных 2% в год.

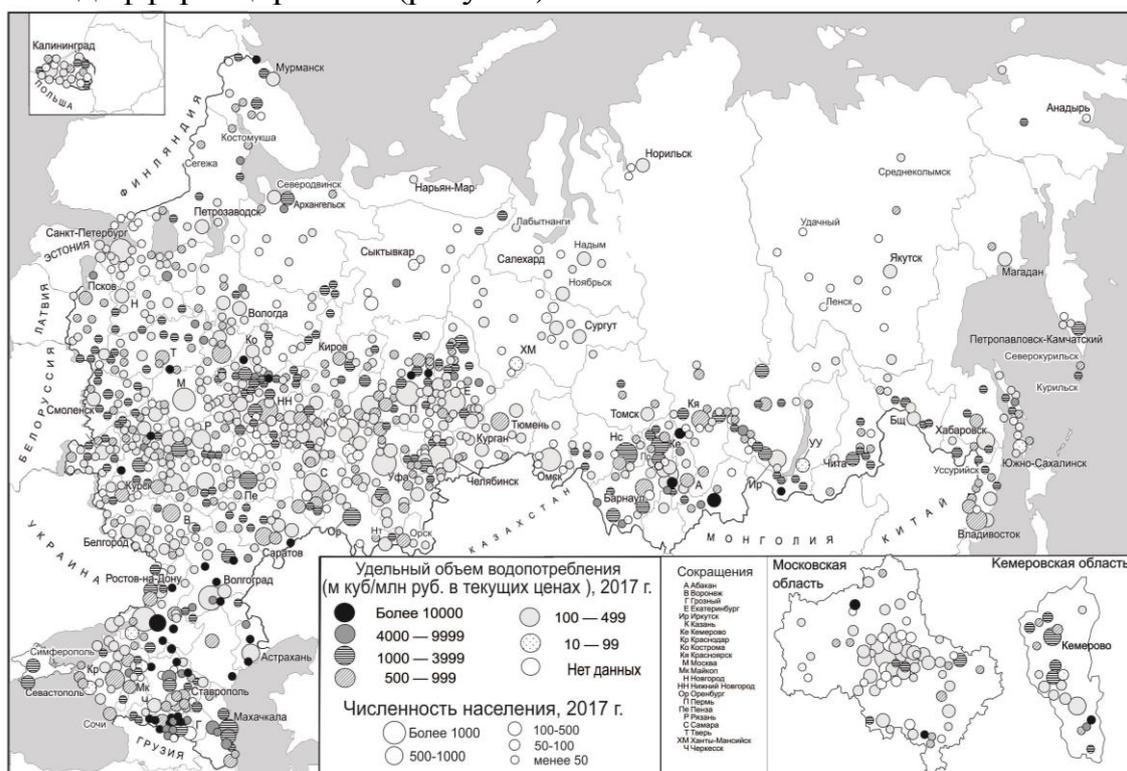
В 2009 г. произошли существенные *изменения в статистическом учете по городам*: до этого времени использовался показатель «отпущено воды своим потребителям». По данному показателю наблюдалась четкая зависимость: *чем крупнее город, тем больше душевое ВП*, из-за недостаточной обеспеченности водопроводами малых городов. В последние годы по городам собирается показатель «Использование воды», учитывающий как промышленное, так и бытовое ВП. С одной стороны, изменение статистики позволило выявить, что именно города во многом и определяют тенденции последних лет: рост в 2010-2011 гг. и плавное снижение в последние годы. С другой, наблюдаются некоторые статистические искажения, например, когда к городам приписывают значительные объемы сельскохозяйственного ВП, в частности обводнения рисовых полей. В результате ВП одно из самых высоких в городах Камызяк (Астраханской обл.), Пролетарск (Ростовской обл.), Абинск (Краснодарский край). Аналогично возрастает водопотребление малых городов, если в черту города включены месторождения по добыче нефти.

Сокращением бытового и ростом промышленного ВП в наиболее водоемких отраслях во многом и объясняются территориальные различия между городами, которые значительно выше, чем межрегиональные.

Уровень территориальной концентрации значительно выше: 1% городов, потребляет 40% вод, забранных из поверхностных источников, причем доля эта стабильно увеличивается. Среди городов-лидеров в основном центры размещения АЭС (Полярные зори), ГРЭС (Волгоречинск, Изобильный, Новочеркасск, Конаково, Мыски, Добрянка, Невинномысск), а также Москва и Санкт-Петербург.

Для российских городов характерна пониженная по сравнению с большинством европейских городов доля подземных вод – 16%. Объем подземных вод мало сокращаются, поэтому доля их немного выросла. Подземные воды доминируют в структуре ВП (более 90%) в 350 городах, среди которых преобладают малые города. Из крупных городов это Сочи, Находка, Батайск, Кызыл, Ноябрьск, Арзамас, Элиста, а также большая группа городов Подмосковья, где по природным условиям затруднено поверхностное водоснабжение. Лидерами по объему подземных вод являются города-миллионники, крупные промышленные центры (Оренбург, Липецк, Губкин, Белгород, Томск, Белгород, Тверь), южные города (Сочи, Владикавказ), малые города-центры нефтедобычи.

Промышленность остается ведущим фактором нагрузки на водные ресурсы. Среди городов с повышенным уровнем душевого ВП выделяются промышленные центры, особенно энергетические. Однако, если разделить города по специализации, разрыв между ними по удельным показателям в расчете на объем товаров и услуг собственного производства значительно больше. По удельному ВП (м<sup>3</sup>/млн руб. в действующих ценах 2017 г.) города сильно дифференцированы (рисунок):



Удельное водопотребление в городах России, 2017 г. (рассчитано по [3, 4])

*Наибольшая водоёмкость* (свыше 10000) характерна для 2 типов городов: центров дислокации ГРЭС (при этом в моногородах-центрах энергетики водоёмкость производства составляет 9500 м<sup>3</sup>/млн руб.), и мельчайших центров сельскохозяйственных районов с пищевыми предприятиями и очень небольшой стоимостью продукции. Из средних в эту группу попадают Назарово, Прохладный, Дмитров, из крупных только Новочеркасск. *Высокая водоёмкость* (5000-10000) формируется в 32 городах. Здесь города с более разнообразной структурой производства. Сюда попадают центры НПЗ (Кириши) и угольной промышленности и пр. В центрах НПЗ водоёмкость в среднем составляет 383 м<sup>3</sup>/млн руб., но в самых маленьких по численности населения возрастает до 5600 м<sup>3</sup>/млн руб. *Повышенная водоёмкость* (1000-5000) характерна для 180 городов. Из них 131 город – малые, 26 – средние. Среди крупных в этой группе центры НПЗ (Ангарск, Стерлитамак), химической промышленности (Дзержинск, Бийск, Кемерово), цветной металлургии (Ачинск, Новосибирск), ЦБК (Архангельск). В центрах ЦБК водоёмкость в 10 раз меньше, чем в центрах энергетики, что совпадает с различиями в водоёмкости этих отраслей.

*Средняя водоёмкость* (500-1000) в 195 городах. Здесь приблизительно по 10 центров каждой отрасли, но преобладают центры машиностроения. *Низкая водоёмкость продукции* (100-500) характерна для подавляющего большинства городов. Это и региональные столицы с крупными предприятиями НПЗ и химии (Хабаровск, Волгоград, Рязань, Уфа, Пермь, Омск, Казань, Новгород), и малые города с предприятиями цветной металлургии (Гай, Карабаш, Шелехов, Саяногорск, Бокситогорск, Медногорск, Полевской), крупнейший центр по выплавке никеля – Норильск, а также очень разные по размеру центры черной металлургии (Нижний Тагил, Магнитогорск, Челябинск, Липецк, Новокузнецк, Старый Оскол, Нижние Серги, Верхняя Салда).

Таким образом, на фоне в целом позитивного сокращения абсолютного и удельного водопотребления, темпы сокращения заметно замедлились в последние годы. Структурные сдвиги также неблагоприятны, так как в отраслях-лидерах удельное водопотребление сокращается в 2 раза медленнее, чем в среднем, а в добывающем сегменте растёт. Но удельное водопотребление в расчете на объем продукции сокращается по мере роста численности городов. Крупнейшие города характеризуются минимальным уровнем водоёмкости. Промышленная специализация также остается важнейшим фактором водоёмкости. В моногородах удельное ВП близко к среднеотраслевому.

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2016 году». – М.: НИА-Природа, 2017. – 300 с.

2. База данных Федерального агентства водных ресурсов. Электронный ресурс: <http://voda.mnr.gov.ru/> дата обращения 10.09.2018

3. Основные показатели окружающей среды: статистический бюллетень. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2009, 2011, 2013, 2015, 2017. Электронный ресурс: <http://www.gks.ru> Дата обращения 10.12.2018

4. База данных показателей муниципальных образований. Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2017 Электронный ресурс: <http://www.gks.ru> Дата обращения 10.12.2018

**V.R. Bityukova**

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

### **ASSESSMENT OF INDUSTRY WATER INTENSITY IN RUSSIAN CITIES IN 2009-2017**

The article focuses on identifying the relationship of structural changes in water consumption with changes in water use in Russian cities. Statistical analysis revealed that in recent years, the rate of decline has slowed, and industrial water consumption has decreased the least. Specific water consumption of cities in the calculation of the production cost decreases as their population increases, and in single-industry centers it is close to the industry average.

Keywords: water consumption, Russian cities, specific water consumption, sustainable water consumption

**Бояринова С.П.<sup>1</sup>, Первышина Г.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС  
России, Железногорск, Россия,

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

### **СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ г. КРАСНОЯРСКА**

В статье приведены результаты по оценке стабильности развития листовых пластинок древесных растений, отобранных в Свердловском районе города Красноярска. Растительные объекты исследования сравнивали базовым способом нормировки статистических данных. Показано, что распределение по степени чувствительности древесных растений к воздействию антропогенных факторов выглядит следующим образом: рябина обыкновенная < черемуха обыкновенная < береза повислая < орех маньчжурский. Это является основанием для рекомендации использования в системе озеленения городских территорий сибирского региона с высокой степенью воздействия негативных антропогенных факторов *Prúnus rádus* и *Sórbus aucupárgia*.

Ключевые слова: стабильность развития, асимметрия, город Красноярск, загрязнение

К особенностям рельефа, формирующего экологическое состояние городской среды на территории Красноярска, следует отнести его расположение в долине реки Енисей, при этом ограничение городской территории осуществляется за счет горных цепей, обрамляющих долину. Низкая рассеивающая способность атмосферы, обусловленная особенностями циркуляции воздушных масс, приводит к накоплению загрязнителей в городе и пригородной территории. Данные факторы оказывают негативное влияние на стабильность роста и развития древесных растений, выполняющих защитные и средообразующие функции [1,2]. По мнению авторов [3], одним из чувствительных органов, способных отразить воздействие окружающей среды на организм является листовой аппарат, и, в частности, смещение асимметрии листовой пластины. В тоже время следует учесть необходимость использования при применении данного метода высокоточных измерение и использование статистических методов обработки полученных результатов [4].

Поэтому, целью данной работы явилась оценка стабильности развития ряда древесных растений (*Bétula péndula*, *Júglans mandshúrica*, *Prínus pádus*, *Sórbus aucupária*) с целью возможности их применения для озеленения городских территорий.

Модельным объектом являлись полносформированные листья, собранные в период 28-30 августа 2018 года на территории Свердловского района г.Красноярска (рис. 1)

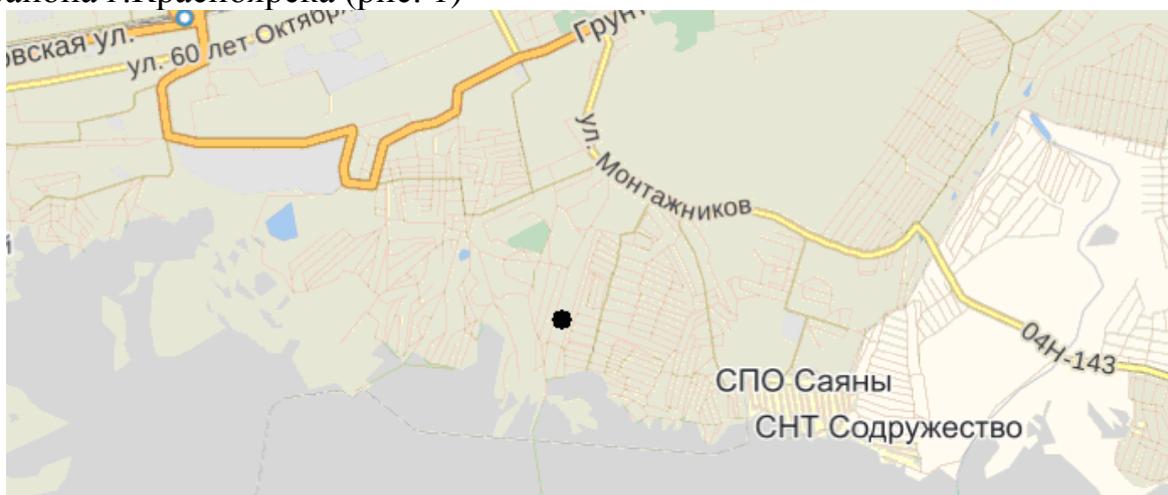


Рис.1. Место отбора проб

Для исследования осуществляли отбор не менее 200 шт. листьев с южной и западной стороны кроны (средняя часть) с 5 растений [5,6]. Листья отжимали между слоями фильтровальной бумаги и гербаризировали. Для обмера использовали листовые пластинки, не имеющие механического повреждения или деформации. Подготовленное растительное сырье сканировали с разрешением 400dpi. На листовых пластинках осуществляли промеры метрического билатерального

признака, наиболее чувствительного к состоянию окружающей среды [7,8], а именно расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием базового способа нормировки статистических данных [9].

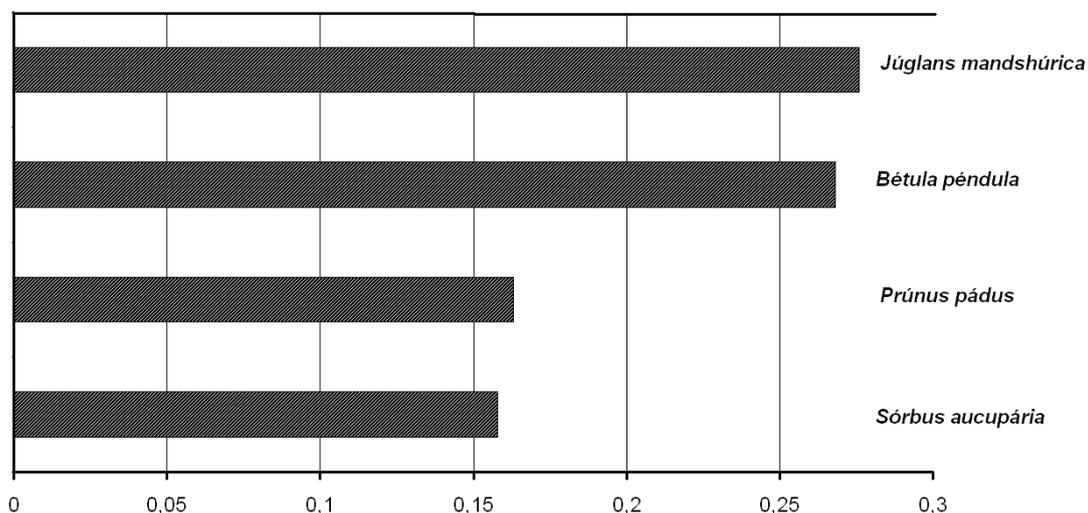
По данным автоматизированного поста наблюдений за состоянием атмосферного воздуха (АПН), который располагается на незначительном удалении от места отбора проб, среднемесячная концентрация основных загрязняющих веществ в период вегетации растений в 2018 году составляла значения, представленные в таблице.

Среднемесячная концентрация основных загрязняющих веществ  
(по данным <http://www.krasecology.ru/Air>)

ЗВ	май	июнь	июль	август
Оксид углерода	0,259	0,333	0,400	0,395
Диоксид серы	0,013	0,012	0,004	0,010
Оксиды азота (суммарно)	0,022	0,021	0,015	0,019
Гидрохлориды	0,049	0,089	0,078	0,023

Следует отметить, что превышения среднесуточных значений ПДК на территории рассматриваемого района зарегистрировано не было.

На рисунке 2 представлено распределение показателей флуктуирующей асимметрии расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка рассматриваемых древесных растений.



Показатели флуктуирующей асимметрии расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка

Рис. 2. Распределение показателей флуктуирующей асимметрии расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка

Как видно из представленных данных, прослеживается следующая закономерность изменения рассматриваемого показателя флуктуирующей

асимметрии: рябина обыкновенная < черемуха обыкновенная < береза повислая < орех маньчжурский. Поскольку наименьшими значениями показателей флуктуирующей асимметрии характеризуются рябина обыкновенная и черемуха обыкновенная, именно данный вид древесных растений может быть использован при озеленении городской территории, в частности, Свердловского района г. Красноярска.

#### Литература

1. Кузнецова, А.С. Биоиндикационные показатели стабильности развития листовой пластинки *POPULUS TREMULA* в условиях воздействия транспортных потоков / А.С.Кузнецова, Е.В.Сотникова // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2016. - № 3. – С.45-51
2. Щербатюк, А.П. Растения как индикаторы состояния урбанизированных экосистем / А.П. Щербатюк // Вестник Заб. ГУ. – 2013. - №02(93). – С. 56-60
3. Корнилина, В.В. Влияние *Phellinus tremulae* (Bond et Borissov) на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластины осины // В.В.Корнилина // Фундаментальные исследования. - 2013. № 1 (часть 1). - С. 37–40.
4. Козлов, М.В. Исследование флуктуирующей асимметрии растений в России: мифология и методология / М.В.Козлов // Экология. - 2017. - №1. - С.3–12
5. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов [и др.]. М.: Центр экологической политики России. - 2000. - 66 с.
6. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ: распоряжение Росэкологии от 16 октября 2003 г. № 460-р. М. - 2003. - 24 с.
7. Первышина, Г.Г. Стабильность развития интродуцента – ореха маньчжурского в сравнении с березой повислой в условиях города Красноярска / Г.Г.Первышина, И.С.Коротченко, М.С.Волхонская // Вестник КрасГАУ. – 2017. - №11(134). – С.178-185
8. Слепов, А.А. Стабильность развития рябины обыкновенной в условиях Красноярского края / А.А.Слепов, А.Н.Лагунов, И.С.Коротченко, С.П.Бояринова, Г.Г.Первышина // Успехи современного естествознания. 2018. - № 12 (часть 1). – С.104-110
9. Зорина, А.А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии / А.А.Зорина // Принципы экологии. - 2012. - Т. 1.- № 3. - С. 24–47.

**S.P. Boyarinoва<sup>1</sup>, G.G. Pervyshina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FGBOU VO Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia, Zheleznogorsk, Russia, <sup>2</sup>FGAOU VO Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

#### **STABILITY OF DEVELOPMENT OF SOME SPECIES OF WOOD PLANTS IN THE CONDITIONS OF KRASNOYARSK**

The article presents the results of assessing the stability of the development of leaf plates of woody plants selected in the Sverdlovsky district of the city of Krasnoyarsk. Plant objects of research were compared by the basic method of normalization of statistical data. It is shown that the distribution according to the degree of sensitivity of woody plants to the effects of anthropogenic factors is as follows: *Sórbus aucupária* < *Prúnus pádus* < *Bétula*

péndula < Júglans mandshúrica. This is the basis for recommending the use of Prúnus pádus and Sórbus aucupária in urban green areas of the Siberian region with a high degree of exposure to negative anthropogenic factors.

Keywords: developmental stability, asymmetry, Krasnoyarsk city, pollution

**Г.Г. Бускунова, Г.Р. Ильбулова**

ФГБОУ ВО Сибайский институт (филиал) БашГУ, г. Сибай, Россия

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В *TANACETUM VULGARE* L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

В данной статье рассматривается содержание тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье *Tanacetum vulgare* L. в условиях Зауральского региона Республики Башкортостан. Исследования показали, высокую вариативность тяжелых металлов в надземных и подземных частях исследуемого вида. Тяжелые металлы в основном сконцентрированы в корнях растений, что связано с их барьерной функцией. Специфической особенностью *Tanacetum vulgare* L. является загрязнение листьев кадмием.

Ключевые слова: тяжелые металлы, предельно-допустимая концентрация, лекарственное растительное сырье.

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) многолетнее травянистое растение, произрастающее в лесной и лесостепной зоне. Не редко образует заросли в придорожных канавах, на сорных местностях, в песчаных карьерах, вырубках и среди зарослей кустарников [1]. В народной медицине пижма обыкновенная известно как противоглистное средство. В условиях геохимической провинции Зауральского региона Республики Башкортостан (РБ) возникает вопрос об экологической оценке чистоты лекарственного растительного сырья (ЛРС). В связи с этим изучение содержания тяжелых металлов (ТМ) в надземных и подземных частях *T. vulgare* L. является актуальным.

Полевые исследования проводились в период массового цветения *Tanacetum vulgare* L. на 4 ценопопуляциях (ЦП) с разными почвенно-климатическими условиями.

Содержание ТМ в растительных образцах определяли атомно-абсорбционным методом в лаборатории обогатительной фабрики СФ ОАО «УГОК» (лицензия РОСС RU. 0001515358).

Для выяснения изменчивости содержания ТМ в органах растений был вычислен коэффициент вариации ( $C_v, \%$ ). При этом учитывали, что если  $C_v$  до 10% - низкая изменчивость; от 11% до 20% – средняя; от 21% и выше – высокая [2].

Содержание меди в цветках растения варьирует от 2,6 до 9,8 мг/кг ( $C_V = 61,0\%$ ), в листьях – от 3,5 до 7,7 мг/кг ( $C_V = 39,2\%$ ), стеблях – от 1,4 до 2,5 мг/кг ( $C_V = 23,1\%$ ), в корнях – от 7,0 до 12,0 мг/кг ( $C_V = 22,6\%$ ).

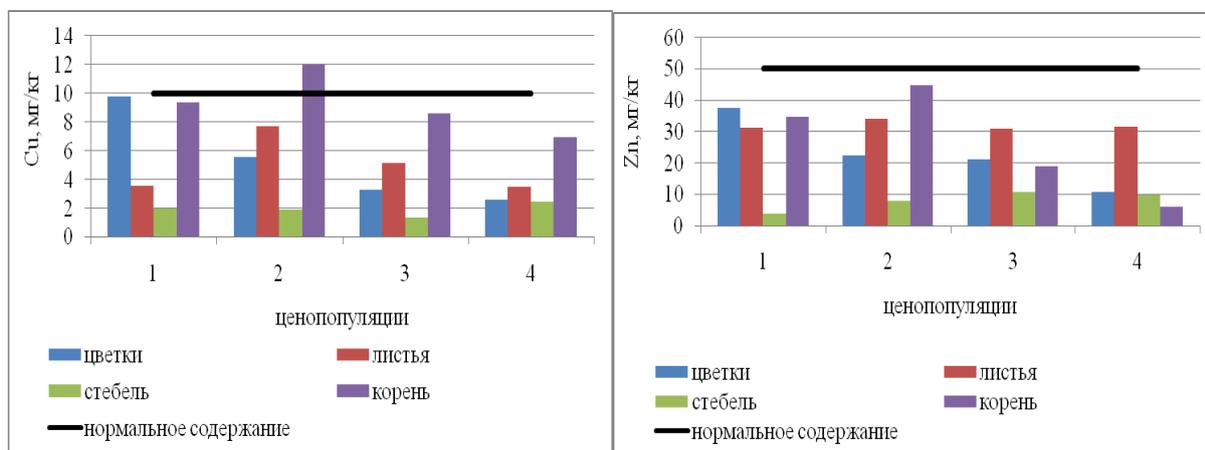


Рис. 1. Содержание меди и цинка в растении *Tanacetum vulgare L.*

Нормальное содержание Cu в растениях составляет от 1,0 до 10,0 мг/кг. Концентрация выше 20,0 мг/кг считается токсичной [3]. Медь в надземных и подземных частях вида не превышает установленной нормы, за исключением корней в ЦП 2. Подземные органы растения характеризуются повышенным содержанием меди по сравнению с надземными частями, что обусловлено с их защитной функцией (рис. 1). Относительно высокое содержание меди в цветках ЦП 1, связано с тем, что в 2 км от зарослей пижмы обыкновенной расположен Сибайский карьер, где добывают медно-колчеданные руды.

Содержание цинка в цветках растения варьирует от 10,7 до 37,6 мг/кг ( $C_V = 48,2\%$ ), в листьях – от 30,8 до 34,2 мг/кг ( $C_V = 4,7\%$ ), стеблях – от 3,8 до 10,8 мг/кг ( $C_V = 38,2\%$ ), в корнях – от 5,9 до 45,0 мг/кг ( $C_V = 66,1\%$ ). Результаты исследований показывают, что содержание цинка в растениях ниже, чем максимально допустимый уровень, определенный на уровне 50 мг/кг (рис. 1) [4].

Содержание железа в цветках растения варьирует от 50,9 до 2623,0 мг/кг ( $C_V = 147,8\%$ ), в листьях – от 104,0 до 511,0 мг/кг ( $C_V = 74,5\%$ ), стеблях – от 96,7 до 152,0 мг/кг ( $C_V = 22,1\%$ ), в корнях - от 927,0 до 2166,0 мг/кг ( $C_V = 41,4\%$ ). Для травянистых растений нормой считается содержание Fe в их надземной фитомассе от 50,0 до 240,0 мг/кг [5], критической - 750,0 мг/кг сухого вещества [6]. Высокие концентрации железа обнаружены в корнях пижмы обыкновенной во всех исследованных ЦП и в цветках ЦП 1 (рис. 2).

Содержание марганца в цветках растения варьирует от 20,3 до 44,8 мг/кг ( $C_V = 33,5\%$ ), в листьях – от 40,9 до 82,2 мг/кг ( $C_V = 26,9\%$ ), стеблях – от 18,1 до 29,6 мг/кг ( $C_V = 23,9\%$ ), в корнях – от 40,1 до 107,0 мг/кг ( $C_V = 46,5\%$ ).

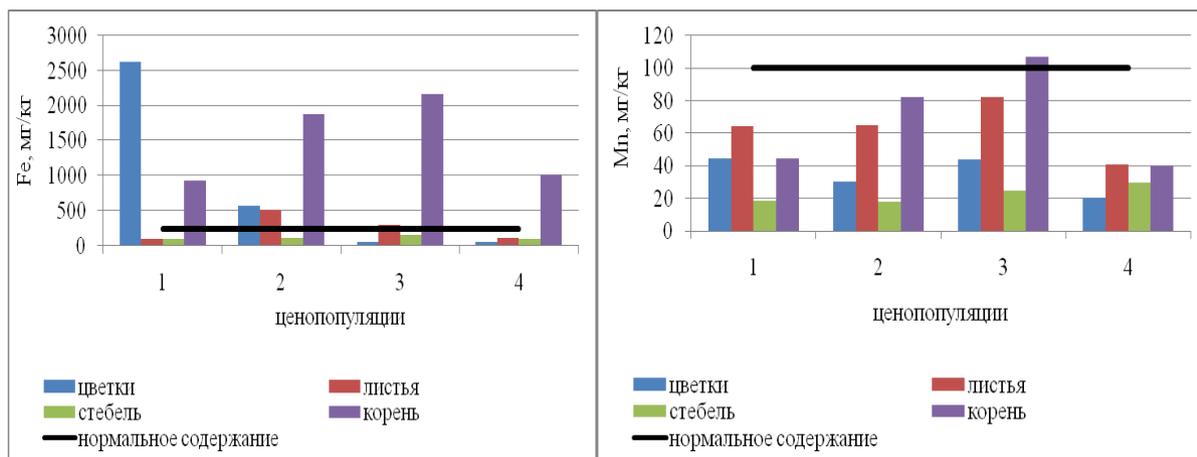


Рис. 2. Содержание железа и марганца в растении *Tanacetum vulgare L.*

Нормальным содержанием Mn для трав считается 100,0 мг/кг или в интервале от 20,0 до 300,0 мг/кг сухого вещества, дефицитным – менее 20,0 мг/кг. Критической считается концентрация выше 300,0 мг/кг, фитотоксичной – более 500,0 мг/кг [7]. Содержание марганца в надземных и подземных частях исследуемого вида находится в рамках нормы и не достигают фитотоксичной концентрации (рис. 2).

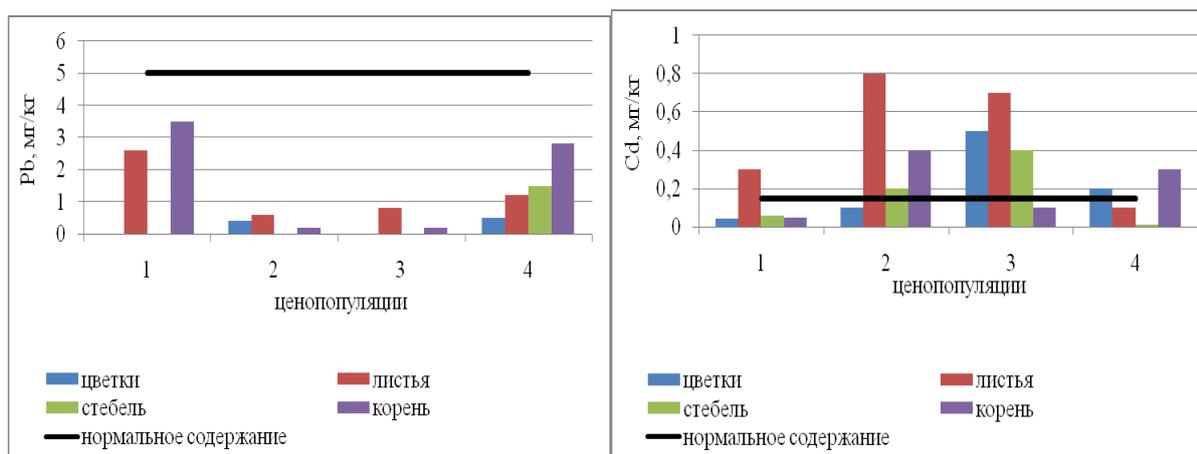


Рис. 3. Содержание свинца и кадмия в растении *Tanacetum vulgare L.*

Содержание свинца в цветках растения варьирует от 0,01 до 0,5 мг/кг ( $C_V = 109,5\%$ ), в листьях – от 0,6 до 2,6 мг/кг ( $C_V = 69,4\%$ ), стеблях – от 0,01 до 1,5 мг/кг ( $C_V = 194,8\%$ ), в корнях - от 0,2 до 3,5 мг/кг ( $C_V = 99,1\%$ ). Нормальными для растений считаются концентрации свинца от 0,1 до 5,0 мг/кг сухого вещества, критической – 10,0 мг/кг, фитотоксичной – более 60,0 мг/кг [8]. Содержание свинца в надземных и подземных органах *Tanacetum vulgare L.* находится в пределах нормы (рис. 3).

Содержание кадмия в цветках растения варьирует от 0,04 до 0,5 мг/кг ( $C_V = 97,3\%$ ), в листьях – от 0,1 до 0,8 мг/кг ( $C_V = 69,6\%$ ), стеблях – от 0,01 до 0,4 мг/кг ( $C_V = 104,2\%$ ), в корнях – от 0,05 до 0,4 мг/кг ( $C_V = 77,7\%$ ). ПДК кадмия для овощей и фруктов определен на уровне 0,03 мг/кг сырой массы [9], что при условном перерасчете на сухую массу (из расчета 80% воды и

20% сухого вещества) приблизительно составляет 0,15 мг/кг. Содержание кадмия значительно превышает нормы в листьях ЦП 1, 2, 3, что указывает на фоллиарное загрязнение (рис. 3).

Анализ данных, показал, что коэффициенты вариации ТМ в растительном сырье *Tanacetum vulgare* L. высокие (свыше 20%). Содержание Zn, Mn, Pb не выходят за пределы нормы. Повышенные концентрации Cu и Fe обнаружены в цветках растения, произрастающих ЦП 1, а Cd в листьях – ЦП 1, 2, 3.

#### Литература

1. Губанов И.А. и др. 1429. *Tanacetum vulgare* L. - Пижма обыкновенная // Иллюстрированный определитель растений Средней России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. Т.3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). - 493с.
2. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. - 424 с.
3. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
4. Временный максимально-допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. – М., 1987. С.5
5. Аминева А.А., Бускунова Г.Г. Особенности аккумуляции и транспорта железа в почвах и в органах *Achillea nobilis* L. в условиях степной зоны Южного Урала // Вестник Оренбургского гос. университета. 2009. №6. С. 532-533.
6. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях. – Новосибирск: СО РАН, 2. 2001. - 229 с.
7. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Самарский университет, 1997. - 100 с.
8. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. - 151 с.
9. Астафьева Л.С. Экологическая химия. – М.: Академия, 2006. - 224 с.

**G.G. Buskunova, G.R. Ibulova**

Sibai Institute (Branch of the Bashkir State University), Sibai, Russia

#### **THE FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION IN *TANACETUM VULGARE* L. IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC POLLUTION**

This article discusses the content of heavy metals in the medicinal plant raw materials *Tanacetum vulgare* L. in the conditions of the TRANS-Ural region of the Republic of Bashkortostan. The studies have shown the high variability of heavy metals in the above-ground and underground parts of the investigated species. The heavy metals are mainly concentrated in plant roots due to their barrier function. The contamination of cadmium leaves is a specific feature of *Tanacetum vulgare* L.

Keywords: heavy metals, maximum permissible concentration, medicinal plant raw materials.

**Е.И. Галай**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

## **УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

В статье рассматривается динамика выбросов стационарных источников и изменения метеорологических элементов, влияющих на загрязнение атмосферного воздуха в крупных городах Беларуси. Установлено, что преобладающая часть крупных городов отличаются пониженным уровнем загрязнения воздушной среды.

Ключевые слова: атмосферный воздух, стационарные источники выбросов, загрязняющее вещество.

Основной промышленный потенциал страны, а также транспортные средства сосредоточены в городах, особенно крупных. К таким городам в Республике Беларусь относятся города с численностью населения более 100тыс. человек. В зависимости от выполняемых функций они принадлежат к комплексно-развитым (Минск и областные центры), многофункциональным (Барановичи, Бобруйск, Орша) и промышленным (Новополоцк, Борисов, Пинск, Мозырь) городам. На экологическое состояние атмосферного воздуха влияют как метеорологические условия, так и выбросы стационарных и мобильных источников. Поэтому для определения уровня загрязнения воздуха в городах используются следующие показатели: повторяемость слабых ветров (0-1 м/с); повторяемость туманов; валовые выбросы от стационарных источников; среднегодовая концентрация оксида углерода. Основным источником поступления оксида углерода является транспорт, потому рассматривается его среднегодовая концентрация.

Фактические значения показателей переводятся в баллы за каждый год пятилетнего периода (2010-2014 гг.) и используются для определения интегрального показателя загрязнения атмосферы. Для его определения сумму баллов по всем показателям разделяем на количество показателей. Для расчета интегрального показателя загрязнения использованы данные Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Национального статистического комитета РБ [1] и ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды».

Количество дней с туманами изменяется над крупными городами. По данным Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, малое число дней с туманами среди крупных городов отмечено в Бобруйске, Новополоцке, Гомеле. Повторяемость туманов увеличена в Солигорске, Борисове, Пинске, Мозыре. В течение пятилетнего периода этот

показатель повышается в Барановичах, Гродно, Могилеве и понижается в Мозыре и Витебске. Туман благоприятствует загрязнению атмосферы.

По данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», значительная повторяемость слабых ветров характерна для Минска, это связано с особенностями застройки, ее плотностью, а также особенностями рельефа. Наилучшие условия для рассеивания примесей наблюдаются в Барановичах, Могилеве и Гродно. За пятилетний период уменьшается количество случаев со слабой скоростью ветра в Мозыре, Пинске, Бобруйске, Гродно и увеличивается в Гомеле, Барановичах.

Стационарные источники выбрасывают различное количество загрязняющих веществ в атмосферу крупных городов Беларуси. Выбросы промышленных предприятий Новополоцка (например, в 2013г. 53,5 тыс.т) превосходят остальные города страны. Промышленные предприятия Минска отличаются значительным количеством выбросов (25,1 тыс.т в 2013г.) Наименьшие валовые выбросы от стационарных источников характерны для Мозыря (0,5 тыс. т в 2013г.), Пинска (1,4 тыс. т в 2013г.) и Баранович [1].

Малые значения среднегодовой концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе отмечены в Пинске, Гомеле, Солигорске. Бобруйск, Брест, Новополоцк, Могилев отличаются повышенной среднегодовой концентрацией этого загрязнителя. Содержание его в атмосферном воздухе зависит от атмосферных процессов, от количества источников выбросов, от количества поступающих выбросов.

По интегральному показателю уровня загрязнения атмосферы крупные города Беларуси можно разделить на три группы: с повышенным уровнем; со средним уровнем, с пониженным уровнем. К группе с повышенным уровнем относятся Новополоцк, Минск, Витебск, со средним – Орша, Бобруйск, Мозырь, Могилев, Солигорск; с пониженным уровнем – Борисов, Гомель, Гродно, Брест, Пинск, Барановичи.

Новополоцк отличается наибольшими валовыми выбросами от стационарных источников, значительной среднегодовой концентрацией оксида углерода в атмосфере, частой повторяемостью слабых ветров. К основным предприятиям-загрязнителям города относятся ОАО «Нафтан», завод «Полимир» ОАО «Нафтан», Новополоцкая ТЭЦ РУП «Витебскэнерго» в г. Новополоцке [2].

Промышленный потенциал города Витебска насчитывает более 320 субъектов хозяйствования, в том числе 70 крупных предприятий. Доминирующее положение в структуре промышленного комплекса занимают организации, осуществляющие производство и распределение электроэнергии, газа и воды. В Витебске крупными предприятиями являются: ОАО «Вистан», ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО «Витебский приборостроительный завод», ОАО

«Витязь», ОАО «Витебские ковры», СООО «Марко», СООО «Белвест», РПУП «Витебский меховой комбинат» [3].

В Минске, несмотря на большое количество автомобилей, среднегодовая концентрация оксида углерода в атмосфере невелика, большая озелененность города, небольшая повторяемость туманов, однако чаще повторяются слабые ветра и значителен объем выбросов от стационарных источников

Основная доля выбросов в атмосферу Минска приходится на крупные промышленные предприятия. К ним относятся Минская ТЭЦ-3, Минская ТЭЦ-4, Минский тракторный завод, Минский автомобильный завод, ОАО «Минский завод отопительного оборудования», Минский завод строительных материалов, ОАО «Керамин», Минские тепловые сети, УП «Минскводоканал», ЗАО «Атлант» [4]. Однако основным загрязнителем воздуха города Минска является автотранспорт, на его долю в 2014 году приходилось 87% от суммарного количества всех выбросов.

Мозырь характеризуется наименьшими среди крупных городов республики выбросами от стационарных источников. Низким уровнем загрязнения атмосферы отличается Пинск, Баранович. Основными источниками загрязнения воздуха г.Пинска являются предприятия по производству электроэнергии, машин и оборудования, обработке древесины и производству изделий из древесины, текстильного производства и автотранспорт. В городе расположены предприятия: ЗАО «Амкодор-Пинск», ЗАО «Пинскдрев», ОАО «Полесье». Атмосферный воздух Баранович загрязняют: химическое производство, производство электроэнергии, машин и оборудования, текстильное и швейное производство, автотранспорт. В городе функционирует станкостроительный завод, производственное хлопчатобумажное объединение [4].

Таким образом, в результате ранжирования крупных городов Республики Беларусь по уровню загрязнения атмосферного воздуха преобладают города с пониженным уровнем.

#### Литература

1. Охрана окружающей среды Республики Беларусь, 2010-2014: стат.сб. Минск, 2011-2015.
2. Полоцкий район. Местный экологический план действий. Минск: ТМ АРГО-ГРАФИКС, 2014. 48 с.
3. Сайт Витебского городского исполнительного комитета [Электронный ресурс] - <http://vitebsk.gov.by/ru/prom-ru/>
4. Козловская Л.В. Социально-экономическая география Беларуси. Ч.3 Мн.: БГУ, 2005. 113 с.

**E.I. Galai**

Belarussian State University

## **THE LEVEL OF AIR POLLUTION IN THE LARGE TOWNS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

The dynamics of the emissions from the stationary sources and the changes of the atmospheric elements, influencing the air pollution of the large towns of Belarus, are considered in the article. It is settled that the prevailing part of the large towns is characterized by the low level of air pollution.

Keywords: open air, stationary sources of emissions, pollutant.

**Ю.Л. Герасимов**

Самарский университет, Самара, Россия

## **КОЛОВРАТКИ ПРУДА В КИРОВСКОМ РАЙОНЕ г. САМАРЫ**

Оценено состояние экосистемы небольшого, загрязнённого мусором пруда в г. Самаре по видовому составу и динамике численности коловраток. Обнаружено 22 вида коловраток из 11-ти семейств, доминировали *Keratella quadrata* и *Polyarthra major*.

Ключевые слова: Городской пруд, коловратки, численность.

Пруды в городе могут быть элементами архитектурной среды и центрами рекреационных зон. При этом очень важно санитарное состояние всех прудов независимо от их назначения. Оно зависит и от антропогенного воздействия на водоёмы, и от процессов самоочищения в их гидробиоценозах. Последние можно оценить по видовому составу гидробионтов и их численности. Важным компонентом любого гидробиоценоза являются коловратки.

В Кировском районе г. Самары располагается небольшой пруд – бывший пожарный водоём. Он окружён гаражами и приусадебными участками частных домов. Размеры котловины 30 м на 20 м, но она заполняется водой не полностью. Глубина весной до 1,5 м, к осени уменьшается за счет испарения до 1 м. Берега невысокие, крутые сложены суглинками. Дно илистое с опавшими листьями и ветками. Из водных растений найдены нитчатые водоросли, ряска малая и сине-зеленые водоросли. По берегам старые тополя. Берега покрыты бытовым мусором, более половины акватории занимают пластиковые бутылки, упаковки и т.д., много мусора и на дне. Вода желтоватая, пахнет плесенью. Минерализация более 1000 мг/л, жесткость 11-12 мг/экв., pH от 7,88 до 8,42. Превышены нормативы БПК<sub>5</sub>, концентрации сульфатов, фосфатов, нитритов, аммонийного азота, общего железа, СПАВ, нефтепродуктов,

цинка, марганца, меди [1]. В водоёме обитают амфибии, в начале лета в нём много головастиков. Экосистема этого пруда никогда не изучалась.

Пробы из пруда отбирали с конца апреля до конца ноября 2013 г. 1-2 раза в месяц планктонной сеткой (газ № 64) и 2-литровым батометром на трёх станциях и обрабатывали в лаборатории по общепринятым методикам [2, 3].

В пруду обитало 22 вида коловраток из 15 родов, 11 семейств и 3 отрядов (таблица).

Виды коловраток и частота их встречаемости в пробах (%)

Таксон	% проб
<b>Сем.Asplanchnidae</b>	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	43
<b>Сем.Brachionidae</b>	
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	10
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1776	36
<i>Brachionus plicatilis rotundiformis</i> Tschugunoff, 1921	33
<i>Brachionus quadritentatus</i> Hermann, 1783	12
<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus 1758)	26
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	12
<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	88
<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)	7
<i>Platias quadricornis</i> Ehrenberg, 1832	19
<b>Сем.Colurellidae</b>	
<i>Colurella</i> sp.	14
<i>Lepadella ovalis</i> (O.F.Muller, 1786)	5
<b>Сем.Euchlanidae</b>	
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	19
<i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930	7
<b>Сем.Filinidae</b>	
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	10
<b>Сем.Hexarthridae</b>	
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	10
<b>Сем.Lecanidae</b>	
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	14
<b>Сем.Notommatidae</b>	
<i>Cephalodella catellina</i> (Muller, 1786)	33
<i>Eosphora najas</i> (Ehrenberg, 1830)	5
<b>Сем.Synchaetidae</b>	
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	21
<b>Сем.Testudinellidae</b>	
<i>Testudinella patina</i> Hermann, 1783	17
<b>Сем.Trichocercidae</b>	
<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	2

Все выявленные виды ранее обнаруживались в других прудах г. Самары [4]. Все они указаны в списке видов коловраток Куйбышевского водохранилища [5]. По частоте встречаемости лидируют *Keratella quadrata* и *Asplanchna priodonta*. Наибольшая численность у *Keratella quadrata* (до

1300 экз./л) и *Polyarthra major* (до 259 экз./л). Численность всех остальных 20-ти видов не превышала 50 экз./л. Наблюдали 2 подъема численности коловраток в конце мая и сентябре. Наибольшая доля особей с яйцами у *B.calyciflorus* (в среднем 31% особей) и *K.quadrata* (в среднем 24% особей). Среди коловраток, доминируют планктонные виды. По способу питания преобладали фильтраторы и вертификаторы (97% видов).

По количеству видов коловраток этот пруд соотносится с другими прудами среди жилых домов (по 20-30 видов), но здесь не обнаружены обычные для большинства самарских прудов бделлоидные коловратки, а также представители *Synchaeta* и *Trichotria* [4]. Численность коловраток относительно невелика, это связано, возможно, с отсутствием в нём зарослей крупных растений.

А.В.Шабанова оценила этот пруд как рекреационно малозначимый [6], но здесь предлагается построить большой жилой комплекс, пруд может стать элементом его рекреационной зоны и его санитарное состояние приобретёт большое значение. Мы считаем, что экосистема пруда сохранила потенциал самоочищения и после мелиорации его санитарное состояние может значительно улучшиться. Необходимо очистить и укрепить берега, удалить донный ил, и сделать систему перехвата стока с расположенной возле пруда дороги.

#### Литература

- 1.Шабанова А.В. Современное состояние прудов Самары. Пруд у Ипподрома // Региональное развитие: электронный научно-практический журнал. 2016. № 2 (14). <http://regrazvitie.ru> Землеустройство и кадастры [regrazvitie@yandex.ru](mailto:regrazvitie@yandex.ru). Дата обращения 17.04.2018.
- 2.Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 246 с.
- 3.Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.
- 4.Герасимов Ю.Л. Коловратки прудов урбанизированных территорий (г. Самара) // Известия Самарского научного центра РАН. 2009, Т.11, № 1. С. 171-176.
- 5.Тимохина А.Ф. Зоопланктон как компонент экосистемы Куйбышевского водохранилища. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. 193 с.
- 6.Шабанова А.В. Экологическая безопасность рекреационных объектов, включающих пруды // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2015. № 3(11). С.122-127.

**Yu. Gherasimov**

*Samara University, Samara-city, Russia*

#### **ROTATORIA IN THE POND AT KIROV DISTRICT OF SAMARA-CITY**

The state of the ecosystem of the small polluted pond in Samara-city was assessed by species composition and dynamics of the number of Rotatoria. Twenty-two species of rotifers from 11 families were found. *Keratella quadrata* и *Polyarthra major* dominated in Rotatoria numbers.

Keywords: Urban pond, Rotatoria, numbers

**А.С. Дегтева, А.Л. Подольский**

Кафедра «Экология», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП В ЧЕРТЕ ПРИГОРОДНОЙ ООПТ**

В работе рассматриваются образовательные экологические тропы как необходимый элемент комплексной эколого-просветительской работы особо охраняемых природных территорий. Описываются экологические маршруты, спроектированные в черте природного парка «Кумысная поляна». Даются основные критерии закладки маршрутов и их значение. Обозначены задачи, решаемые при реализации проекта.

Ключевые слова: экологическая тропа, особо охраняемая природная территория, природный парк, Кумысная поляна, экологическое образование.

Вопрос воспитания экологической культуры в настоящее время стоит особенно остро в связи с растущей антропогенной нагрузкой на особо охраняемые природные территории (ООПТ). Большое значение в формировании экологического образования имеет способ подачи материала. Современность предлагаемых для обучения инфраструктурных элементов и возможность воочию наблюдать за природной средой – основа качественного экологического образования. Формирование экологической культуры должно стать первостепенным направлением работы пригородных ООПТ.

Проектирование образовательных экологических троп в черте пригородной ООПТ может способствовать защите и восстановлению экосистем и содействовать их рациональному использованию. Образовательная экологическая тропа – специализированный природный маршрут. Прохождение экотропы сочетает, как рекреационную активность, так и обучение. Изучение природных объектов в естественной среде способствует становлению общества с развитой экологической культурой населения. Таким образом может реализовываться основополагающий принцип международного стандарта экологического образования: образование об окружающей среде, посредством окружающей среды и для окружающей среды [1].

В черте г. Саратова – областного центра Саратовской области – располагается природный парк (ПП) «Кумысная поляна», являющийся особо охраняемой природной территорией. Площадь территории ПП «Кумысная поляна» составляет 4,4 тыс. га [2]. На территории лесопарка располагаются санатории, детские лагеря, лыжные базы. Осуществляется ведение лесного хозяйства. Ведется работа по вывозу мусора, охране и защите леса: запрещена любая хозяйственная деятельность,

препятствующая сохранению природных комплексов. ООПТ образована в 90-х гг. прошлого века; первичными целями функционирования природного парка стало сохранение уникального природного комплекса пригородного лесного массива, экологическое просвещение, отдых в окружении природы.

Лесные фитоценозы ПП «Кумысная поляна» представлены в основном пятью видами древесных пород: дубом черешчатым, кленом остролистным, липой, осиной, березой. Многочисленные представители фауны лесопарка: лисица, ласка, белогрудый ёж. Основные представители орнитофауны ПП «Кумысная поляна»: зяблик, мухоловка-белошейка, большая синица, синица-лазоревка, черный и певчий дрозды [3].

Сохранить природу лесопарка (представителей флоры и фауны) невозможно только лишь с помощью инспектирования территории с целью её охраны: необходимо участие общественности, в том числе проведение эколого-просветительских мероприятий. В настоящее время ведение образовательной деятельности на территории ПП «Кумысная поляна» представляет собой комплексную экологическую программу, частью которой является закладка экотроп.

Основные цели проектирования экологических троп – расширение знаний о природных объектах и экологических процессах, происходящих в окружающей среде, изучение влияния антропогенного фактора и воздействия на экосистемы, приобретение навыка комплексной оценки среды. К задачам создания экологических троп можно отнести образование об окружающей среде и туристическую рекреацию. В качестве основных требований, выдвигаемых при выборе маршрута, можно выделить: эстетическую привлекательность местности, доступность прохождения намеченной дорожки, информативность и актуальность материалов, представленных на маршруте.

К основным видам работ по созданию экологических маршрутов можно отнести укрепление дорожно-тропичного полотна (отсыпку щебенкой и гравием, укладку плоского камня) и разработку проекта, изготовление и установку малых архитектурных форм (информационных стендов, опор для них, смотровых площадок, скамеек, знаков и указателей, мостиков и т.п.) [4].

Для реализации проекта закладки образовательных экологических троп на территории ПП «Кумысная поляна» необходимо, во-первых, провести предварительную закладку маршрутов в дистанционном режиме, во-вторых, дать оценку прохождению будущих маршрутов экологических троп на местности, в соответствии с чем, скорректировать маршруты троп, исходя из природно-ландшафтных особенностей местности. Результатом работы по проектированию образовательных экологических троп в черте пригородной ООПТ «Кумысная поляна» является разработка трех маршрутов.

*Экологическая тропа №1* – маршрут длиной 7,1 км. Время прохождения экотропы варьирует в диапазоне от 2,5 до 3,5 часов (без учета продолжительных остановок). Тропа представлена на рисунках 1, 2.

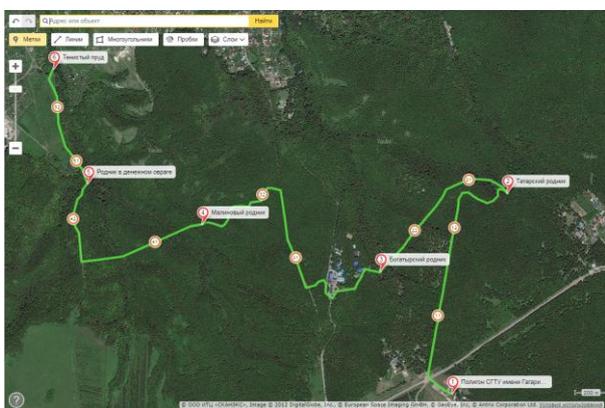


Рис. 1. Маршрут №1, вид – «спутник»

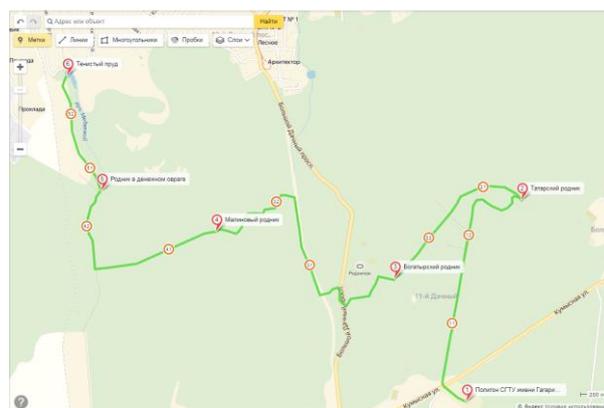


Рис.2. Маршрут №1, вид – «схема»

*Экологическая тропа №2* – маршрут длиной 5,1 км. Время прохождения экотропы варьирует в диапазоне от 3 до 4 часов (без учета продолжительных остановок). Тропа представлена на рисунках 3, 4.

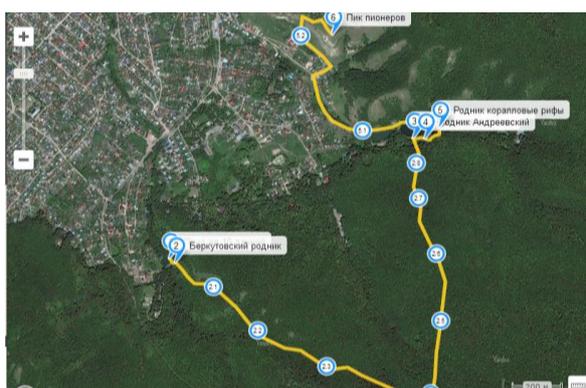


Рис. 3. Маршрут №2, вид – «спутник»

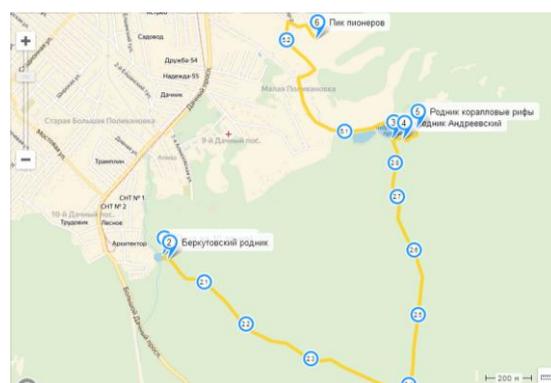


Рис. 4. Маршрут №2, вид – «схема»

*Экологическая тропа №3* – маршрут длиной 4 км. Время прохождения экотропы варьирует в диапазоне от 1,5 до 2,5 часов (без учета продолжительных остановок). Тропа представлена на рисунках 5, 6.

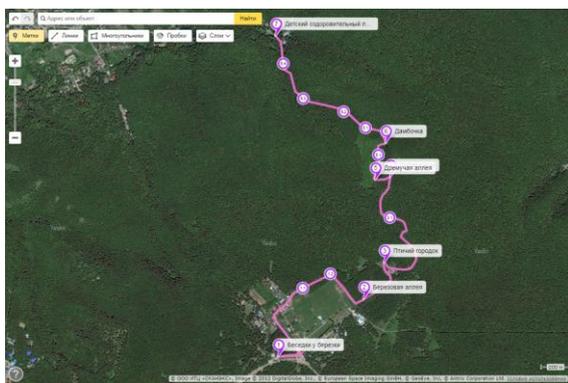


Рис. 5. Маршрут №3, вид – «спутник»

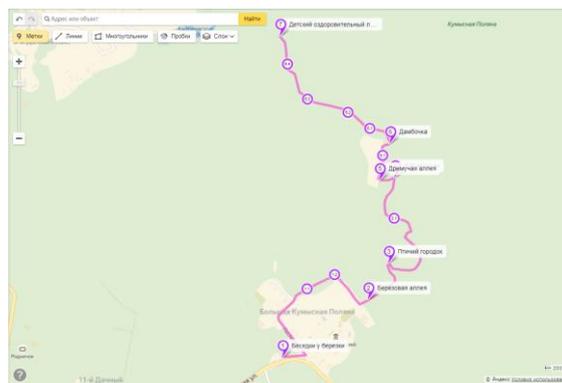


Рис. 6. Маршрут №3, вид – «схема»

Время прохождения маршрутов дано приблизительно, исходя из пилотных исследований (замеров времени, затраченного на прохождение тропы, первыми группами туристов). Тропы вполне доступны. Они имеют подъездные дороги, не пролегают по крутым подъемам и спускам. Маршруты пересекают разные типы ландшафтных комплексов и экосистем, что обеспечивается закладкой тропы не только на плато, но и на склонах различной экспозиции и по дну оврагов; а также преодолением как облесенных, так и открытых территорий – полянок, опушек.

Таким образом, проектирование образовательных экологических троп в рамках разработки комплексной эколого-образовательной программы – важнейшая задача любой ООПТ. Природный парк «Кумысная поляна» служит огромным «воздушным фильтром», обеспечивающим г. Саратов чистым воздухом. Реализация эколого-просветительских мероприятий на его территории позволит сохранить экосистемы лесопарка, испытывающие большую антропогенную нагрузку.

#### Литература

1. Palmer J.A. Environmental Education in the 21st Century: Theory, Practice, Progress, and Promise. London: Routledge, 1998. – 284 pp.
2. Электронный портал «Особо охраняемые природные территории Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zapoved.ru/main/missions>. – Дата обращения: 27.02.19.
3. Степаницкий В. Эколого-просветительская деятельность в государственных заповедниках и национальных парках России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoethics.ru/old/b53/10.html>. – Дата обращения: 28.02.19.
4. Демидов В.А. Теоретическое обоснование и практическая реализация проекта «Экологическая тропа» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/blokalkany/teoreticeskoe-obosnovanie-i-prakticeskaa-realizacia-proekta-ekologiceskaa-tropa>. – Дата обращения: 27.02.19.

**A.S. Degteva, A.L. Podolsky**

Department of Ecology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

#### **DESIGNING EDUCATIONAL NATURE TRAILS WITHIN A SUBURBAN PROTECTED NATURAL AREA**

Abstract. The article considers educational nature trails as a necessary element of comprehensive environmental education at protected natural areas. The ecological routes designed on the territory of Kumysnaya Polyana Nature Park, their designation and the tasks to be completed during the project implementation.

Keywords: educational nature trails, protected natural area, Nature Park, Kumysnaya Polyana, environmental education.

С.С. Евстигнеева<sup>1</sup>, Д.И. Мокеев<sup>1</sup>, Л.Р. Нурлубаева<sup>2</sup>,  
Ю.А. Филипьевичева<sup>1</sup>, А.В. Шелудько<sup>1</sup>, Е.М. Телешева<sup>1</sup>,  
Л.П. Петрова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов  
Российской академии наук, г. Саратов, РФ

<sup>2</sup> Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, РФ

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БИОПЛЕНОК РОСТСТимулирующих БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* К ОКИСЛИТЕЛЬНОМУ СТРЕССУ

Проведено исследование устойчивости типового штамма бактерий *A. brasilense* Sp7 и его производных с изменениями в структуре генома к окислительному стрессу, а именно к воздействию различных концентраций пероксида водорода. Было показано, что в составе биопленок исследуемые штаммы являются более жизнеспособными в присутствии пероксида водорода, чем планктонные культуры. Были выявлены различия в пероксидазной активности между бактериями типового штамма и его производными, выращенными как в стандартных условиях, так и при дефиците азота в среде. Полученные данные важны для понимания основных механизмов адаптации бактерий р. *Azospirillum* к повреждающим факторам среды.

Ключевые слова: *Azospirillum brasilense*, биопленки, окислительный стресс, пероксидаза.

Бактерии рода *Azospirillum*, занимающие разнообразные экологические ниши, формируют ассоциации с обширным кругом дикорастущих и культурных растений. Азоспириллы стимулируют рост и развитие макропартнера за счет фиксации атмосферного азота, продукции фитогормонов и ряда биологически активных соединений, высокой антагонистической активности по отношению к фитопатогенам, нейтрализации токсических веществ и т.д. [1]. Успешное функционирование подобных ассоциаций определяется, в том числе, интенсивностью образования биопленок бактерий на поверхности корней растений. В составе таких биопленочных сообществ микроорганизмы эффективнее адаптируются к существованию в динамичной почвенной среде [2].

Бактериальные биопленки представляют собой пространственно и метаболически структурированные сообщества, заключенные во внеклеточный полимерный матрикс [3]. Помимо каркасной функции матрикс биопленок является резервуаром воды, питательных веществ и ферментов, выступает в качестве защитного барьера, облегчает горизонтальный перенос генов между клетками и т.д. В состав матрикса могут входить экзополисахариды, белковые молекулы, нуклеиновые кислоты и другие биополимеры. Жгутики и пили бактерий также

интегрированы в матрикс и участвуют в поддержании его архитектуры. Разнообразие компонентов, составляющих основу матрикса, возможно сопоставить лишь с множеством видов бактерий, которые образуют биопленки [2, 3]. Характеристика данных компонентов необходима для установления механизмов формирования и дисперсии биопленок, а также подбора способов управления этими процессами в экологических, медицинских и биотехнологических целях.

В составе биопленок бактерии приобретают большую устойчивость к различным стрессовым факторам, в том числе к воздействию активных форм кислорода (АФК). Для того, чтобы справиться с окислительным стрессом, возникающим в результате нормального дыхательного метаболизма или воздействия окислителей, бактерии выработали множество защитных систем. Так, с помощью аэротаксиса бактерии *A. brasilense* «ищут» оптимальные условия роста с низкими концентрациями кислорода [4]. В случае если парциальное давление кислорода в среде увеличивается у азоспирилл возрастает активность супероксиддисмутазы. Индукция активности каталазы является более сложной и связана, в том числе, с уменьшением парциального давления кислорода [5, 6]. Кроме того, клетки азоспирилл способны агрегировать и переходить в цистоподобные формы в ответ на окислительный стресс [5].

В настоящей работе обсуждается устойчивость бактерий *A. brasilense* в составе биопленок к окислительному стрессу с позиции их пероксидазной активности. Известно, что продукция пероксида водорода, относящегося к АФК, является одной из защитных реакций растений на колонизацию микроорганизмами. Исследование особенностей формирования и жизнедеятельности биопленок азоспирилл при воздействии пероксида водорода представляется важным для выявления ключевых механизмов функционирования растительно-микробной ассоциации.

Нами был использован типовой штамм бактерий *A. brasilense* Sp7 [7] и его производные Sp7.4 и Sp7.8 с изменениями в структуре генома [8]. Было проведено сравнение устойчивости планктонных культур и зрелых биопленок исследуемых штаммов к влиянию различных концентраций пероксида водорода. Планктонные культуры (18 ч выращивания при постоянном перемешивании) штаммов Sp7 и Sp7.4 обладали сходной устойчивостью к данному окислителю. Минимально ингибирующая концентрация (МИК) для них составляла 0.01%  $H_2O_2$ . Планктонная культура Sp7.8 сохраняла жизнеспособность после 24 ч воздействия 0.01%  $H_2O_2$ , в то время как МИК для этого штамма была на порядок выше (0.1%  $H_2O_2$ ). В случае нативных зрелых биопленок устойчивость *A. brasilense* Sp7, Sp7.4 и Sp7.8 к окислительному стрессу значительно возрастала. Так, величина МИК для биопленок штамма Sp7 достигала 1.0%  $H_2O_2$ , независимо от наличия источника азота в среде. При выращивании

био пленок бактерий *A. brasilense* Sp7.4 и Sp7.8 в безазотной среде их устойчивость к окислительному стрессу снижалась и МИК не превышала 0.1% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Аналогичный показатель МИК наблюдался в случае использования стандартной питательной среды, обогащенной азотом, при культивировании био пленок штамма Sp7.4. Присутствие источника азота в среде для формирования био пленок бактерий *A. brasilense* Sp7.8 способствовало повышению устойчивости этого штамма к стрессу (МИК составила 1.0% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, как и у типового штамма).

В нативных био пленках всех исследованных штаммов обнаружена активность, характерная для пероксидазы – одного из ферментов фенолоксидазного комплекса. Полученные результаты свидетельствуют о ключевой роли био пленок в адаптации бактерий *A. brasilense* к окислительному стрессу, обусловленному действием пероксида водорода. Наличие пероксидазной активности в био пленках азоспирилл имеет важное приспособительное значение. Данный механизм не только способствует защите бактерий от окислителей, но и позволяет устанавливать полноценный контакт с растением-партнером.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 18-34-00089).

#### Литература

1. Nihorimbere, V. Beneficial effect of the rhizosphere microbial community for plant growth and health [Text] / V. Nihorimbere, M. Ongena, M. Smargiassi, P. Thonart // Biotechnol. Agron. Soc. Environ. – 2011. – Vol. 15, No. 2. – P. 327-337.
2. Bogino, P.C. The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations [Text] / P.C. Bogino, M.M. Oliva, F.G. Sorroche, W. Giordano // Int. J. Mol. Sci. – 2013. – Vol. 14, No. 8. – P. 15838-15859.
3. Flemming, H.-C. The biofilm matrix [Text] / H.-C. Flemming, J. Wingender // Nat. Rev. Microbiol. – 2010. – Vol. 8, No. 9. – P. 623-633.
4. Barak, R. Detection of chemotaxis in *Azospirillum brasilense* [Text] / R. Barak, I. Nur, Y. Okon // J. Appl. Bacteriol. – 1983. – Vol. 53. – P. 399-403.
5. Clara, R.W. Superoxide dismutase, catalase, and peroxidase in ammonium-grown and nitrogen-fixing *Azospirillum brasilense* [Text] / R.W. Clara, R. Knowles // Can. J. Microbiol. – 1984. – Vol. 30. – P. 1222-1228.
6. Nur, I. Effect of dissolved oxygen tension on production of carotenoids, poly-β-hydroxybutyrate, succinate oxidase and superoxide dismutase by *Azospirillum brasilense* Cd grown in continuous culture [Text] / I. Nur, Y. Okon, Y. Henis // J. Gen. Microbiol. – 1982. – Vol. 128. – P. 2937-2943.
7. Tarrand, J.J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. [Text] / J.J. Tarrand, N.R. Krieg, J. Döbereiner // Can. J. Microbiol. – 1978. – Vol. 24, No. 8. – P. 967-980.
8. Петрова, Л.П. Анализ ДНК, ряда культурально-морфологических свойств и структуры липополисахаридов у близкородственных штаммов *Azospirillum brasilense* [Текст] / Л.П. Петрова, Л.Ю. Матора, Г.Л. Бурьгин, И.В. Борисов, Е.И. Кацы // Микробиология. – 2005. – Т. 74, №2. – С. 224-230.

**S.S. Yevstigneyeva<sup>1</sup>, D.I. Mokeev<sup>1</sup>, L.R. Nurlubaeva<sup>2</sup>, Yu.A. Filip'echeva<sup>1</sup>,  
A.V. Shelud'ko<sup>1</sup>, E.M. Telesheva<sup>1</sup>, L.P. Petrova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms Russian Academy of Sciences, Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup> Saratov State University, Saratov, Russian Federation

## **ANALYSIS OF THE STABILITY OF PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* BIOFILMS TO OXIDATIVE STRESS**

A study was conducted on the resistance of the bacteria *A brasilense* Sp7 typical strain and its derivatives with changes in the structure of the genome to oxidative stress, namely to the effects of hydrogen peroxide different concentrations. It was shown that in biofilms, bacteria are more viable in the presence of hydrogen peroxide than planktonic cultures. Differences in peroxidase activity between the bacteria of the type strain and its derivatives, grown under standard conditions and with a deficient of nitrogen in the medium, were revealed. The obtained data are important for understanding the basic mechanisms of bacteria of the genus *Azospirillum* adaptation to damaging environmental factors.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, biofilms, oxidative stress, peroxidase.

**Д.М. Каменецкая, Т.В. Анохина**

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России

## **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВАЛОЧНОГО ГАЗА**

Статья посвящена актуальным эколого-гигиеническим проблемам утилизации свалочного газа. Изучена целесообразность использования свалочного газа как альтернативного источника энергии.

Ключевые слова: свалочный газ, утилизация, альтернативные источники энергии.

Ежегодно на территории Российской Федерации образуется около 63 млн т (в среднем 445 кг на человека) ТБО. В процессе эксплуатации полигона ТБО, а также в течение нескольких десятилетий после закрытия образуется биогаз.

Цель: анализ проблем переработки и использования свалочного газа.

Задачи:

- изучить состав свалочного газа,
- изучить механизмы переработки биогаза,
- изучить опыт развитых стран в области биогазовой технологии.

Биогаз (свалочный газ, газ-метан) – побочный продукт анаэробного разложения органических веществ, входящих в состав ТБО.

Разложение органических компонентов ТБО происходит последовательно в 4 стадии:

- 1) аэробное разложение (за счет кислорода воздуха, содержащегося в пустотах и проникающего из атмосферы);
- 2) анаэробное разложение без выделения метана (кислое брожение);
- 3) анаэробное разложение с непостоянным выделением метана (смешанное брожение);
- 4) анаэробное разложение с постоянным выделением метана.

В среднем в процессе разложения 1 тонны ТБО образуется около 100-200 м<sup>3</sup> биогаза. По весьма приблизительным оценкам эмиссия свалочного газа на территории Российской Федерации составляет 2 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе метана – 1 млрд м<sup>3</sup>.

Состав биогаза зависит от состава ТБО, климатических и других условий на конкретном полигоне. Главными его компонентами являются метан и диоксид углерода в соотношении от 40-70 до 30-60 % соответственно.

Методика, разработанная рядом российских институтов (НПП «Экопром» Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина, НИИ Атмосфера, ЗАО НПП «Логус»), предполагает, что в процессе разложения ТБО могут образовываться толуол, аммиак, ксилол, диоксид азота, формальдегид, этилбензол, сернистый ангидрид, сероводород. Следует отметить, что, по крайней мере, 5 газов из перечисленных относятся к 2 и 3 классу опасности.

Компоненты свалочного газа и их класс опасности

Компонент свалочного газа	Класс опасности
Метан	4
Толуол	3
Аммиак	4
Ксилол	4
Оксид углерода	4
Диоксид азота	3
Формальдегид	2
Этилбензол	4
Сернистый ангидрид	3
Сероводород	2

На полигонах ТБО с большим содержанием хлорсодержащих отходов образуются такие соединения как поливинилхлорид и поливинилиденхлорид.

Свалочный газ взрыво- и пожароопасен. Известны случаи взрывов зданий из-за накопления свалочного газа в их техподпольях. Ряд серьезных инцидентов такого рода, сопровождавшихся человеческими жертвами,

имел место, в частности, в США и Англии. Частые пожары на полигонах также являются последствием стихийного, бесконтрольного распространения свалочного газа. Биогаз токсичен, известно много случаев отравлений при техническом обслуживании заглубленных инженерных коммуникаций, которые сопровождались смертельными исходами.

Метан, входящий в состав СГ, в 7-10 раз опаснее диоксида углерода с точки зрения влияния на развитие парникового эффекта.

Во многих развитых странах (США, Германия, Нидерланды, Франция, Великобритания, Италия, Дания) на протяжении десятилетий биогаз используется в качестве альтернативного источника тепловой и электрической энергии, а также моторного топлива. По энергетическому потенциалу 1 м<sup>3</sup> биогаза соответствует 0,5 м<sup>3</sup> природного газа.

В 1965 году в США был принят закон об утилизации твердых бытовых отходов, после чего активизировались исследования и применение свалочного газа. А в 1980 году правительство США начало предоставлять производителям свалочного газа налоговые льготы. В США и ряде стран ЕС существуют законы, обязывающие потребителей покупать альтернативную энергию. К 2025 году США планируют получать из биогаза 29 млрд кВт·ч электроэнергии ежегодно.

В последние годы российские предприятия, занимающиеся утилизацией ТБО, перенимают опыт иностранных коллег. Проект «Санитарное захоронение с рекуперацией энергии на территории Московской области» был начат в 1994 г. и продолжался в течение 2,5 лет. Одной из целей проекта являлась демонстрация в России возможностей биогазовой технологии. В качестве объектов для демонстрации были выбраны 2 полигона Московской области: «Дашковка» в Серпуховском районе и «Каргашино» в Мытищинском районе. В результате были рассчитаны возможные объемы газодобычи на полигоне: в период эксплуатации образуется около 600-800 м<sup>3</sup> биогаза в час, при этом 50% этого объема может быть использовано в качестве альтернативного источника энергии. В 1995 г. началась эксплуатация первой биогазовой установки. В настоящее время обе установки (Серпухов, Мытищи) функционируют в опытно-промышленном режиме, вырабатывая до 80 кВт/ч электроэнергии каждая. Их опыт показал, что в российских условиях из 1 м<sup>3</sup> биогаза может быть произведено 1,3-1,5 кВт электроэнергии.

Перед использованием свалочный газ подвергается очистке, в результате чего образуется биометан – полный аналог природного газа по свойствам и составу.

Для сбора и использования свалочного газа необходимо строительство специальных полигонов.

В целях предотвращения проникновения продуктов гниения в почву вырывается котлован, на дно которого засыпается глиной и застилается

специальной геомембраной, служащей специальным гидроизоляционным материалом. Мусор утрамбовывается в котловане машинами-катками и засыпается глиной, что необходимо для предупреждения рассеивания мусора под действием внешних факторов. После заполнения котлован накрывается защитным покрытием (тонкий слой почвы). Кроме того, котлован оснащен трубами и насосным оборудованием. Метан, который образуется при разложении ТБО, собирается со свалки и попадает в скруббер-газоочистительный аппарат. Очищение газа основано на промывке газа жидкостью, зачастую водой. Следующий этап – поступление газа на компрессор. В конце этого этапа газ уже можно использовать в качестве альтернативного источника электро- и теплоэнергии, а также автомобильного топлива.

В ближайшем будущем целесообразно внедрение биогазовой технологии на всей территории Российской Федерации. Для чего необходимо создание нормативной документации, регламентирующей деятельность предприятий, которые занимаются утилизацией свалочного газа.

Таким образом, переработка и использование свалочного газа – перспективное направление развития альтернативных источников энергии. При этом также решается проблема утилизации свалочного газа, что несет в себе положительный экологический эффект.

#### Литература

1. Федеральный закон от "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 25.12.2018)
2. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ
3. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ
4. Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 21.11.2011 N 323-ФЗ
5. СанПиН 2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
6. СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М., Минприроды России; НИА-Природа, 2018.
8. Соловьянов А.А. Сжигание ТКО: действовать обдуманно. Твердые бытовые отходы, 2017, №6, с. 14 – 17
9. Касимов А.М., Мелашенко А.С. Биогаз полигонов ТБО – важный резерв альтернативных источников энергии// ХНАГХ, 2008.

**D.M. Kamenetskaya, T.V. Anokhina**

Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Russian Federation

#### **ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASPECTS OF PROCESSING AND USE OF LANDFILL GAS**

The article is devoted to the actual ecological and hygienic problems of landfill gas utilization. The feasibility of using landfill gas as an alternative source of energy has been studied.

Keywords: landfill gas, utilization, alternative energy.

**Ю.Н. Коваль, С.П. Бояринова**

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
г. Железногорск, России, Красноярский край, Россия

## **ПРОБЛЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБУСТРОЙСТВА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ**

Лес дает дом для большинства разнообразия видов флоры и фауны и выполняет разнообразные функции [1]. Территория ЗАТО Железногорск является довольно облесенной – доля лесов составляет около 64%. Это является значительной площадью среди всех наземных экосистем. С целью недопущения сокращения площади лесов от пожаров, необходимо проводить мероприятия направленные на профилактику и предотвращения возгораний в лесных массивах. В связи с близостью лесного массива к жилым застройкам большую опасность представляет риск перекидывания, как верховых, так и низовых пожаров на строения. В статье приведены основные пути решения профилактики возгораний.

Ключевые слова: лесные пожары, противопожарный разрыв, городская зона, лесной массив.

Цель исследования найти и предложить оптимальный путь решения профилактики и дальнейшего недопущения возгораний в лесных массивах расположенных за ул. Верхняя Саянская ЗАТО г. Железногорск.

Каждый год с началом пожароопасного сезона и до конца осени на территории ЗАТО г. Железногорск регистрируется в среднем около 20-30 возгораний в лесном массиве.

Анализ статистических данных за последние пять лет (период с 2013 по 2018г.) показал, что большинство пожаров, зарегистрированных на территории ЗАТО Железногорск, относятся к низовым беглым. На лесных участках, которые имели транспортную доступность, возгорания ликвидировались в первые часы. Однако на лесных участках, которые не имели транспортную доступность и имели сложный ландшафт, горение наблюдалось от одних суток и более. Для примера можно проанализировать 2017, 2016 и 2015 года, когда лесной пожар не утихал более трех суток и жители города задыхались от дыма в результате очага лесного пожара за ул. Верхняя Саянская.

Угроза возгорания лесных участков расположенных за ул. Верхняя Саянская опасна тем, что в связи с близостью индивидуальной жилой застройки, огонь может перекинуться на строения.

Следует отметить, что верховой пожар согласно статистической

отчетности на территории ЗАТО Железногорск случался единожды – в 2012 году, в районе п. Подгорный.

Леса, расположенные на земельных участках, на территории закрытого административно-территориального образования Железногорска, образованного в пределах настоящих границ постановлением администрации Красноярского края от 05.05.1998 № 256п «О согласовании границ закрытого административно-территориального образования город Железногорск», утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 27.07.1998, № 899 «Об утверждении границ закрытого административно-территориального образования город Железногорск Красноярского края».

Интересующий нас лесной район, на котором ежегодно регистрируются возгорания, относится к землям населенных пунктов и является собственностью данного административно-территориального образования. Лесной участок расположен вверх по склону от ул. Верхняя Саянская, в северном направлении. Ландшафт характерен множественными распадками, почва влажная суглинистая [3].

Исследования низовых лесных пожаров производилась с 2015 по 2017 год на площади 10 га. Выявлено, что пожаром были повреждены корневые шейки 60% деревьев. У 50% деревьев (в основном у березы 40-летнего возраста) повреждение коры общей толщиной 4-5 мм прогоранием произошло на глубину 2-3 мм. Верхняя часть их корневой системы низовым пожаром повредилась на 50-60%. 30% деревьев исследуемого древостоя повреждены в меньшей степени (прогорание коры было на глубину 1-1,5 мм, т.е. менее чем на 50% её толщины). При этом на повреждённой огнём стороне у деревьев в следующем, 2017 г. не наблюдался рост побегов, а на противоположной, не повреждённой огнём стороне, на высоте 1,5-2 м наблюдался существенный рост новых веток с листьями. В 2018 г. на этих деревьях повреждённая сторона так и не восстановилась, а со стороны, где огонь не коснулся деревьев, наблюдался прирост веток, но менее интенсивный, чем у не повреждённых огнём деревьев. На исследуемом участке осталось около 15% деревьев полностью угнетенных, то есть сухостойных [2].

Натурное обследование лесного участка показало – что на данной территории отсутствуют противопожарные барьеры на пути движения огня к жилой застройки. В лесном массиве присутствуют сухие горючие материалы – упавшие сухостойные деревья, сухая трава и т.п.

Решение лесопожарной проблемы – предусмотреть проведённые мероприятия по устройству минерализованных полос в районе ул. Верхняя Саянская ЗАТО г. Железногорск. Необходимо создать противопожарный барьер на границе с лесными массивами и индивидуальными жилыми застройками, который бы позволял свести опасность распространения пожара на жилые массивы до минимума [4].

С целью задержки распространения низового пожара предлагаем очищение от горючих материалов до минерального слоя почвы или обработку почвообрабатывающими орудиями опашка. Выше по склону необходимо сделать вторую минерализованную полосу для целей опорной линии при пуске отжига и встречного огня, чтоб пожар не уходил в глубь леса [3].

#### Литература

1. Экологическая оценка состояния лесов в Сибири // Устойчивое лесопользование. 2009. № 2. С. 21–31.
2. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России // Климатические изменения: взгляд из России / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: ТЕИС, 2003. С. 69–98.
3. Шивороков А.И., Воротников В.П., Ибрагимов А.К. Изучение ценопопуляций растений. Н. Новгород, 1994. С. 142–143.
4. ГОСТ 17.6.1.01-83 Охрана природы. Охрана и защита лесов.

**Yu.N. Koval, S.P. Boyarinova**

FGBOU VO Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Territory, Russia

#### **PROBLEMS OF FOREST FIRE FIGHTING EQUIPMENT**

Annotation. The forest provides a home for most of the diversity of species of flora and fauna and performs various functions [1]. The territory of ZATO Zheleznogorsk is quite forested – the proportion of forests is about 64%. This is a significant area among all terrestrial ecosystems. In order to prevent the reduction of forest area from fires, it is necessary to carry out activities aimed at preventing and preventing fires in forests. Due to the proximity of the forest to residential buildings, the risk of throwing high and low fires onto buildings is a great danger. The article presents the main ways to address the prevention of fire.

Keywords: forest fires, fire break, urban area, forest.

А.С. Костин

Московский государственный университет, Россия

## СВОЙСТВА ПОЧВ НА САМОЗАРАСТАЮЩИХ УЧАСТКАХ ЗОЛОТВАЛА ШАТУРСКОЙ ГРЭС (МОСКОВСКАЯ ОБЛ.)

Установлено, что на самозарастающих участках золоотвала Шатурской ГРЭС формируются дерновые слабообразованные почвы. Изученные почвы характеризуются наличием гумусово-слабообразованного горизонта. Анионно-катионный состав водорастворимых солей в техногенно-трансформированных почвах меняется с гидрокарбонатно-кальциевого на гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый. Увеличение щелочности почв (на 1,5 ед. рН) способствует снижению миграционной способности и аккумуляции тяжелых металлов в почвах.

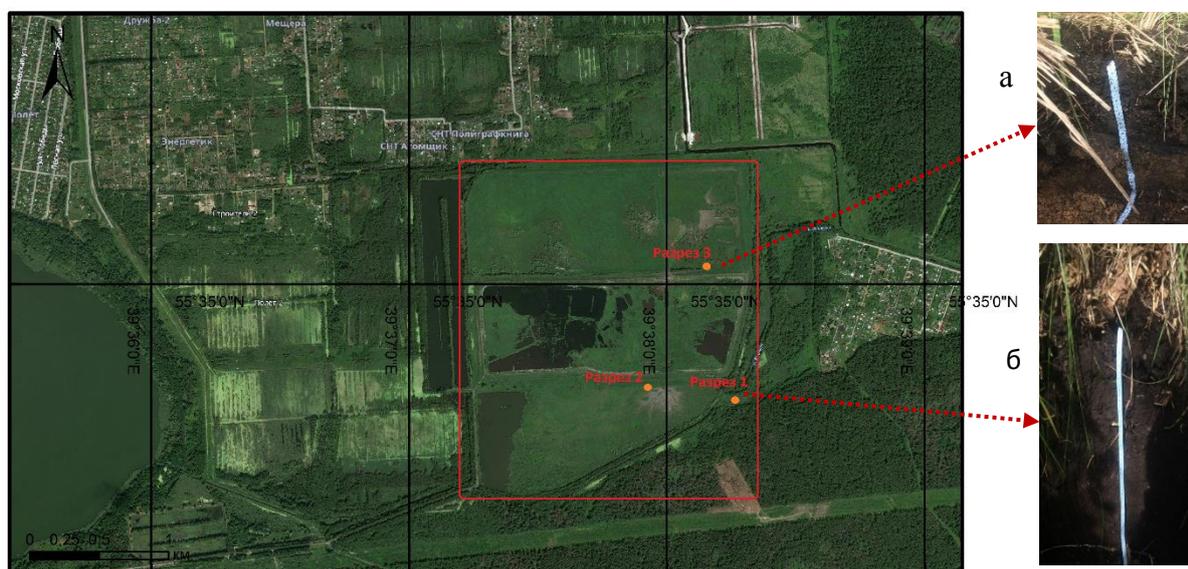
Ключевые слова: золошлаковые отходы, дерновые почвы, легкорастворимые соли, тяжелые металлы.

Производство электроэнергии при сжигании твердого топлива на тепловых электростанциях приводит к образованию большого объема промышленных отходов – золы-уноса и шлаков, которые складываются в виде жидкой пульпы в специальных сооружениях - золоотвалах и прудах-отстойниках. При транспортировке пульпы по трубопроводам в отвал происходит трансформация химического состава минеральной части золошлаков. На первой стадии, образовавшиеся при сгорании угля оксиды щелочных и щелочноземельных элементов, взаимодействуют с водой, переходят в гидроксиды (рН возрастает до 9-10). На втором этапе идет окарбонирование щелочной золы при взаимодействии гидроксидов пульпы с  $\text{CO}_2$  атмосферного воздуха. Вследствие использования гидроксида кальция для очистки дымовых газов от  $\text{SO}_2$  в скрубберах образуются труднорастворимый сульфат кальция, который также поступает с пульпой в отвал [3].

Целью работы являлось изучение морфологии и свойств дерновых почв на участках самозарастания золоотвала Шатурской ГРЭС.

**Объект и методы.** Золоотвал (пруд-отстойник) Шатурской ГРЭС имеет общую площадь около 4,5 км<sup>2</sup>, располагается в черте г. Шатуры Московской области и занимает плоскую заболоченную поверхность, окруженную системой дренажных каналов [1]. Ранее площадка золоотвала использовалась под торфоразработки. Золошлаковые отходы ГРЭС являются продуктом сжигания торфов Шатурских торфяных болот в смеси с мазутом для растопки котлов. Размещение отходов в золоотвале прекращено по причине перехода ГРЭС на газовое топливо [4], поэтому в настоящее время наблюдается зарастание отвала древесно-кустарниковой и травянистой растительностью. В древесном ярусе преобладают тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) и клен ясенелистный (*Acer negundo*).

В травянистых сообществах отмечаются полевика собачья (*Agrostis canina*), донник белый (*Melilotus albus*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*) и костер безостый (*Bromus inermis*). Поверхность золоотвала осложнена просадками вследствие сработки торфа с зарослями рогоза узколистного (*Typha angustifolia*).



Расположение почвенных разрезов и профили исследованных почв (а – дерновые слаборазвитые почвы, б – торфяные эутрофные почвы) в окрестностях золоотвала Шатурской ГРЭС

На фоновых заболоченных участках под сообществами с участием березы пушистой (*Betula pubescens*), ольхи черной (*Alnus glutinosa*) и осоки волосистой (*Carex pilosa*) формируются торфяные эутрофные почвы [5], профиль которых состоит из торфяных слоев темно-бурого и темно-серого цвета, разной степени разложения растительных остатков. Почвы слабокислые (рН=5,8-6,2), характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом солей по всему профилю и близким залеганием почвенно-грунтовых вод (0,5 м).

Дерновые слаборазвитые техногенно-трансформированные почвы формируются на зарастающих участках по периферии золоотвала. Почвы характеризуются наличием гумусово-слаборазвитого горизонта (гор. W) переработки золошлаковых отложений процессами почвообразования [6], мощностью до 5 см, непрочного мелкокомковатого по структуре, темно-серого с седоватостью по цвету, густо пронизанного корнями трав с большим количеством недогоревших углистых частиц. Книзу почва подстилается золошлаковыми отложениями (ТСН – «техногенные грунты») серовато-черного цвета, крупнопылеватого и песчаного состава, с торфяными остатками.

На фоновых участках и на зарастающей поверхности золоотвала были заложены почвенные разрезы (рисунок). Отбор образцов почв

проводился из разрезов до глубины 100 см с шагом 10 см. В образцах почв и золошлаковых отходов определяли общее содержание углерода методом бихроматного окисления, гранулометрический состав на лазерном гранулометре, величину рН потенциометрическим методом, содержание легкорастворимых солей в водной вытяжке хроматографическим методом, содержание карбонатов газовольнометрическим методом. Оценка уровня загрязнения почв тяжелыми металлами проводилась посредством расчета коэффициентов их концентрации ( $K_c$ ) в гумусовом горизонте дерновых почв на торфяных золошлаках по отношению к верхнему горизонту торфяных почв на фоновых участках. При расчете показателя суммарного загрязнения почв ( $Z_c$ ) по формуле:  $Z_c = \sum K_c - (n-1)$  принималось содержание тяжелых металлов с  $K_c > 1,5$  [2].

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные исследования показали, что золошлаки Шатурской ГРЭС отличаются слабощелочной реакцией (рН=7,8), вскипают при взаимодействии с 10% HCl, содержание карбонатных солей в золе не более 1,7%. Величина электропроводности достигает 274  $\mu\text{S}/\text{см}$ , сумма легкорастворимых солей не превышает 2,49 ммоль/100 г золы. Среди ионов в водной вытяжке преобладают  $\text{Ca}^{2+}$  (1,68 ммоль (+)/100 г золы),  $\text{SO}_4^{2-}$  (0,79 ммоль (-)/100 г золы) и  $\text{HCO}_3^-$  (0,41 ммоль (-)/100 г золы). Содержание пирогенного углерода в торфяной золе достигает 6,5%. Содержание карбонатов в золе составляет 1,7%. В составе гранулометрических фракций в торфяной золе преобладают фракции среднего и крупного песка 250-1000 мкм (30,3%), крупной пыли 10-50 мкм (29,4%) с большой долей мелкого песка 50-250 мкм (20,7%).

Дерновые слаборазвитые техногенно-трансформированные почвы на золошлаковых отходах имеют нейтральную и слабощелочную реакцию (рН=7,2-7,7), что превышает фоновые значения на 1,5 ед. рН. Электропроводность водной вытяжки достигает 200  $\mu\text{S}/\text{см}$ . Ионный состав водной вытяжки изменяется с гидрокарбонатно-кальциевого на гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый. Общее содержание водорастворимых солей возрастает в 10 раз, по сравнению с фоном.

Слабощелочная обстановка в окрестностях золоотвала способствует снижению миграционной способности элементов, подвижных в форме катионов, и осаждению тяжелых металлов [2]. Загрязнение гумусового горизонта дерновых почв на отвале связано с Cr ( $K_c=2,2$ ) и Ni ( $K_c=2,3$ ), но, в большей степени ассоциируется с V ( $K_c=3,1$ ), Zn ( $K_c=3,8$ ) и Pb ( $K_c=5,0$ ), что обусловлено исходным вещественным составом торфяных золошлаков. Величина суммарного показателя загрязнения почв не превышает допустимый уровень ( $Z_c < 16$ ).

**Заключение.** Таким образом, в результате процессов самозаращения торфяного золоотвала Шатурской ГРЭС на золошлаках формируются слаборазвитые дерновые почвы. Выявлена трансформация состава легкорастворимых солей почв с гидрокарбонатно-кальциевого на

гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый. Мелкодисперсные частицы торфяной золы отличаются высоким содержанием тяжелых металлов (Cr, Ni, V, Zn и Pb), которые в щелочных условиях характеризуются низкой подвижностью и интенсивно аккумулируются в почвах. Суммарное загрязнение верхнего горизонта дерновых почв на отвале не превышает допустимый уровень ( $Z_c < 16$ ).

#### Литература

1. Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р. и др. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск, СГУ, 1997. - 296с.
2. Геохимия окружающей среды / Саэт Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. М: Недра, 1990. 335 с.
3. Махнев А.К., Чибрик Т.С., Трубина М.Р., Лукина Н.В. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. - Екатеринбург: УрО РАН, 2002. - 356 с.
4. Мосэнерго за 15 лет. 1920-1935. М.: Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР, 1936. 133 с
5. Почвы Московской области и их использование / ред. Шишов Л.Л., Войтович Н.В. Т. 1. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2002.
6. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С. и др. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России// Почвоведение. 2014. № 10. - С. 1155-1164.

#### **A.S. Kostin**

Lomonosov Moscow State University

#### **SOIL PROPERTIES WITHIN OVERGROWING ASH DUMP SITES OF THE SHATURSKAYA HEAT POWER PLANT (MOSCOW REGION)**

It is determined that raw soddy soils within overgrowing ash dump sites are formed. The studied soils are characterized by the presence of weakly developed humus horizon. Anionic and cationic composition of water-soluble salts in technogenic-transformed soils changes from calcium-bicarbonate to calcium-bicarbonate-sulphate. The increase in soil alkalinity (by 1,5 pH units) reduces the mobility of heavy metals and facilitates its accumulation in soils.

Keywords: ash and slag wastes, soddy soils, readily soluble salts, heavy metals

П.А. Кузьмин<sup>1</sup>, А.М. Кузьмина<sup>2</sup>, Л.В.Садикова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Елабуга, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», Россия

## АНАЛИЗ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ

В статье приведены параметры абиотической среды обитания в различных типах насаждений города: температура воздуха и поверхности почвы, относительная влажность воздуха. По сравнению с естественными фитоценозами более высокие температуры воздуха и поверхности почвы были отмечены на пробных площадях в насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий и в магистральных посадках. В течение вегетации наибольшие значения относительной влажности воздуха зафиксированы в зоне условного контроля, которая представлена насаждениями с более высокой плотностью, по сравнению с городскими ландшафтами. В городских посадках отмечено увеличение пороков, снижение жизненного состояния, что связано с сильным повреждением листовых пластинок, формированием некроза листьев, снижением показателя живой площади листьев, что является следствием интенсивной техногенной нагрузки на древесные растения.

Ключевые слова: жизненное состояние, *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L.

Все крупные промышленные регионы, которые состоят из определенных природно-климатических условий и при этом сочетают своеобразный тип хозяйствования, привлекают внимание с экологической точки зрения. Современные проблемы техногенной среды связаны с чрезмерной концентрацией населения, транспорта и многочисленных промышленных объектов, которые оказывают негативное воздействие на растения снижая их жизненное состояние, видоизменяя морфо-физиолого-биохимически, способствуя появлению многочисленных болезней и вредителей [1,2,5].

Важным фактором оптимизации антропогенной среды является организация зелёных насаждений. Для оптимального подбора породного состава насаждений требуется изучение фенологических, морфологических особенностей различных пород древесных растений, определение их жизненного состояния с учетом локальных микроусловий в каждом типе насаждений с учетом экологического и функционального зонирования городской территории.

Объектом исследования являлись древесные растения: аборигенные виды – клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.); интродуцированные виды – клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) и тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.). Изучаемые виды произрастали в городе в составе насаждений различных экологических

категорий: магистральные посадки (МП) (крупные автомагистрали «Авто-1» и проспект Мира) и санитарно-защитные зоны (СЗЗ) промышленных предприятий – ОАО «КамАЗ», кузнечный и литейный заводы, являющихся основными загрязнителями города. В качестве зон условного контроля (ЗУК) для березы повислой, липы мелколистной и клена остролистного выбрано Челнинское лесничество. Интродуцированные виды – клен ясенелистный и тополь бальзамический – исследовались на территории городского парка «Гренада» [3].

Пробные площади закладывали регулярным способом (по 5 шт. в каждом районе, размером не менее 0.25 га). В пределах пробной площади проведен отбор (по 10 растений каждого вида) и нумерация учетных древесных растений. Учетные особи имели хорошее жизненное состояние и средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние ( $g_2$ ).

Жизненное состояние древесных растений устанавливали визуально по степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон растений. Согласно методике, по десятибалльной шкале оценивали: количество живых ветвей в кронах деревьев (P1), степень облиственности крон (P2), число живых (без некрозов) листьев в кронах (P3), среднее число живой площади листа (P4) [4].

Анализ микроусловий среды обитания: определение параметров температурного режима почвы и атмосферного воздуха; влажность атмосферного воздуха. Для этого был использован переносной прибор Метеоскоп-М.

Математическая обработка материалов проведена с применением статистического пакета «Statistica 5.5».

Нами были проанализированы некоторые параметры абиотической среды обитания в разных типах насаждений, где произрастали исследуемые особи растений. В течение периода активной вегетации мы фиксировали температуру воздуха и поверхности почвы, относительную влажность воздуха.

По сравнению с естественными фитоценозами более высокая температура воздуха была отмечена на пробных площадях, которые находились в насаждениях санитарно-защитной зоны промышленных предприятий и в магистральных посадках. Максимальная разница температур составляла 7 °С в августе в зоне условного контроля и в примастральных посадках. Более высокие температуры воздуха в городской среде и, в частности, в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий формируют специфические микроусловия и усиливают негативное влияние антропогенного фактора на растительные организмы.

Температура поверхности почвы имела различные значения в насаждениях в зависимости от расположения пробных площадей. Максимальные значения данного показателя, не зависимо от расположения

площадок, зафиксированы в июле. Более высокие температуры поверхности почвы характерны для техногенных ландшафтов. Следует отметить площадки в примагистральных насаждениях, на которых температуры поверхности почвы были выше, чем в других исследуемых насаждениях. Разница температур составляла 6-7 °С.

Не зависимо от периода вегетации наибольшие значения показателя были зафиксированы в насаждениях зоны условного контроля, которая представлена территориями с высокой плотностью насаждений, по сравнению с городскими посадками. Во всех типах насаждений, кроме посадок СЗЗ завода литейный, максимальные значения относительной влажности воздуха были отмечены в августе. Таким образом, растительный компонент в антропогенной среде является существенным фактором, который выполняет средорегулирующие функции, влияя на формирование локальных микроусловий среды обитания.

Анализ жизненного состояния (ЖС) растений показал, что в насаждениях ЗУК клен остролистный имеет хорошее жизненное состояние (38 баллов из максимальных 40 баллов), а остальные изучаемые виды имеют удовлетворительное состояние: липа мелколистная (36), клен ясенелистный и тополь бальзамический (по 37 баллов). В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках особи неудовлетворительного состояния представлены липой мелколистной (32-34), кленом ясенелистным (34) и топодем бальзамическим (31-33 балла). Клен остролистный в данных категориях насаждений имеет удовлетворительное состояние (37 баллов). Снижение жизненного состояния у видов древесных растений, произрастающих в городских насаждениях разных экологических категорий, связано с сильным повреждением листовых пластинок и формированием некроза листьев, со снижением показателя живой площади листа. Полученные результаты сопоставимы с ранее проведенными таксационными исследованиями на территории г. Ижевска, в которых также отмечалось снижение жизненного состояния древесных и травянистых растений в городских насаждениях [Бухарина, 2012].

В городских насаждениях были отмечены следующие патологии (пороки) древесных растений: морозные трещины, прорости (открытые и закрытые), кривизна ствола, механические повреждения, сухобокость, многоствольность, наличие сухих ветвей в кроне, краевой некроз листьев. В насаждениях ЗУК наиболее часто встречались – морозные трещины (у 42% особей), прорости (27) и механические повреждения (23% особей). В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках преобладали морозные трещины и сухобокость (по 28% особей), прорости (22), кривизна ствола и многоствольность (по 11% особей).

Таким образом, в городских условиях в насаждениях отмечено увеличение пороков у изучаемых видов древесных растений, что является

следствием взаимовлияния микроусловий произрастаний растений и техногенной нагрузки.

#### Литература

1. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
2. Бухарина И.Л., Кузьмин П.А. Жизненное состояние и содержание танинов в листьях древесных растений в условиях городской среды (г. Набережные Челны) // Растительные ресурсы. 2013. Вып. 1. С. 77-84.
3. Атлас Республики Татарстан / Гл. ред Г.В. Поздняк. М.: ПКО «Картография», 2005. 700 с.
4. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации (дополненное и переработанное издание). – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
5. Бухарина И. Л., Журавлева А. Н., Большова О. Г. Городские насаждения: экологический аспект: монография. – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2012. – 204 с.

**P.A. Kuzmin<sup>1</sup>, A.M. Kuzmina<sup>2</sup>, L.V.Sadikova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazan State University, Elabuga, Russia

<sup>2</sup>Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

#### **ANALYSIS OF LIFE STATE OF WOOD PLANTS IN CITY PLANTINGS**

The article presents the parameters of the abiotic habitat in various types of plantings of the city: air temperature and soil surface, relative humidity. Compared to natural phytocenoses, higher temperatures of air and soil surface were observed on trial plots in plantings of sanitary protection zones of industrial enterprises and in mainline plantings. During the growing season, the highest values of relative humidity are fixed in the conditional control zone, which is represented by plantations with a higher density, compared to urban landscapes. In urban plantings, there was an increase in malformations, a decrease in vital status, which is associated with severe damage to leaf blades, the formation of leaf necrosis, a decrease in the living leaf area, which is a consequence of the intense man-made load on woody plants.

Keywords: living condition, *Acer platanoides* L., *Tilia cordata* Mill., *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L.

**Г.В. Лобкова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЦЕСС ФОТОСИНТЕЗА У ВОДНОГО РАСТЕНИЯ *ELODEA CANADENIS***

Изучено влияние солей свинца и никеля на процесс фотосинтеза у водного растения *Elodea canadensis*. Установлено, что при культивировании элодеи в растворах с концентрациями 5,00, 2,50, 1,25, 0,62, 0,31, 0,15, 0,07, 0,03 мг/л сокращается количество хлоропластов в клетках растения, а содержание кислорода в среде увеличивается, что указывает на нарушение процесса фотосинтеза.

Ключевые слова: тяжелые металлы, фотосинтез, хлоропласты, *E. canadensis*

В процессе жизнедеятельности растения извлекают из окружающей природной среды химические элементы, в том числе тяжелые металлы (ТМ), вовлекая их в различные биохимические реакции. При этом, учитывая уровень антропогенной нагрузки на природные экосистемы, концентрации ТМ (Hg, Pb, Cu, Cd, Ni, Co, Sn, Mn, As, Fe, Zn, Cr) могут значительно превышать необходимые для нормального существования организмов. Как результат, нарушается ход разнообразных физиологических процессов, что может приводить к снижению уровня жизнеспособности. В таких условиях, одни виды растений не справляясь с нагрузкой погибают, у других включаются защитные механизмы, приводящие к накоплению в различных органах и тканях металлов, причем часто их содержание в растениях становится выше, чем в среде обитания [1, 2].

Поэтому в системе экологического мониторинга важное место занимают наблюдения за физиологическими показателями организмов, закономерные изменения которых под действием определенных поллютантов можно использовать в качестве критериев биотестирования природных сред.

Цель работы – изучить влияние солей тяжелых металлов в различных концентрациях на процесс фотосинтеза у водного растения *Elodea canadensis*.

Готовили растворы  $Pb(CH_3COO)_2$ ,  $Ni(CH_3COO)_2$ , в концентрациях соответствующих 5,00, 2,50, 1,25, 0,62, 0,31, 0,15, 0,07, 0,03 мг/л последовательным разбавлением отстоянной водопроводной водой.

Для эксперимента отбирали равномерно окрашенные побеги *E. canadensis* в хорошем физиологическом состоянии с длиной около 5см и помещали в емкости объемом 200мл с растворами ацетатов никеля и свинца с заданными концентрациями. Контрольные образцы помещали в отстоянную водопроводную воду. Растворы меняли через каждые 2-3 дня в течение 14 суток. Опыты выполняли в трехкратной повторности.

На первом этапе проводили исследования на предмет возможного влияния ионов  $Pb^{2+}$  и  $Ni^{2+}$  на цитологические характеристики *E. canadensis*. Прежде всего, обращали внимание на количественные изменения хлоропластов, как органелл, обеспечивающих процесс фотосинтеза. Приоритетность подобных исследований определяется высокой уязвимостью клеточных структур к действию токсикантов, которые в большом количестве поступают в природные среды, а также необходимостью выявлять механизмы адаптации, позволяющие, в том числе и водным растениям, противостоять изменяющимся условиям среды.

Микроскопические наблюдения за растениями проводили на протяжении всего эксперимента через каждые три дня, начиная со вторых суток. Для приготовления витальных препаратов использовали листья *E. canadensis* и просматривали около 100 клеток на каждом препарате.

На рисунке 1 представлены данные по количеству содержащихся в клетках элодеи хлоропластов в зависимости от концентрации исследуемого раствора.

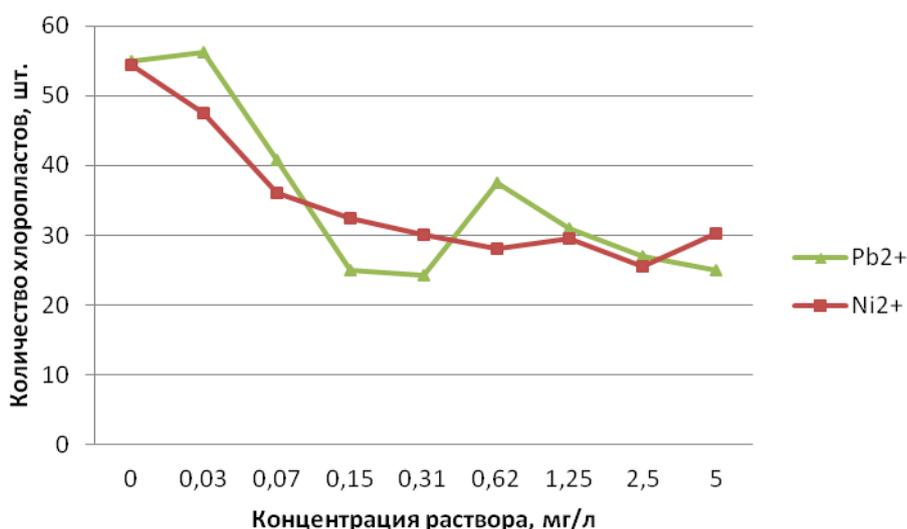


Рис. 1. Количественная зависимость хлоропластов от концентрации растворов ацетатов свинца и никеля

Установлено, что в присутствии ионов никеля и свинца во всех концентрациях количество пластид последовательно сокращается. Исключение составляет раствор ацетата свинца с концентрацией 0,03 мг/л, в котором среднее количество хлоропластов увеличилось по сравнению с контролем. В растворах с 0,62 и 1,25 мг/л соли свинца рассматриваемый показатель также изменился в сторону увеличения, но, по-прежнему, был почти в два раза ниже контрольных значений.

Далее при помощи метода Винклера определяли содержание кислорода в культивационной среде в зависимости от концентрации исследуемых растворов солей – данные представлены на рисунке 2.

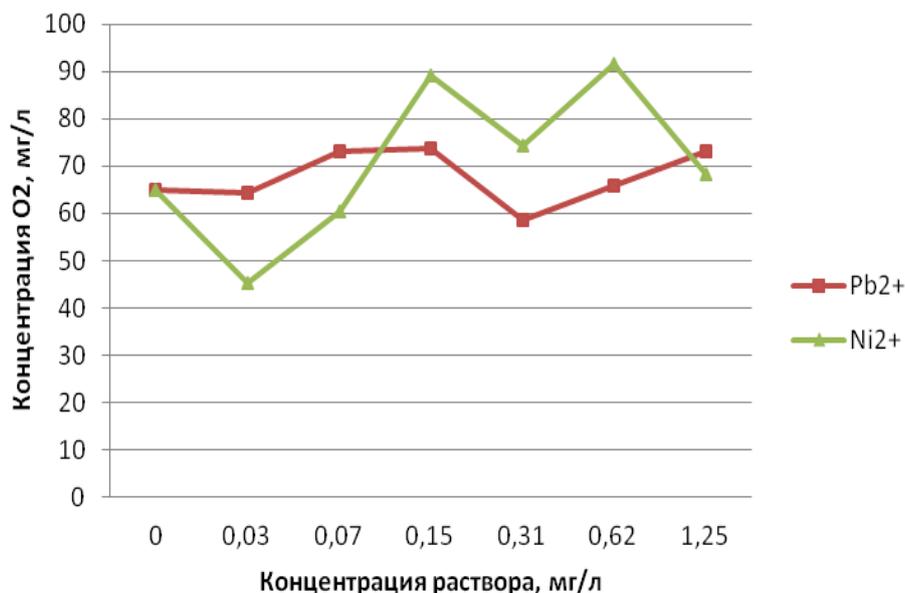


Рис.2. Зависимость содержания растворенного кислорода от концентрации ацетатов свинца и никеля в культивационной среде

Так, во всех исследуемых средах, кроме растворов ацетата свинца с концентрацией 0,31 и ацетата никеля – 0,03, 0,07 мг/л, содержание кислорода увеличилось по сравнению с контролем.

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено влияние солей свинца и никеля в заданных концентрациях на процесс фотосинтеза у *E. canadensis*, что проявилось в разрушении хлоропластов и привело к снижению количества хлорофилла.

Как было установлено ранее [1], в присутствии в среде Ni<sup>2+</sup> концентрация хлорофилла *b* снижается сильнее, чем хлорофилла *a*, что может быть следствием, как торможения синтеза хлорофилла, так и его деградации.

В присутствии Pb<sup>2+</sup> концентрация хлорофилла *b*, наоборот, значительно увеличивается. Похожие результаты были получены автором [2]. Поскольку хлорофилл *b* сосредоточен только в антенне фотосинтетического аппарата, где не только участвует в процессах поглощения и миграции энергии, но также выступает в качестве основного регулятора ее размера, то изменение содержания антенных белков ведет к изменению соотношения хлорофиллов *a/b* [3], т.е., предположительно ионы Pb<sup>2+</sup> оказывают непосредственное влияние на структуру антенных белков.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что при поступлении в среду солей Pb<sup>2+</sup> и Ni<sup>2+</sup> фотосинтетический аппарат *E. canadensis* одним из первых реагирует на стрессовое воздействие [4], а состояние пигментной системы определяет эффективность фотоассимиляции CO<sub>2</sub> [5].

## Литература

1. Экологическая оценка воздействия солей  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и  $Pb^{2+}$  на фотосинтетическую активность водных растений / Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докл. междунар. науч.-техн. конф., г. Белгород, 24-25 нояб. 2015г.
2. Еськова, Е.Н. Влияние свинца на содержание хлорофилла в листьях ярового ячменя / Е.Н. Еськова // Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век – Красноярск: Изд. КГАУ, 2014 – С. 126-128.
3. Тютерева Е.В. Хлорофилл *b* как источник сигналов, регулирующих развитие и продуктивность растений / Е.В. Тютерева, В.А. Дмитриева, О.В. Войцеховская // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т 52. – № 5. – С. 843-855.
4. Нестеренко Т.В., Тихомиров А.А., Шихов В.Н. Индукция флуоресценции хлорофилла и оценка устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям // Журн. общей биологии. 2007. Т. 68. С. 444-458.
5. Kumar P., Prasad M.N.V. Photosynthetic Pigments and Gaseous Exchange in Cadmium Exposed *Ceratophyllum demersum* L. (a Freshwater Macrophyte) – a Model for Hormesis // J. Plant Biol. 2004. V. 31. P. 1-8.

**G.V. Lobkova**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Yuri Gagarin State Technical University of Saratov” (SSTU), Saratov

### **EFFECT OF HEAVY METALS PHOTOSYNTHESIS PROCESS IN WATER PLANTS ELODEA CANADENSIS**

The effect of lead and nickel salts on the photosynthesis process in the aquatic plant *Elodea canadensis* was studied. It was established that when cultivating elodea in solutions with concentrations of 5.00, 2.50, 1.25, 0.62, 0.31, 0.15, 0.07, 0.03 mg / l, the number of chloroplasts in plant cells decreases, and the oxygen content in the environment increases, indicating a violation of the process of photosynthesis.

Keywords: heavy metals, photosynthesis, chloroplasts, *E. canadensis*.

**Т.В. Макаренко, Е.М. Гребенчук**

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
Республика Беларусь

## **СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА, КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ И МЕДИ В ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ р. СОЖ**

Проведенные исследования показали, что в изучаемых водоемах содержание меди в 14,2 раз выше, чем фоновая концентрация. Содержание никеля в 3,5-5 раз и более превышает фоновое значение. Ряд накопления металлов имеет вид: Cu>Ni>Co>Pb.

Ключевые слова: высшие водные растения, тяжелые металлы, фоновая концентрация.

Целью работы являлось определение содержания свинца, кобальта, никеля и меди в растениях р. Сож в черте г. Гомеля и загородных зонах отдыха.

**Материалы и методы.** Для отбора проб растений были выбраны следующие водоёмы: оз. Володькино (расширение коренного русла р. Сож), старичный комплекс р. Сож д. Поляновка, а также различные участки р. Сож, отличающиеся антропогенной нагрузкой.

В качестве контрольного водоема, не испытывающего техногенного влияния городской среды, был выбран старичный комплекс р. Сож, расположенный на 15 м выше города по течению реки, который не испытывает видимой антропогенной нагрузки. Основные загрязнители старичного комплекса – аэральные сухие и влажные выпадения на водную гладь. Озеро Володькино – водоем, возникший в результате расширения коренного русла р. Сож в месте впадения в него р. Ипуть. Участок реки до черты города (район д. Клёнки), загрязняется поверхностным стоком с сельхозугодий, расположенных вдоль берега реки и подходящий практически к урезу воды. В речные воды в районе центра города поступает поверхностный сток с парковой зоны и речного порта, а также поступает сток ливневой канализации города. Также растения отбирались на участке р. Сож ниже города по течению у административной черты города. Участок р. Сож у д. Чёнки расположенный значительно ниже городской черты в загородной зоне отдыха.

Отбор проб высших водных растений проводился по стандартным методикам [1]. Воздушные макрофиты срезались как можно ближе ко дну водоема. Анализировалась надземная часть макрофита.

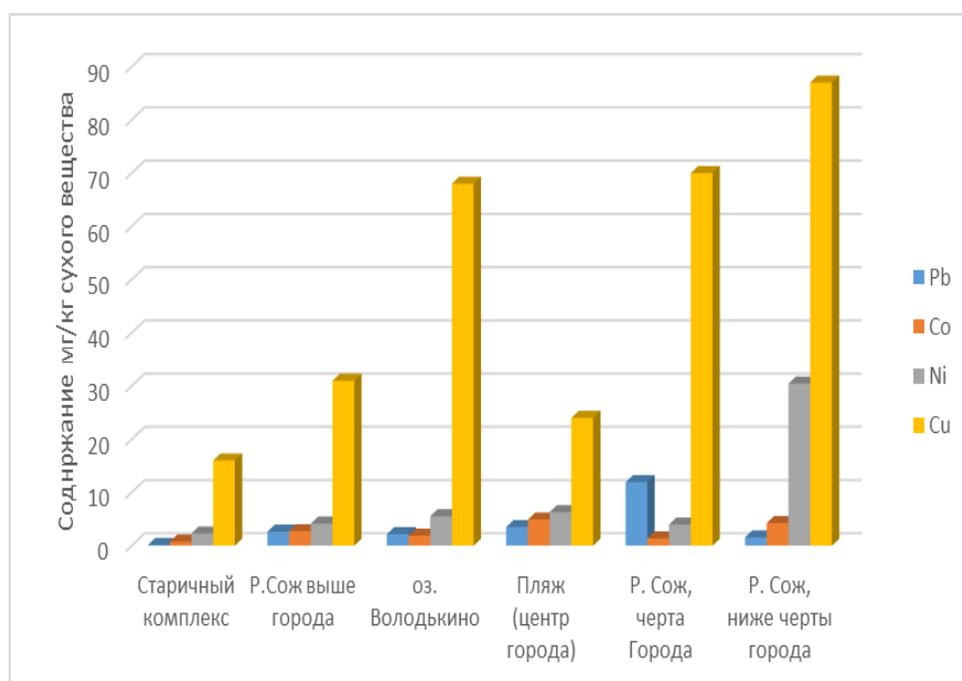
Пробы растений после тщательного ополаскивания последовательно высушивали до воздушно-сухого состояния и озоляли до белой золы в муфельной печи при 450 °С. Содержание металлов в золе растений определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на

спектрофотометре IGSM в лаборатории РУП «Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт».

Анализировались следующие виды растений: стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), частуха подорожниковая (*Alisma peantagoaquatica* L.), манник наплывающий (*Gluceria fluitans*), Осока острая (*Carex acuta* L.), камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.).

### Результаты и обсуждения.

При анализе данных по содержанию свинца, меди, кобальта и никеля в тканях растений было установлено, что концентрация этих элементов в растениях зависит как от их видовой принадлежности, так и от водоёма, в котором они произрастают.



Содержание свинца, кобальта, никеля и меди в растениях р. Сож и в водоемах, связанных с речной системой

Если анализировать изменение концентрации свинца при движении вниз по течению реки, то содержание металла в макрофитах возрастает на участке выше черты города и достигает максимума ниже административной черты города (рис. 1). Однако в зоне отдыха, расположенного значительно ниже черты города она резко снижается в 7,5 раз. Сравнительный анализ содержания металлов в растениях проводился с фоновым содержанием, определенным для растений изучаемых водоемов в исследованиях, проводимых ранее [1].

Для меди характерна иная тенденция, чем для свинца. Вниз по течению реки идёт однонаправленное увеличение металла с максимальным содержанием в загородной зоне отдыха ниже черты города и только для участка в центре города отмечается снижение содержание соединений

элемента. Следует отметить значительное превышение фоновых показателей меди в растениях на всех участках р. Сож. Минимальное содержание данного металла характерно для старичного комплекса (16,09 мг/кг), расположенного выше города по течению, но даже в этом водоёме концентрация меди превышает фоновые величины в 4,6 раза. Высокая концентрация меди (в 9,0 раз выше фоновой) характерна для макрофитов, произрастающих на участке реки в районе д. Клёнки, расположенного выше городской черты. Повышенное содержание меди можно объяснить поступлением металла в воду реки с поверхностным стоком, идущем с огородов частного сектора и других сельхозугодий. Данный факт требует дальнейшего изучения.

Совершенно другая картина прослеживается при накоплении кобальта водными растениями. Его максимальная концентрация приходится на участок р. Сож в центре города и на загородную зону (д. Ченки), где содержание металла превышает фоновое значение в 9,1 раза. Незначительно ниже концентрация кобальта в макрофитах участка р. Сож выше черты города в районе д. Кленки, здесь содержится 2,7 мг/кг сухого вещества кобальта. Примерно одинаково накапливают этот элемент водные растения оз. Володькино и растения, произрастающие в реке у административной черты города. На этих участках содержание кобальта в 1,5 раза меньше, чем у макрофитов, отобранных в районе д. Клёнки. Минимальная концентрация этого элемента, как и других металлов приходится на стачный комплекс и составляет 0,745 мг/кг сухого вещества.

Вниз по течению реки концентрация никеля увеличивается с максимальным содержанием у растений в зоне отдыха (д. Чёнки) и только для участка у черты г. Гомеля отмечается снижение элемента. Возможно это связано с тем, что никель не является основным загрязнителем в поверхностном стоке города. На всех изучаемых участках реки содержание никеля превышало его фоновое значение в среднем в 2,0-4,5 раза. Это связано с тем, что интенсивность поглощения никеля водными растениями возрастает с ростом его содержания в воде и вследствие применения фосфатов.

В изучаемых водоемах содержание меди в 14,2 раз выше, чем фоновая концентрация. Содержание никеля в 3,5-5,0 раз и более превышает фоновое значение. В отдельных водоемах концентрация меди в 25 раз выше фона р.Сож (д.Чёнки). Минимальное количество кобальта и никеля приходится на растения старичного комплекса р. Сож.

**Заключение:** Ряд накопления тяжёлых металлов в макрофитах исследуемых водоемов г. Гомеля можно представить следующим образом:  $Cu > Ni > Pb > Co$ . Концентрация исследуемых тяжёлых металлов в воздушно-водных растениях на изученных участках реки превышает фоновые величины для кобальта и свинца в 2,4-3,4 раза, для никеля в 3,5-5,0 раз. Максимальное содержание в макрофитах приходится на медь, содержание которой в 14,2 раз выше фоновой концентрации. Основным

загрязнителем растений всех исследуемых участков р. Сож является медь. Также наблюдается высокое содержание свинца у растений, произрастающих на участке реки у административной черты г. Гомеля и никеля у растений, отобранных на участке ниже черты города. Поверхностный сток г. Гомеля может содержать соединения меди, свинца, кобальта и никеля, о чём свидетельствуют повышенные концентрации этих элементов в растениях ниже административной черты города.

#### Литература

1. Макаренко Т.В. Загрязнение высших водных растений водоемов и водотоков Гомеля и прилегающих территорий. // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. 2013. №5 (80). С.112-122.

*T.V. Makarenko, E.M. Grebenchuk*

#### **CONTENT OF LEAD, COBALT, NICKEL, AND COPPER IN HIGH AQUEOUS PLANTS IN SOZH RIVER**

Studies have shown that the copper content in the studied reservoirs is 14.2 times higher than the background concentration. Nickel content is 3.5-5 times or more than the background value. The number of accumulation of the metals is: Cu>Ni>Co>Pb.

Keywords: higher aquatic plants, heavy metals, background concentration.

**А.В. Медведева, А.Л. Подольский**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ г. САРАТОВА**

В рамках проведенного исследования экологической деятельности предприятия АО «Саратовский агрегатный завод» были проведены оценка состояния окружающей среды на территории завода, расчёты по комбинированному воздействию загрязняющих веществ, появляющихся в процессе работы производства, на здоровье людей и анализ экологической политики предприятия. На основе данного исследования даны рекомендации по оптимизации экологической политики предприятия.

Ключевые слова: машиностроение, экологическая оценка деятельности промышленного предприятия, выбросы загрязняющих веществ, сбросы загрязняющих веществ, ПДК, аддитивность, синергизм.

Машиностроительная промышленность, является отраслью, которая вносит значительный вклад в антропогенную нагрузку на экологическое качество урбосреды. Это связано с тем, что машиностроение включает в себя различные категории производственных и технологических

процессов. Для него характерен широкий спектр разнообразных выбросов и сбросов, которые комплексно воздействуют на экосистемы [1].

Целью нашей работы было оценить экологическую обстановку на АО «Саратовский агрегатный завод» (АО «САЗ»). В задачи исследования входили: анализ документации по выбросам, сбросам и отходам производства и подготовка рекомендаций по развитию системы защиты компонентов окружающей среды от загрязнения в свете обнаруженных на предприятии экологических нарушений. В ходе работы была изучена экологическая документация предприятия по воздействию его производственной деятельности на атмосферный воздух, сточные воды и по размещению отходов производства.

АО «САЗ» – это машиностроительное предприятие единичного и малосерийного производства. На заводе представлены все виды металлообработки с использованием различных технологических процессов. Завод представлен литейным-заготовительным цехом, четырьмя механическими цехами, одним гальваническим и двумя сборочными. На заводе также имеется отделение деревообработки, автомобильный цех, два административных здания и здание котельной.

Основные технологические процессы и операции, применяемые на предприятии: литейно-кузнечное производство, сварочные работы: окрасочные работы, механическая обработка металлов, закалка стальных деталей, зарядка аккумуляторов. Также воздействие на окружающую среду происходит в процессе образования загрязнителей при сжигании природного газа и при механической обработке пиломатериалов.

В таблице 1 приведены основные компоненты выбросов АО «САЗ» в атмосферный воздух, превышающие санитарно-гигиенические нормативы или приближающиеся к ним, а также вещества обладающие эффектом комбинированного вредного действия.

Результаты расчетов комбинированного действия загрязнителей представлены в таблице 2.

Превышение единицы означает присутствие комбинированного эффекта воздействия выбросов на здоровье человека, а значит, очистка воздуха в точке выброса должна осуществляться дополнительными фильтрами для снижения эффекта до санитарно-гигиенических норм. Для значений меньше единицы на предприятии не требуется дополнительных очистных установок. Данные табл. 2 показывают необходимость усовершенствование способов и систем очистки выбросов предприятия от диоксида азота, оксида серы и угарного газа, поскольку их концентрации превышают допустимые значения.

Таблица 1

## Выбросы предприятия в атмосферный воздух

Наименование веществ	Используемый критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарная фактическая концентрация вещества, мг/м <sup>3</sup>
Диоксид азота	ПДК м.р.	0,200	2	0,24583
Цианистый водород	ПДК с.с.	0,010	2	0,00199
Оксид алюминия	ПДК с.с.	0,010	2	0,02630
Оксид железа (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ),	ПДК с.с.	0,040	3	0,26935
Пыль абразивная	ОБУВ	0,040	-	0,07187
Оксид азота	ПДК м.р.	0,400	3	0,38351
Пыль неорганическая: выше 70% SiO <sub>2</sub>	ПДК м.р.	0,150	3	0,12272
Сажа	ПДК м.р.	0,150	3	0,1225
Свинец и его неорганические соединения	ПДК м.р.	0,001	1	3,6×10 <sup>-6</sup>
Диоксид серы	ПДК м.р.	0,500	3	0,06672
Серная кислота	ПДК м.р.	0,300	2	0,04879
Сольвент	ОБУВ	0,200	-	0,19257
Оксид углерода	ПДК м.р.	5,000	4	3,83407
Фтористый водород свинец оставить	ПДК м.р.	0,020	2	0,01651
Хром (VI) (хром шестивалентный)	ПДК с.с.	1,5×10 <sup>-4</sup>	1	0,00105
Эмульсол	ОБУВ	0,050	-	0,04521

Таблица 2

## Комбинированное вредное действие компонентов выбросов предприятия

Группы веществ, обладающих эффектом комбинированного вредного действия	Тип комбинированного взаимодействия	Значение комбинированного взаимодействия
Азота диоксид, серы диоксид	Аддитивность	1,36 > 1
Диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода	Синергизм	2,13 > 1.
Оксид свинца, диоксид серы	Синергизм	0,14 < 1.
Диоксид серы и фтористый водород	Аддитивность	0,96 < 1.
Диоксид серы и серная кислота	Синергизм	0,14 < 1.

Нами проанализирована документация по сточным водам предприятия в 2010-2014 годах (табл. 3).

Наиболее массовыми загрязнителями сточных вод в 2010 г. являлись железо общее и сухой остаток. В 2014 году, по сравнению с 2010 г., количество железа снизилось почти в 2500 раз в связи со сменой профилей и объемов производства, тогда как масса сухого остатка возросла в 4 раза, хлоридов – почти в 3 раза, а сульфатов – в 2 раза. Количество сточных вод,

поступающих на очистные сооружения данного предприятия, составляет 100 м<sup>3</sup>/сутки.

Таблица 3

Фактический сброс загрязнителей в 2010-2014 гг.

Наименование вещества	Класс опасности	Фактический сброс веществ (т/год) и их фактическая концентрация (мг/дм <sup>3</sup> )									
		2010		2011		2012		2013		2014	
		т/год	мг/дм <sup>3</sup>	т/год	мг/дм <sup>3</sup>	т/год	мг/дм <sup>3</sup>	т/год	мг/дм <sup>3</sup>	т/год	мг/дм <sup>3</sup>
Сухой остаток	-	10,5	110	17,5	245	21,6	266	10,2	174	46,6	725
Сульфаты	4	4,27	44,1	3,77	52,5	11,9	146	7,14	121	8,03	125
Хлориды	4э	1,38	14,3	0,84	11,5	0,78	9,61	0,48	8,23	3,79	59,1
Нефте-продукты	3	0,05	0,54	0,04	0,54	0,05	0,58	0,02	0,38	0,02	0,29
Железо общее	4	103	1068	61,6	856	0,06	0,71	0,03	0,43	0,04	0,59
Никель	3	0,01	0,083	0,01	0,10	0	0	0	0	0	0
Медь	3	1,71	17,6	0,77	10,7	0,001	0,01	0,001	0,02	0	0,01
Цинк	3	3,56	36,8	2,29	31,9	0,003	0,04	0,002	0,03	0,003	0,04
Кадмий	2	0,16	1,68	0,01	0,14	0	0	0,001	0,002	0	0
СПАВ	-	0	0	0	0	0,003	0,04	0,001	0,02	0,01	0,09

Твердые промышленные отходы также зачастую представляют опасность для окружающей среды [3]. При анализе производственных отходов предприятия было выявлено, что за смену в совокупности образуется 0,85 т твердых отходов. В их состав входят: лом цветных и черных металлов (в том числе чугун и стальная пыль); отработанные минеральные масла и эмульсионные смеси для шлифовки металлов; абразивная пыль, ветошь; песок и опилки для удаления проливов нефтепродуктов; отходы органических растворителей, отработанные ртутные люминесцентные лампы; изношенные спецодежда и обувь; отработанные аккумуляторы, бой стекла, офисные отходы и др.

На основании приведенного анализа выбросов, сбросов и производственных отходов нами даны следующие рекомендации по оптимизации экологической политики предприятия [4]:

1. Разработка плана мероприятий перехода АО «САЗ» на более экологичное производство;
2. Принятие мер по осуществлению системы бережливого производства;
3. Принятие мер по энергосбережению (утепление цехов и инженерных корпусов, переход на автономное отопление и т.п.);
4. Внедрение современных более мощных и продуктивных систем для очистки воздушных смесей в выбросах и очистки сточных вод;

5. Внедрение современных технологических процессов, нацеленных на малоотходное или безотходное производство;

6. Организация на заводе раздельного сбора производственных отходов.

#### Литература

1. Машиностроение в России и его вредные производства, влияющие на экологию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://greenologia.ru/eko-problemy/mashinostroenie/mashinostroenie-v-rossii.html> (дата обращения 17.02.2019).

2. Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство. 3-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 893 с.

3. Кувыкин Н.А., Бубнов А.Г., Гриневич В.И. Опасные промышленные отходы (лицензирование, нормативы образования и лимиты на размещение): Учебно-метод. пос. Под общ. ред. Кострова В.В. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2004. 148 с.

4. Борщев В. Я., Экологическая безопасность промышленных объектов: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. 127 с.

**A.V. Medvedeva, A.L. Podolsky**

Department of Ecology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

#### **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE OF THE CITY OF SARATOV**

We conducted an environmental assessment of the Joint-Stock Company Saratov Aggregate Plant. Our studies included an assessment of pollutant emissions and discharges, solid waste accumulation and disposal. We also computed combined effects of the pollutants appearing in the production process on human health and analyzed the enterprise's environmental policy. On the basis of this study, some recommendations were given on optimizing the environmental policy of an enterprise.

Keywords: mechanical engineering, environmental assessment of industrial enterprises, pollutant emissions, pollutant discharges, MAC, additivity, synergism.

**A.P. Мифтахова, С.В. Степанова**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия

#### **ОЧИСТКА МОДЕЛЬНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫМ ЩЕЛОЧНЫМ РЕАГЕНТОМ**

В ходе работы исследована очистка модельных вод от ионов алюминия альтернативным реагентом, полученным из плодовых оболочек зерен пшеницы.

Ключевые слова: модельные воды, ионы алюминия, очистка, плодовые оболочки зерен пшеницы, реагент.

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. Вот почему проблема очистки промышленных стоков и подготовки воды для технических и хозяйственно-питьевых целей с каждым годом приобретает все большее значение [3]. 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 [4].

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 [5]. 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 [6].

Очистка воды с помощью вторичных растительных материалов – это безотходное, безвредное и практически бесплатное производство.

В данной работе использовали реагент, полученный в результате

щелочной варки целлюлозы из плодовых оболочек зерен пшеницы (ПОЗП). Эксперименты проводились на МВ концентрацией ионов  $Al^{3+}$  100 мг/дм<sup>3</sup>, 50 мг/дм<sup>3</sup>, 25 мг/дм<sup>3</sup>, 10 мг/дм<sup>3</sup>, 5 мг/дм<sup>3</sup>, 1 мг/дм<sup>3</sup> в которых в качестве загрязнителя использовались  $KAl(SO_4)_2$ . Исходное значение рН растворов МВ варьировалось от 4 до 5 единиц.

Очистка МВ происходила по следующей реакции:



Щелочной реагент представляет собой сточные воды, образующиеся при получении целлюлозы из ПОЗП методом натронной варки. Получали его 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, целлюлоза промывалась до нейтрального значения рН. Эксперимент осуществлялся 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  $Al^{3+}$  100 мг/дм<sup>3</sup>. Затем небольшими порциями, перемешивая, добавлялся реагент до выпадения хлопьев  $Al(OH)_3$  белого цвета и достижения нужного значения рН раствора. Содержимое цилиндра отстаивалось в течение 1 часа.

На первом этапе определено значение рН, при котором происходит наиболее полное осаждение гидроксида алюминия. Для этого определили значение рН для исходной модельной воды, далее доводили рН до 8,5-9 путем приливания щелочного реагента. После этого очищенные воды фильтровали и определяли массу осадка.

После добавления к МВ реагента из ПОЗП наибольшее осаждение  $Al(OH)_3$  происходит при рН= 9,00. После отстаивания очищенные воды отфильтровались, осадок высушивался и взвешивался (таблица).

Параметры очищенной воды

Реагент	$C_{исх}$ , мг/дм <sup>3</sup>	ХПК, мгО/дм <sup>3</sup>	рН	$m_{ос}$ , г/дм <sup>3</sup>
ПОЗП	100,00	254,8	9,00	0,4693
	50,00	215,6	8,84	0,2466
	25,00	156,8	9,08	0,1226
	10,00	98	9,88	0,0373
	5,00	58,8	9,88	0,0413
	1,00	19,6	9,97	0,0440

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.

#### 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]. Режим доступа: [http://ekotsentr.ru/popup\\_menu.php?id=45](http://ekotsentr.ru/popup_menu.php?id=45) (дата обращения: 25.07.2018).
3. Долина Л.Ф. Современная техника и технологии очистки сточных вод от солей тяжелых металлов / Л. Ф. Долина. – Дн-вск.: Монография, 2008. – 254 с.
4. Вураско А.В., Минакова А. Р., Жвирблите А. К. Химия растительного сырья: учеб. Пособие. – Екатеринбург: Урал. Гос. Лесотехн. Ун-т, 2013. - 90 с.
5. Костюк В.И., Г.С. Карнаух, Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. – Техника, Киев, 1990. – 120 с.
6. Иванов Ю. С. Производство сульфатной целлюлозы. Учебное пособие. – СПбГТУРП, Санкт-Петербург. – 2010. – 63 с.

**A.R. Miftakhova, S.V. Stepanova**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

#### **THE TREATMENT OF MODEL WATER FROM ALUMINUM IONS WITH ALTERNATIVE ALKALINE REAGENT**

In the work, the treatment of model waters from aluminum ions by an alternative reagent obtained from the fruit shells of wheat grains was investigating.

Keywords: model waters, aluminum ions, purification, fruit shells of wheat grains, reagent.

**А.В. Михайленко, Д.А. Рубан**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

#### **РТУТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ УРБАНИЗИРОВАННОГО ПРОСТРАНСТВА ЮГО-ЗАПАДА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В пределах урбанизированного пространстве юго-запада Ростовской области расположено несколько крупных водных объектов (река Дон с обширной дельтой и Таганрогский залив Азовского моря), подвергающиеся ртутному загрязнению. Тенденции развития этой территории неизбежно способствуют поступлению ртути в больших объемах и росту подверженности урбоэкосистемы загрязнению. Такое нелинейное нарушение устойчивости развития является существенным вызовом для городов и требует принятия соответствующих мер.

Ключевые слова: дельта Дона, нелинейное воздействие, Таганрогский залив, тяжелые металлы, урбоэкосистема.

Активная урбанизация неизбежно провоцирует возникновение новых или усиление ранее существовавших проблем загрязнения окружающей

среды, однако и она сама зависит от влияния разнообразных экологических факторов. Это предопределяет актуальность рассмотрения этих процессов в контексте устойчивого развития. Весьма подходящим примером для проведения подобного рода исследований является юго-западная часть Ростовской области, где расположен мегаполис Ростов-на-Дону (1,1 млн. чел.) и меньшие по размеру города Таганрог (256 тыс. чел.), Азов (81 тыс. чел.), Батайск (115 тыс. чел.). Территория между ними активно осваивается в плане расширения промышленной и транспортной инфраструктуры, а также создания рекреационных зон, которые функционально неразрывно связаны с отмеченными городами. Вполне допустимо утверждать, что здесь сформировалось единое, в достаточной мере интегрированное и значительное по размерам урбанизированное пространство.

В настоящее время установлено, что водные объекты юго-запада Ростовской области подвергаются мощному антропогенному воздействию и, как следствие, загрязнению тяжелыми металлами и, в частности, ртутью [1-3]. Целью данной работы является характеристика этого загрязнения в качестве фактора устойчивого развития урбанизированного пространства. Предшествующие исследователи, а именно Н. Дельбек и А. Фердоодт [4], С. Жань и др. [5], П. Пелтонен и Х. Мьялки [7], С. Пинедо и др. [7], П. Раи [8], показали в своих работах важность подобного рода исследований для понимания комплексности динамики урбоэкосистем.

Заметное ртутное загрязнение характерно как для р. Дон на придельтовом и дельтовом участках (до 9 ПДКр.х.), так и для Таганрогского залива Азовского моря (до 13 ПДКр.х.); в последнем случае оно сохраняется во все сезоны и даже при существенной активизации гидродинамики во время штормов. Источники ртути являются частично природными (размываемые реками каменноугольные терригенные комплексы Донбасса и обнажающиеся непосредственно в долине Дона и по берегам Таганрогского залива черные сарматские глины), частично антропогенными (промышленные и бытовые отходы, используемые в сельском хозяйстве субстанции), частично смешанными (сжигание ртутьсодержащих углей в Новочеркасской ГРЭС и в частных домовладениях). Загрязнение также связано с рециклингом металла, при котором почвенный покров выступает в качестве промежуточного коллектора.

Влияние ртутного загрязнения на развитие урбанизированного пространства на рассматриваемой территории заключается в следующем. Во-первых, оно снижает качество питьевой воды. Во-вторых, ухудшается состояние речной и морской воды, являющейся ценным рекреационным ресурсом. В-третьих, негативному воздействию подвергаются экосистемы долины Дона и Таганрогского залива, которые выступают ресурсом для туристической индустрии и местной рыбной промышленности. Наконец, в-четвертых, водные объекты не только подвержены загрязнению, но и сами

способствуют его распространению. Так, нагонные явления в дельте Дона способствуют активному вымыванию металла из почв с последующим выносом в акваторию Таганрогского залива, где его концентрация увеличивается. Иными словами, подверженность ртутному загрязнению именно водных объектов рассматриваемой территории способствует усилению негативного воздействия.

Важно понимать, что развитие урбанизированного пространства предполагает его экстенсивный рост и интенсивную трансформацию. Следствием является не только заметное расширение территории, подвергающейся антропогенному воздействию и, в частности, ртутному загрязнению за счет городских источников, но и усиление нарушенности естественной среды, что способствует мобилизации вещества. Например, активное освоение природных ландшафтов северного побережья Таганрогского залива и дельты Дона (здесь имеет место гражданское строительство, промышленное и инфраструктурное развитие, создание рекреационных зон) предполагает трансформацию сложившихся систем землепользования, а также глубокое инженерное преобразование геологической среды. В результате этого стоит ожидать увеличения поступления ртути из нарушенных почв, при сельскохозяйственном использовании которых ранее использовались ртутьсодержащие пестициды, и широко распространенных черных сарматских глин, экспонированность которых неизбежно возрастет. Кроме того, сама по себе рекреационная деятельность (особенно при избыточном загрязнении бытовыми отходами и интенсификации использования средств водного транспорта) также может способствовать ртутному загрязнению. При этом требования к состоянию водных объектов окажутся более высокими в силу роста потребности в питьевой воде и необходимости обеспечения должного качества морской/речной воды на рекреационно-значимых участках.

Таким образом, в условиях урбанизированного пространства юго-запада Ростовской области при сохранении тенденций его развития ртутное загрязнение водных объектов, скорее всего, будет увеличиваться одновременно с ростом подверженности урбоэкосистемы этому негативному воздействию. Иными словами, речь идет о нелинейном нарушении устойчивости развития урбанизированного пространства. При этом нарушение является следствием этого развития.

В связи со сказанным выше необходимо минимизировать действие охарактеризованного в настоящей работе фактора. Соответствующие рекомендации представлены ниже. Во-первых, важно четко зафиксировать источники ртутного загрязнения урбанизированного пространства юго-запада Ростовской области. Наибольший интерес представляет оценка роли черных сарматских глин в этом загрязнении, информация о чем по сути отсутствует, а также определение количества ртути, поступающей в водные объекты из воздушной среды. Во-вторых, важно тщательно

задокументировать природные и антропогенные процессы, связанные с поступлением ртути в водные объекты (в т.ч. из почв как промежуточного коллектора при рециклинге), что позволит разработать инженерные решения для изоляции точек роста урбанизированного пространства от этих процессов. В-третьих, принципиальным видится разработать систему природоохранных мероприятий, которая бы не просто была направлена на минимизацию загрязнения водных объектов тяжелыми металлами и, в частности, ртутью, а фокусировалась бы на недопущении развития тех явлений, которые провоцируют нелинейное нарушение устойчивости развития урбанизированного пространства.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-6548.2018.5. (соглашение № 075-02-2018-136)*

#### Литература

1. Михайленко А.В., Федоров Ю.А., Доценко И.В. Тяжелые металлы в компонентах ландшафта Азовского моря. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2018. 214 с.
2. Федоров Ю.А., Доценко И.В., Михайленко А.В. Поведение тяжелых металлов в воде Азовского моря во время ветровой активности // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2015. № 3. С. 108-112.
3. Dotsenko I.V., Fedorov Yu.A., Mikhailenko A.V. Mercury in the water of the Don River delta // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. V. 18. № 5.1. P. 509-515.
4. Delbecque N., Verdoodt A. Spatial patterns of heavy metal contamination by urbanization // Journal of Environmental Quality. 2016. V. 45. P. 9-17.
5. Zhang X., Zha T., Guo X., Meng G., Zhou J. Spatial distribution of metal pollution of soils of Chinese provincial capital cities // Science of the Total Environment. 2018. V. 643. P. 1502-1513.
6. Peltonen P., Mälkki H. Sustainable urbanization in the context of environmental chemistry and life cycle issues // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2010. V. 129. P. 649-660.
7. Pinedo S., Jordana E., Flagella M.M., Ballesteros E. Relationships between heavy metals contamination in shallow marine sediments with industrial and urban development in Catalonia (Northwestern Mediterranean Sea) // Water, Air, and Soil Pollution. 2014. V. 225. P. 2084.
8. Rai P.K. An eco-sustainable green approach for heavy metals management: Two case studies of developing industrial region // Environmental Monitoring and Assessment. 2012. V. 184. P. 421-448.

**A.V. Mikhailenko, D.A. Ruban**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

### **MERCURY POLLUTION OF WATER OBJECTS AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE URBAN SPACE IN THE SOUTHWESTERN ROSTOV REGION**

Within the urban space of the southwestern Rostov Region, there are several big water objects (Don River with a vast delta and the Taganrog Bay of the Azov Sea) that are polluted

by mercury. Tendencies of this territory development trigger inevitably delivery of large amounts of mercury and increase in the vulnerability of the urboecosystem to this pollution. Such a non-linear disturbance of sustainable development is a serious challenge for cities and requires development of the relevant actions.

Keywords: Don delta, non-linear influence, Taganrog Bay, heavy metals, urboecosystem.

**Л.С. Мурачева, А.О. Пичугина**

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград

### **АПРОБАЦИЯ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УРБОЭКОСИСТЕМЫ**

Серьезной экологической проблемой современной урбоэкосистемы стало загрязнение атмосферного воздуха. В статье апробирован метод оценки качества среды по уровню асимметрии морфологических структур *Betula pendula* Roth.

Ключевые слова: урбоэкосистемы, антропогенный прессинг, флуктуирующая асимметрия, биоиндикация

Урбанизация, являясь глобальным историческим процессом способствует росту городского населения, требующего комфортного проживания в экологически безопасной окружающей природной среде. В городе одновременно присутствует совокупность токсикантов, интегральное действие которых может оказаться более сильным, чем каждого в отдельности [1]. В суммарном антропогенном выбросе вредных веществ удельный вес автотранспорта на 2017 год в Калининградской области составил более 80% [2].

Для разработки мероприятий по снижению негативного воздействия на компоненты природной и городской среды, необходима система регулярных длительных наблюдений в пространстве и во времени. В настоящее время для этих целей используют живые организмы, биоиндикаторы, так как они несут в себе информацию о среде их обитания, «фиксируя» все процессы, протекающие в экосистеме. Следует отметить, что зелёные насаждения являются очень удобным объектом для экологического мониторинга показателей качества окружающей среды, так как составляют 90% биомассы экосистем [3].

Цель работы: апробация метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendula* при оценке качества воздушной среды.

Объектом исследования послужила береза повислая *Betula pendula* Roth. Исследования проводились в 2016-2017 годах в городе Светлогорске – ландшафтном курорте Калининградской области, ООПТ. Места сбора

материала выбирались с учетом антропогенной нагрузки. Всего было выделено три площадки: территория с сильной антропогенной нагрузкой, расположенная вблизи трассы Светлогорск-Калининград (автостоянка); в 30-ти метрах от трассы, рядом с жилым комплексом; фоновая территория – с отсутствием автотранспортного прессинга.

Показатель флуктуирующей асимметрии направлен на выявления морфологических изменений у древесных форм растений. При воздействии на растение антропогенных факторов первые изменения происходят в морфологии листовой пластины. Уменьшается площадь листа, появляются различия в размерах правой и левой сторон, происходит подсушение кончиков листа.

Выборки содержат сбор листового материала с 10 деревьев по 10 листьев с каждого. Всего 300 листьев. Листья собирались с нижней части кроны вокруг дерева на высоте вытянутой руки [4].

Величина асимметричности –  $Z$  (1), оценивается с помощью интегрального показателя  $Y$  (2) – величины среднего относительного различия на признак.

$$Z_1 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}, \quad (1)$$

где  $Y$ -интегральный показатель;  $N$  - количество промеров.

$$Y_1 = \frac{X_{л} - X_{п}}{X_{л} + X_{п}}, \quad (2)$$

где  $X$  промеры листа  $X_{л}$  слева и  $X_{п}$  справа.

Таблица 1

Шкала стабильности *Betula pendula* Roth.

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	>0,054

Первый балл шкалы-условная норма. Значение интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл – критическое состояние, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находится в сильно угнетенном состоянии [4]. Далее по шкале стабильности определяется балл отклонения состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя.

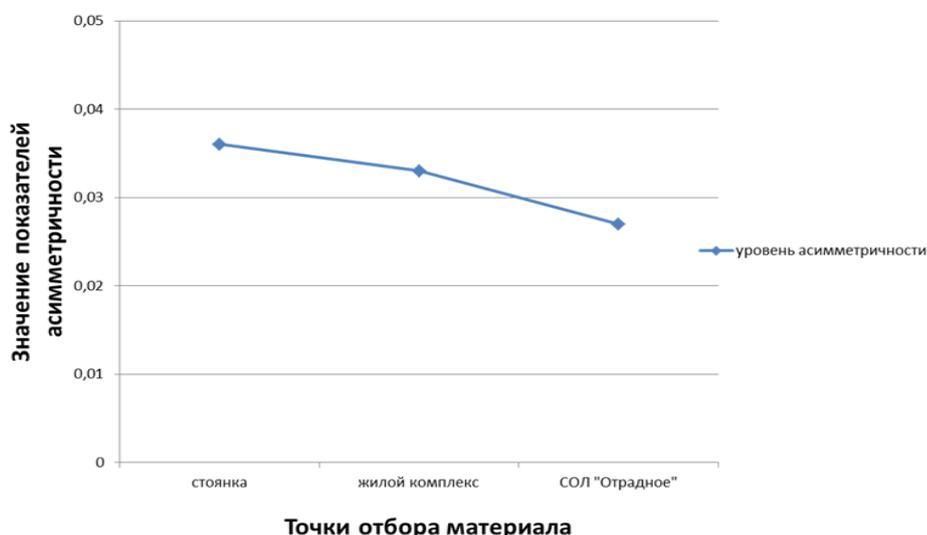
Таблица 2

Таблица для вычисления интегрального показателя стабильности развития  
флуктуирующей асимметрии [5]

№ признака	1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	5 признак	среднее относительное различий на признак
1	2	3	4	5	6	7
Результаты вычислений промеров листа с первого места отбора – автостоянка в г. Светлогорске						
1	-0,067	0,043	-0,333	-0,111	0,023	-0,089
2	-0,030	-0,019	-0,143	-0,067	-0,011	-0,054
...	...	...	...	...	...	...
100	-0,077	-0,026	-0,143	-0,059	-0,023	-0,065
Интегральный признак						3,388
Результаты вычислений промеров листа со второго места отбора – жилой комплекс в г. Светлогорске, в 30 м от трассы						
1	2	3	4	5	6	7
1	-0,027	-0,018	-0,143	-0,059	0,082	-0,033
2	0,029	-0,020	-0,143	0,059	0,059	-0,003
...	...	...	...	...	...	...
100						
	0,000	-0,018	0,111	0,048	0,010	0,030
Интегральный признак						3,640
Результаты вычислений промеров листа с третьего места отбора – СОЛ «Отрадное»						
1	2	3	4	5	6	7
1	0,086	-0,018	-0,143	0,176	-0,011	0,018
2	0,056	-0,016	-0,143	-0,048	0,032	-0,024
...	...	...	...	...	...	...
100	-0,021	-0,016	-0,111	-0,043	0,021	-0,034
Интегральный признак						2,799

Разделив значения интегрального признака на 100, получаем балл стабильности. Полученные результаты позволяют построить графики изменения флуктуирующей асимметрии в трех точках отбора материала. Изменения представлены на рисунке.

Состояние атмосферного воздуха г. Светлогорска близко к «условно нормальному», величина коэффициента флуктуирующей асимметрии ниже условной нормы.



Зависимость уровня асимметричности от степени антропогенного прессинга в местах отбора материала

#### Литература

1. Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды / Под. Ред. В.И. Федотова, С.А. Куролап. – Воронеж: Квадрат, 1996. – 328 с.
2. Доклад об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году. – Правительство Калининградской области. – Калининград, 2017. – 204с.
3. Опекунов А. Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие / А. Ю. Опекунов. – СПб.: СПб. ун-та, 2006. – 261 с.
4. Шестакова Г. А., Стрельцов А.Б., Константинов Е.Л. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой // Материалы по дополнительному экологическому образованию учащихся (сборник статей). Вып. I. Под ред. В.В. Королева и Э. А. Поляковой. Калуга: КГПУ им К.Э. Циолковского – 2004. – с. 187 – 195.

**L.S. Muracheva, A.O. Pichugina**

FSBEI HE «Kaliningrad State Technical University»

#### **APPROBATION OF THE BIOINDICATION METHOD FOR THE ESTIMATION OF THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE ATMOSPHERIC AIR OF THE URBOECOSYSTEM**

A serious environmental problem of the modern urban ecosystem has become air pollution. The article tested a method for assessing the quality of the environment by the level of asymmetry of the morphological structures of *Betula pendula*.

Keywords: urban ecosystem, anthropogenic pressure, fluctuating asymmetry, bioindication

**О.В. Нечаева, Д.М. Успанова, Н.В. Беспалова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПОЛИМЕРНОГО СОЕДИНЕНИЯ В СОСТАВЕ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАГРУЗОК НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ КИШЕЧНЫХ ВИРУСОВ**

В работе изучено влияние фильтрующей загрузки на основе ионообменной смолы и биосовместимого полимерного соединения, обладающего антимикробной активностью, – полиазолидинаммония, модифицированного гидрат-ионами йода, в отношении вирусов Коксаки и ЕСНО, содержащихся в образцах сточных вод. Фильтрующие загрузки содержали различные концентрации полимерного соединения – 0,1 %, 0,5 % и 1,0 %. Образцы сточных вод пропускали через фильтрующие загрузки с последующим заражением культуры клеток Нер-2. Учет результатов проводили путем оценки цитопатического действия вируса на клетки, а также с использованием «цветной пробы». Было установлено, что 1 %-ый раствор полимерного соединения в составе фильтрующей загрузки оказывает ингибирующее действие на репродукцию исследуемых вирусов. Полученные результаты позволяют рекомендовать данную фильтрующую загрузку для комплексного обеззараживания сточных вод и вод питьевого назначения.

Ключевые слова: кишечные вирусы, антимикробные фильтрующие загрузки, полимерное соединение

Острые кишечные инфекции (ОКИ) являются одной из наиболее распространенных групп инфекционных заболеваний [1, 2]. Поскольку основной путь передачи ОКИ связан с водой, то проблема загрязнения и циркуляции в водной среде возбудителями бактериального и вирусного происхождения является крайне актуальной для многих регионов Российской Федерации [3].

По данным Роспотребнадзора РФ в последние годы в России установлена тенденция роста частоты выявляемости вирусных кишечных инфекций, среди которых лидирующими являются ротавирусная, энтеровирусная инфекции, вирусный гепатит А и др. [3]. Возбудители ОКВИ характеризуются высокой устойчивостью к действию факторов внешней среды, поэтому могут проникать в питьевую воду, преодолевая барьеры водоочистных сооружений [2, 4, 5]. Поэтому обеспечение населения России безопасной в эпидемиологическом отношении питьевой водой является одной из приоритетных задач санитарных служб [6].

Сложившаяся ситуация определяет необходимость внедрения новых технологий противовирусной очистки сточных вод. Для этого в настоящее время широкое применение находят фильтрационные технологии [7, 8].

Целью данного исследования явилось изучение противовирусной активности фильтрующих загрузок на основе комплекса ионообменной смолы и биосовместимого полимерного соединения.

**Материалы и методы.** Работа выполнена на базе микробиологической лаборатории вирусологического отделения в ФБУЗ «Центр Гигиены и Эпидемиологии». Для проведения исследования был сконструирован биоцидный фильтр на основе ионообменной смолы, в состав которого было введено полимерное соединение – полиазолидинаммоний, модифицированный гидрат-ионами йода (ПААГ-М) (НПО «Константа», г. Саратов). Ранее было установлено, что ПААГ-М характеризуется широким спектром антимикробной активности в отношении стандартных и клинических штаммов условно-патогенных микроорганизмов и относится к IV классу [9, 10, 11]. Фильтрующие загрузки содержали различные рабочие концентрации ПААГ-М – 0,1%; 0,5 %; 1%. В качестве экспериментальной модели использовали изоляты сточных вод, содержащие вирус Коксаки и вирус ЕСНО, относящиеся к семейству *Picornaviridae*.

Образцы сточных вод, содержащие исследуемые вирусы, пропускали через варианты фильтрующих загрузок в объеме 20 мл. Полученными фильтратами заражали культуры клеток Нер-2, находящиеся в пробирках, в объеме 0,2 мл. Посевы культивировали в питательной среде ДМЭМ при температуре 36 °С в специальном штативе под углом 5 градусов [12].

Цитопатическое действие вируса на клетки культуры ткани проводили с визуальным использованием инвертированного биологического микроскопа МИБ-Р, а также с помощью «цветной пробы».

**Результаты и обсуждение.** В ходе проведенных исследований было установлено, что контрольные образцы культуры клеток Нер-2 имели плотный равномерный монослой из вытянутых клеток. Установлено, что фильтрующие загрузки, содержащие ПААГ-М в концентрации 0,1 % и 0,5 % не оказывали ингибирующего действия на вирусы Коксаки и ЕСНО, поскольку в монослое культуры клеток Нер-2 наблюдались значительные дегенеративные изменения – клетки приобретали округлые очертания, в полях зрения отчетливо отмечались участки деструкции монослоя, что свидетельствовало о наличии вируса.

В пробирке, в которой культура клеток Нер-2 была заражена фильтратом, полученным через фильтрующую загрузку, содержащую 1%-ый раствор ПААГ-М, не было установлено дегенерации клеток, а монослой культуры клеток по основным ростовым показателям соответствовал контрольным образцам.

С использованием метода «цветной пробы» было установлено, что при заражении культуры клеток фильтратами, полученными через фильтрующие загрузки с содержанием ПААГ-М 0,1 % и 0,5 %, цвет питательной среды ДМЭИ не менялся, что свидетельствовало о блокировке клеточного генома и репродукции вирусов.

Цвет среды, в которой клетки были заражены фильтратом, полученным через фильтрующую загрузку, содержащую 1 %-ый раствор ПААГ-М, изменялся, что свидетельствовало об отсутствии ингибирования

размножения культуры клеток Нер-2 вирусами и их высокой метаболической активности.

Таким образом, проведенные исследования показали, что биоцидный фильтр на основе ионообменной смолы и полимерного соединения ПААГ-М в концентрации 1% инактивирует вирусы Коксаки и ЕСНО, что позволяет рекомендовать данную фильтрующую загрузку для комплексного обеззараживания сточных вод, а также вод питьевого назначения.

#### Литература

1. Воробьев, А.А. Медицинская и санитарная микробиология; Учеб. пособие для студ. высш. мед. учеб. заведений / А.А. Воробьев, Ю. С. Кривошеин, В.П. Широков. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 464 с.
2. Загайнова, А.В. Проблема оценки риска возникновения кишечных инфекций связанных с питьевым водопользованием населения / А.В. Загайнова, Н.Н. Буторина // Сборник Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье». – Суздаль, 2005. – С. 217-219.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году», М., 2016. – 200 с.
4. Амвросьева, Т. В. Вирусное загрязнение питьевой воды и его эпидемическая значимость / Т. В. Амвросьева, З.Ф. Богущ // Питьевая вода. – 2009. – № 6. – С. 19-23.
5. Бичурина, М.А. Сезонный подъем заболеваемости энтеровирусным менингитом в Новгородской области / М.А.Бичурина, В.А. Пьяных, Н.А.Новикова [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2012. – Т. 2, № 4. – С. 747-752.
6. Ахапкина Е.Н. Действующие нормативные документы в области санитарно-микробиологического контроля качества воды // Водоснабжение и санитарная техни- ка. 2003. №1. С. 2 - 7.
7. Малышев, В.В. Мембраны в водоподготовке и очистке сточных вод. Медико-экологическая эффективность мембранных технологий / В.В. Малышев, Е.Е. Каталевский, С.В. Кононова // Научно-практический семинар. М., 2009. – С. 154-155.
8. Тихомирова, Е.И., Очистка поверхностных вод с использованием инновационных фильтрующих загрузок комплексного действия / Е.И. Тихомирова, Н.В. Веденева, О.В. Нечаева, Т.В.Анохина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 2-3. – С. 812-816.
9. Нечаева, О.В., Веденева Н.В., Вакараева М.М. и соавт. Комплексная оценка токсичности полимерного соединения, обладающего антимикробной активностью / О.В. Нечаева, Н.В. Веденева, М.М. Вакараева [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 160-164.
10. Нечаева, О.В. Оценка антимикробной активности биосовместимого полимерного соединения в отношении возбудителей оппортунистических микозов / О.В. Нечаева, О.Г. Шаповал, М.М. Вакараева [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 80-83.
11. Шуршалова, Н.Ф. Изучение антибактериальной активности новых препаратов на основе модифицированного биосовместимого полимера / Н.Ф. Шуршалова, Д.Е. Миндибекова, Д.А. Заярский, О.В. Нечаева // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 14 томах, 2015. – С. 156-159.

12. Окулова, О.Н. Культивирование ротавируса в перевиваемых культурах клеток в щелочных условиях / О.Н. Окулова, В.А. Мищенко, А.П. Пономарев // Вопросы вирусологии. – 2008. – №1. – С. 44-46.

**O.V. Nechaeva, D.M. Uspanova, N.V. Bepalova**

Saratov State Technical University

### **THE STUDY OF THE EFFECT OF A POLYMERIC COMPOUND IN THE COMPOSITION OF FILTER LOADS ON THE VIABILITY OF INTESTINAL VIRUSES**

In this paper, we studied the effect of a filtering load based on an ion-exchange resin and a biocompatible polymer compound with antimicrobial activity, polyazolidine ammonium, modified with iodine hydrate ions, in relation to Coxsackie viruses and ECHO contained in wastewater samples. Filter media contained various concentrations of the polymer compound – 0.1%, 0.5% and 1.0%. Samples of wastewater were passed through the filter loading, followed by infection of the Hep-2 cell culture. Records of the results were carried out by evaluating the cytopathic effect of the virus on cells, as well as using a "color test". It was found that a 1% solution of a polymer compound in the composition of the filter loading has an inhibitory effect on the reproduction of the viruses studied. The obtained results allow us to recommend this filter loading for complex disinfection of wastewater and drinking water.

Keywords: intestinal viruses, antimicrobial filter loadings, polymeric compound

**В.В. Нечипуренко, Ю.Ю. Меринова**

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

### **ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАК ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБОСИСТЕМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Статья посвящена анализу современного состояния и территориальной организации индустриального комплекса городских округов Ростовской области, как фактору воздействия на экологическое состояние урбанизированной территории.

Ключевые слова: Ростовская область, городские округа, урбанизированные территории, промышленный комплекс, экологическое состояние.

Города представляют собой сложную территориально-экологическую систему, внутри которой, в силу значительной концентрации производства, транспорта и населения на относительно небольшой, строго лимитированной территории, наиболее ярко выступают проблемы, связанные с нарушением состояния окружающей среды и изменением условий и качества проживания местного населения. Промышленный комплекс является одним из ведущих факторов экологического загрязнения высокоурбанизированных территорий. Диспропорциональный уровень концентрации хозяйственных объектов, степень их мощности,

объём выбросов и структурные преобразования определяют экологическое состояние городской среды.

Ростовская область входит в число наиболее индустриально развитых регионов страны, и является второй, после Краснодарского края, в Южном федеральном округе. Удельный вес области в ВВП страны достигает 1,8 %. На нее приходится порядка 5,1 % российской продукции сельского хозяйства; 3,0 % оборота торговли; 2,7 % производства электроэнергии, газа и воды; 2,0 % объёмов обрабатывающей промышленности [1].

В структуре валового регионального продукта региона ведущее место принадлежит обрабатывающему производству (17,9 %), внутри которого преобладают пищевая промышленность (25,7 %), производство машин, транспортных средств и оборудования (24,9 %), химическое производство, производство пластмассовых и резиновых изделий (16,1 %), металлургия и производство готовых металлических изделий (14,2 %) [1]. Ведущей зоной концентрации промышленного производства в территориальном отношении являются юго-западная и западная части области, где сосредоточены 11 из 12 городских округов и происходит активное формирование и развитие Ростовской и Шахтинской агломераций. В объёме промышленного производства и экономического потенциала области на долю городов приходится 2/3 реализуемой продукции и концентрируется 66 % всех предприятий [2].

Основными элементами промышленного воздействия на окружающую среду являются: объёмы валовых выбросов загрязняющих в атмосферу, сбросы загрязнённых сточных вод, объёмы произведённых отходов и класс вредности предприятий.

Мощность антропогенного воздействия индустриального комплекса на окружающую среду определяется через класс вредности размещённых в каждом городском округе предприятий с различным уровнем специализации, при этом определяющим, выступает наличие предприятия с наиболее опасным классом вредности производства. Концентрация вредных промышленных производств первого класса опасности, отмечается в Новочеркасске и Таганроге. Так, основными отраслями промышленности в Новочеркасске являются машиностроение («НЭВЗ»), электроэнергетика («Новочеркасская ГРЭС»), металлургия («ЭПМ-НЭЗ»), химическая, строительная. В Таганроге действуют автосборочные предприятия («ТагАЗ»), производства по изготовлению стали, выпуску труб («ТагМет»), по изготовлению энергетических и отопительных котлов («Красный Котельщик»), ремонту и реконструкции судов, авиационных средств, и др. В большинстве других городских округов размещаются предприятия с повышенным уровнем вредности (2-3 класс опасности). Наименьший класс вредности действующих сохраняется только в Батайске, в котором преобладают предприятия легкой и пищевой

промышленности, приборостроения и небольшие сборочные производства. С 2000-х годов происходит постепенное уменьшение класса опасности предприятий с 4-3 до 3-2 в Донецке, Гуково, Зверево в связи с реструктуризацией угольной промышленности Восточного Донбасса, закрытием шахт и созданием современных, экологически безопасных производств (швейное и текстильное производство, пищевая промышленность и др.).

В городских округах расположено 417 организаций (43 % от области), имеющих выбросы вредных веществ в атмосферу. Наибольшее их количество размещается в ведущих промышленных центрах – Ростове-на-Дону (142 ед.), Таганроге (51 ед.) и Шахтах (35 ед.). С 2015 года их численность стала постепенно увеличиваться, что свидетельствует о постепенном восстановлении экономики региона. Общие показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников области изменяются, прежде всего, из-за влияния выбросов, осуществляемых в административных границах Новочеркасска (49,6 % валового областного объёма и 69,9 % объёма выбросов в округах); вторым по объёмам выбросов является Ростов (7,1 % и 9,9 % соответственно), третьим – Таганрог (3,6 % и 5,1 %). В остальных городских округах уровень выбросов не превышает 5 тыс. т (3 % и 4 %)[3]. В динамике с 2000 г. доля городских округов в объёме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников последовательно снижается с 85,8 % до 71 % [3], что достигается, в первую очередь, за счёт модернизации существующих производств, переходом на экологически безопасные технологии, сворачиванием угледобывающей промышленности в регионе.

Индустриальный комплекс является мощнейшим потребителем и, в то же время, загрязнителем водных ресурсов. Городские округа дают свыше половины сброса сточных вод в поверхностные водные объекты Ростовской области. В последние годы их доля существенно сократилась, причём в отдельных городах весьма существенно (Волгодонск сократил сбросы в 2016 году в 13,7 раз по сравнению с 2008 годом, Гуково – в 12 раз). Преобладают по сбросу Новочеркасск (80% от сбросов всех городов в 2013 году) и Ростов-на-Дону (7%), которые суммарно дают более половины сброса сточных вод области, в то время как доля остальных городов не превышает 1,5 % [4].

Мощным источником воздействия на природную среду урбанизированных территорий являются свалки и полигоны твёрдых бытовых отходов. Всего, на долю городских округов приходится 9,3% объектов размещения отходов области (60 единиц). Наибольшим количеством таких объектов характеризуются Волгодонск (17 различных объектов, включая полигоны коммунальных и промышленных отходов, санкционированные и несанкционированные свалки, и прочее) и

Новочеркасск (13 объектов). Единственным исключением является Азов, в котором нет ни одного вида полигонов или свалок.

В Ростовской области в 2016 г. было образовано 3,9 млн. тонн отходов производства и потребления, из которых 20,9 % было использовано повторно. Применение новых технологий некоторыми предприятиями способствует постепенному росту доли обезвреженных отходов (в 3 раза с 2013 года). В регионе реализуется программа по рекультивации полигонов ТБО и сокращению их объёма. Согласно ней, из городских округов в 2016 г. было вывезено свыше 7 млн. м<sup>3</sup> твёрдых бытовых отходов, 60,4% из которых пришлось на Ростов-на-Дону. Также 5 - 8 % от общего объёма отходов был вывезено из Волгодонска, Новочеркаска, Таганрога и Шахт [4, 5].

Таким образом, можно отметить, что по совокупности рассмотренных параметров, наиболее неблагоприятная экологическая ситуация наблюдается в двух городских округах Ростовской области – Ростове-на-Дону и Новочеркаске. Эти крупнейшие промышленные центры области обладают мощным и весьма разнообразным спектром индустриального производства, и, как следствие, являются крупнейшими промышленными загрязнителями. С некоторым отставанием за ними следуют индустриально развитые города с повышенной промышленной нагрузкой – Таганрог, Шахты, Волгодонск, Каменск-Шахтинский. Пониженный уровень промышленной нагрузки, в сравнении с другими округами области, отмечается у Азова Батайска и Новошахтинска, а также проходящих процесс реструктуризации промышленного комплекса бывших моногородов - Гуково, Зверево и Донецка.

В настоящее время приоритетной задачей улучшения экологической ситуации в Ростовской области является защита населения и окружающей среды от негативного антропогенного воздействия хозяйственной деятельности. Основные источники загрязнения, такие как стационарные предприятия, полигоны твердых бытовых отходов и др., в наибольшей степени воздействуют на городские поселения, что усугубляется высокой концентрацией в них населения. Для предупреждения, защиты и устранения вредного воздействия данных факторов необходимо расширение сети мониторинга экологического состояния урбанизированных территорий по основным компонентам окружающей среды, продолжение переоборудования производств с учётом современных экологически безопасных технологий, дальнейшее развитие природоохранных мероприятий.

#### Литература

1. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2017. Стат. Сб. / Росстат. – М., 2017. – 753 с.

2. Меринов Ю.Н., Меринова Ю.Ю. Особенности промышленного воздействия на уровень загрязнения воздушной среды в городских округах Ростовской области // Естественные и технические науки. 2015. № 8 (86). С. 33-37.

3. Сравнительные показатели социально-экономического положения городских округов и муниципальных районов Ростовской области. 2017: Стат. сб. – Ростов н/Д: Ростовстат, 2018. – 386 с.

4. Экологический вестник Дона: О состоянии окружающей среды и природных ресурсов в Ростовской области в 2016 г. – Ростов н/Д, 2017. – 368 с.

5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области. [Электронный ресурс]. 1999-2019. URL: <http://rostov.gks.ru>

**Nechipurenko V.V., Merinova Yu.Yu.**

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

### **INDUSTRIAL COMPLEX AS A POLLUTION FACTOR OF URBOSYSTEMS OF THE ROSTOV REGION**

The article is devoted to the analysis of the current state and territorial organization of the industrial complex of urban districts of the Rostov region, as a factor in influencing the ecological state of an urbanized territory.

Keywords: Rostov region, urban districts, urbanized areas, industrial complex, ecological state.

**А.Ю. Опекунов, В.В. Спасский, М.Г. Опекунова**

СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

### **ТОКСИЧНОСТЬ ДОННЫХ ОСАДКОВ р. ЕКАТЕРИНГОФКА (САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)**

На основе результатов биотестирования, использования методики расчета класса опасности отходов и оценки вероятности биологических эффектов установлена опасность донных отложений р. Екатерингофка. Показана, что токсичность осадков в основном обусловлена высоким содержанием тяжелых металлов, а сами отложения представляют опасность при проведении дноуглубительных работ и дампинге грунтов в Невской губе.

Ключевые слова: донные осадки, биотестирование, токсичность.

В Санкт-Петербурге активно проводятся дноуглубительные работы в малых реках и каналах города. Объем поднимаемых ежегодно донных отложений, которые захораниваются в Невской губе, составляет 150-200 тыс. м<sup>3</sup> и более [4]. В основном все извлекаемые со дна грунты характеризуются высоким уровнем химического загрязнения.

Объектом исследования являются донные отложения р. Екатерингофка, относящейся к одной из самых загрязненных рек Санкт-Петербурга. Екатерингофка вытекает из Невы вблизи устья и впадает в Невскую губу, имея длину 4,5 км. Средний расход воды около 30 м<sup>3</sup>/с. В р. Екатерингофка впадают Обводный канал, реки Ольховка (длина около 1 км) и Таракановка (длина 1,1 км). По берегам водотока расположены предприятия химической, пищевой промышленности, машиностроения и судостроения, производство свинцово-кислотных аккумуляторов. По реке осуществляется судоходство, влияние автотранспорта связано в основном с мостовыми переходами.

Отложения представлены преимущественно алевритовыми илами с примесью песка и пелитовыми микритами. Подстилающими породами служат ленточные светло-серые суглинки. Мощность современных отложений меняется от более 2 м в устье р. Ольховка до нескольких сантиметров в верхнем течении. Скорость осадконакопления на отдельных участках достигает 4 см/год, объем техногенных отложений в пределах изученного участка (2,8 км) ориентировочно составляет 279 тыс. м<sup>3</sup> [1]. В устьевой зоне р. Ольховка сосредоточено 6,5 тыс. м<sup>3</sup> техногенных илов, 2,5 тыс. м<sup>3</sup> накопилось в устье р. Таракановка. По объему техногенных отложений Екатерингофка занимает ведущее место среди малых рек города.

Оценка общего уровня загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) выполнялась с помощью аддитивного показателя ( $A_p$ ), как суммы нормированных к фону ( $C_{\phi i}$ ) концентраций металлов ( $C_i$ ):

где  $n$  – количество металлов, содержание которых выше фонового значения.

В качестве интегральной характеристики полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) использован показатель опасности ( $K_{\text{ПАУ}}$ ). Он рассчитывается по индексу токсичности вещества ( $I_t$ ) и его содержанию в донных осадках ( $C_i$ , нг/г) и основывается на приведении всех изучаемых полиаренов к уровню канцерогенности 3,4-бенз/а/пирена [2]:

$$K_{\text{ПАУ}} = \sum_{i=1}^n (I_t \cdot C_i).$$

Биотестирование донных отложений проведено на базе климатостата P2 по дафнии *Daphnia magna* Straus и хлорелле *Chlorella vulgaris* Beijer. Гибель *D. magna* определялась при воздействии токсических веществ в водной вытяжке. Время экспозиции - 1 час, 6, 24, 48 (острая), 72 и 96 (подострая токсичность) часов. Параллельно ставились эксперименты с измерением оптической плотности культуры водоросли *C. vulgaris*.

Наиболее высокий уровень загрязнения донных осадков ТМ имеет р. Ольховка, где величина  $A_p$  достигает 3260. Содержание в р.

Екатерингофка ниже (до 317). В р. Ольховку на протяжении последних 80 лет осуществлялся сброс с Ленинградского аккумуляторного завода, что надежно индицируется аномальной концентрацией в осадках Cr (до 1330 мг/кг), Cu (до 1420), Co (до 894) и особенно Pb (до 32300 мг/кг).

Суммарное содержание 15 приоритетных ПАУ в донных осадках реки характеризуется диапазоном от 29937 до 574123 нг/г, содержание 3,4-бенз/а/пирена составляет 985-59183 нг/г.  $K_{\text{ПАУ}}$  показал высокую степень опасности донных отложений, который достигает максимальных значений в поверхностном слое [2]. Так, например,  $K_{\text{ПАУ}}$  в толще осадков в среднем течении реки на глубине 0,70-0,75 м составляет 5610; выше снижается: на глубине 0,40-0,50 м – 3690, 0,30-0,35 м – 4540, 0,20-0,25 м – 2470. На поверхности осадков величина  $K_{\text{ПАУ}}$  резко возрастает до 15760. Доля 5,6-ядерных соединений составляет в Екатерингофке около 40%.

Результаты тестирования по *D. magna* оценивались по шкале: гибель тест-объекта 10% и менее – нетоксичный осадок; гибель 20-40 – низкотоксичный; 50-70 – токсичный; 80-100% – высокотоксичный осадок. В р. Екатерингофка поверхностные осадки меняются от нетоксичных до токсичных. Высокая токсичность отмечена в местах впадения Обводного и отведения Бумажного каналов. По разрезу отложений от 0,0 м до 0,60-0,65 м уровень токсичности не меняется и соответствует низкотоксичным осадкам. Ниже отметки 0,65 м наблюдается увеличение содержания ТМ и гибель 60% тест-объекта. В устьевой части р. Ольховка, куда осуществляется сброс промышленных вод аккумуляторного и гидролизного производств, по всему разрезу (0-1,2 м) отложения относятся к высокотоксичным. По толще осадков наблюдается заметный рост концентрации металлов с максимальным содержанием ниже 0,5-0,6 м, где величина  $A_p$  достигает значения 3200, а токсичность определяет гибель 100% особей.

Качество отложений выполнено по методике определения класса опасности отходов, заключающейся в установлении степени разбавления водной вытяжки осадков до прекращения гибели *D. magna* [3]. Показано, что степень разбавления в изученных пробах составила от 10 до 1000 раз. Техногенные илы, залегающие на приустьевом участке и в устье р. Ольховка, соответствуют отходам 3 класса опасности (степень разбавления 100-1000 раз). Исследованные осадки из р. Екатерингофка относятся к отходам 4 класса опасности (степень разбавления 10-100 раз).

Одновременно с биотестированием выполнен анализ токсичности осадков по содержанию в них ТМ (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) на базе критериев, предложенных Е. Р. Лонгом и соавторами [5], установившими для перечисленных металлов две концентрации: пороговую (*ERL*), ниже которой биологические эффекты (токсичность) проявляются редко, и медианную величину (*ERM*), выше которой эффекты наблюдаются часто или всегда. Полученные результаты демонстрируют, что примерно

половина проанализированных проб имеет диапазон токсичности от пороговых до медианных концентраций с невысокой вероятностью биологических эффектов. Значения остальных превосходят медианные концентрации и обладают острой токсичностью. В наибольшей степени это характерно для осадков р. Ольховка. Полученное соотношение гибели дафнии и содержания в осадках металлов аппроксимируется логарифмической зависимостью с коэффициентом детерминации (0,70).

Оценка токсичности осадков за счет содержания полиаренов проводилась с использованием критериев, разработанных Р. С. Шварцем [6]. На основе результатов биотестирования он выявил пороговую (*ТЕС*), медианную (*МЕС*) и предельную (*ЕЕС*) концентрации по содержанию индивидуальных веществ, а также суммы ПАУ, рассчитанных на общий органический углерод ( $C_{орг.}$ ). В Екатеринбургской области основная часть проб характеризуется содержанием ПАУ в диапазоне от пороговой до медианной (от 325000 до 2600000 нг/г в  $C_{орг.}$ ) концентраций. Это предопределяет слабые биологические эффекты и невысокий уровень острой токсичности по ПАУ. Лишь три пробы находятся в зоне высоких рисков с выраженным биологическим эффектом, который проявляется при концентрациях от  $1,8 \cdot 10^6$  до  $10 \cdot 10^6$  нг/г в  $C_{орг.}$ . Одна проба в месте впадения Обводного канала характеризуется экстремальной концентрацией ПАУ. Однако в целом корреляционная зависимость показателя гибели *D. magna* и концентрации полиаренов отсутствует, что указывает на низкое влияние ПАУ в осадках на их токсичность.

В целом проведенные исследования показали высокий уровень токсичности донных отложений р. Екатеринбургская и особенно ее притока – р. Ольховки с аномально высокими концентрациями ТМ. По существующей классификации отложения водотоков относятся к отходам 3-4 классов опасности, оказывают биологические эффекты, в том числе со 100% гибелью тест-объекта. Это ставит под сомнение возможность их захоронения в подводных отвалах Невской губы при проведении дноочистных работ в будущем.

#### Литература

1. Опекунов А.Ю., Митрофанова Е.С., Шейнерман Н.А. Особенности техногенного осадконакопления в водотоках центральной части Санкт-Петербурга // Биосфера. 2014. Т. 6. № 3. С. 250-256.

2. Опекунов А.Ю., Митрофанова Е.С., Опекунова М.Г. Техногенная трансформация состава донных отложений рек и каналов Санкт-Петербурга // Геоэкология. Инженерная геология. Гидроэкология. Геокриология. 2017. № 4. С. 48-61.

3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 536 от 04.12.2014. Об утверждении критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Москва. 2014

4. Финский залив в условиях антропогенного воздействия // под ред. В. А. Румянцева, В. Г. Драбковой. СПб, 1999. 368 с.

5. Long, E.R., Macdonald, D.D., Smith, S.L., Calder F.D. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments // Environ. Management. 1995. V.19 (1). P. 81-97.

6. Swartz R.C. Consensus sediment quality guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures. Environmental Toxicology and Chemistry. 1999. V. 18. P. 780-787.

**A.Yu. Opekunov, V.V. Spasskij, M.G. Opekunova**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

### **TOXICITY OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE RIVER EKATERINGOFKA (ST. PETERSBURG)**

Toxicity of bottom sediments of the r. Ekaterinofka is established on the basis of biotesting, using the methodology for calculating the hazard class of the waste and the probability of biological effects. It is shown that the toxicity of sediments is mainly due to the high content of heavy metals, and the sediments themselves represent a significant hazard during dredging.

Keywords: bottom sediments, biotesting, toxicity

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-05-00508

**И.Н. Пугачева, Л.В. Молоканова, Н.Н. Винник, А.С. Мелентьева**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия

### **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА СЧЕТ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ**

В работе представлено одно из перспективных направлений снижения экологической нагрузки на окружающую среду в промышленных городах. Показано, что грамотный подход к переработке отходов и побочных продуктов позволяет получить на их основе перспективные материалы, и тем самым вовлечь их в повторное производство. В работе показан метод переработки отходов и побочных продуктов нефтехимии в добавки для эластомерных композиций. Показано их влияние на процесс создания эластомерных композиций и их свойства.

Ключевые слова: отходы, побочные продукты, нефтехимия, олигомеры, эмульсионные каучуки, коагуляция, композиты.

В настоящее время вопрос экологической безопасности мегаполисов определяется количеством отходов производства и потребления, которые

возможно повторно использовать. Ежегодный рост объема отходов производства и потребления приводит к загрязнению почвы, поверхностных водоемов, подземных водоносных горизонтов, а также способствует загрязнению атмосферы, в том числе метаном, который вносит значительный вклад в усиление «парникового» эффекта. Помимо загрязнения и ухудшения экологического состояния территорий городских поселений, нужно отметить большие потери материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. В этой ситуации проблема поиска технологий переработки отходов и вторичного их использования весьма актуальна. Особое внимание уделяется отходам химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, так как они представляют наибольшую угрозу нормальной жизнедеятельности человека в условиях городской среды. На основе таких отходов в ряде случаев предусмотрено получение низкомолекулярных сополимеров, которые находят применение в производстве лакокрасочных материалов, в композиционных составах различного назначения, используются для защиты древесины и др. Одним из перспективных направлений утилизации побочных продуктов нефтехимии является переработка их в добавки для эластомерных композиций [1].

Цель работы – снижение экологической нагрузки на окружающую среду посредством переработки отходов и побочных продуктов нефтехимии в перспективные добавки для эластомерных композиций.

В качестве объектов исследования выбраны латексы эмульсионных каучуков следующих марок СКС-30 АРКПН и СКС-30 АРКМ-15, получаемые в промышленных масштабах. В исследовании использован немодифицированный стиролсодержащий олигомер (СО), синтезированный из побочных продуктов производства полибутадиена и СО, модифицированный высокотемпературной обработкой в присутствии малеинового ангидрида (СОМА).

Синтезированный СО представлял собой маслообразную жидкость при нормальных условиях, приближающуюся по своим показателям к техническим маслам, которые широко используются в производстве маслонаполненных каучуков.

Ранее было установлено [2], что олигомеры, выполняющие роль добавки целесообразно вводить в эластомерные композиции в виде водноолигомерноантиоксидантной эмульсии на стадии их получения. Предварительные исследования показали, что применение для диспергирования в водной фазе СО без растворителя не привело к получению стабильной эмульсии. Это связано с тем, что данный продукт обладал высокой вязкостью. При повышенных температурах (60 - 100 °С) он размягчался, и вязкость его снижалась. Однако для достижения высокой степени диспергирования необходимо было бы применять более

специфичное оборудование. Для получения эмульсии обладающей повышенной стабильностью, в СО вводили ~ 20 % растворителя - толуола.

Диспергирование в водной фазе СОМА не требует дополнительного применения углеводородного растворителя, поскольку представляет собой маслообразную жидкость, обладающую достаточно высокой подвижностью, включающие кислородсодержащие функциональные группы, повышающие их сродство к водной фазе. Это связано с тем, что в процессе модификации СО малеиновым ангидридом происходит частичная деструкция полимерных цепей, приводящая к снижению молекулярной массы и вязкости системы. Методика и условия получения стабильной водноолигомерноантиоксидантной эмульсии (ВОАЭ) на основе СО и СОМА представлены в работе [3].

Далее приготовленную ВОАЭ смешивали с каучуковым латексом СКС-30 АРКПН, и полученную смесь подвергали коагуляции по общепринятой методике [4] с использованием в качестве коагулирующих агентов водных растворов хлорида натрия (24 % мас.), хлорида кальция (10 % мас.) и подкисляющего агента 2,0 % мас. – водного раствора серной кислоты. Коагуляцию проводили при температуре 60-65 °С. Образующуюся крошку каучука отделяли от серума, промывали теплой водой и обезвоживали в сушильном шкафу при температуре 75-80 °С до постоянной величины потери массы. Содержание СО и СОМА в каучуковой матрице выдерживалось – 2,0; 4,0; 6,0 % мас. на каучук, а антиоксидантов – согласно общепринятым требованиям. В табл. 1 представлены данные по влиянию ВОАЭ и расхода коагулирующего агента (хлорида натрия) на массу образующейся крошки каучука. Аналогичные данные были получены и при применении в качестве коагулирующего агента хлорида кальция.

Таблица 1

Влияние дозировки ВОАЭ и расхода коагулирующего агента на завершенность выделения (%) каучука из латекса

Расход хлорида натрия, кг/т каучука	Дозировка ВОАЭ, % мас. на каучук:						
	без добавки	2,0		4,0		6,0	
		1	2	1	2	1	2
25	15,8	16,4	18,8	17,3	19,2	18,2	21,6
50	28,8	32,4	38,6	35,6	39,5	38,6	42,6
75	60,1	64,6	74,6	65,2	76,5	68,8	78,0
100	84,5	86,2	89,6	86,2	90,2	86,2	92,2
125	91,2	92,0	95,6	92,6	95,6	93,2	96,4
150	93,4	94,5	98,0	94,6	98,2	95,2	99,0

Примечание: 1 – образец с ВОАЭ на основе СО; 2 – образец с ВОАЭ на основе СОМА.

Анализ экспериментальных данных показал, что дополнительное использование ВОАЭ положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса и приводит к увеличению выхода образующейся крошки каучука, за счет дополнительного вхождения в ее состав олигомерной добавки. Наилучшая дозировка ВОАЭ составляет 4,0-6,0 % мас. на каучук.

Далее была проведена оценка влияния олигомерных добавок на свойства получаемых композитов (табл. 2).

Таблица 2

Влияние добавок на свойства каучуков и вулканизатов на основе эмульсионных каучуков

Наименование показателя	Номер образца*			
	1	2	3	4
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С), каучука	55	52	53	53
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	13,6	13,7	14,5	11,2
Условная прочность при растяжении, МПа	24,1	24,7	25,8	22,7
Относительное удлинение при разрыве, %	520	530	560	480
Твердость по Шору А, у. ед.	57	59	70	52
Сопrotивление раздиру, кН/м	53	67	84	50
Сопrotивление многократному растяжению (100 %), тыс. циклов	70	78	95	68
Коэффициент теплового старения:				
- по прочности	0,44	0,56	0,78	0,41
- по относительному удлинению	0,25	0,38	0,48	0,29

\*Примечание. Содержание олигомера составляет 40 кг/т каучука. Образцы 1, 2, 3 – изготовлены на основе каучука марки СКС-30 АРК (1 – без добавок; 2 – олигомерная добавка на основе СО; 3 – олигомерная добавка на основе СОМА). Образец 4 изготовлен на основе каучука марки СКС-30 АРКМ 15 (без добавки).

Выявлено повышение устойчивости вулканизатов к термоокислительному старению, при сохранении всех остальных показателей согласно требованиям ТУ, что свидетельствует о снижении потерь антиоксиданта. В тоже время, образцы содержащие олигомерные добавки по своим свойствам не уступают образцу изготовленному на основе СКС-30 АРКМ 15, что позволяет рекомендовать полученные олигомерные добавки в качестве пластификатора при получении маслonaполненных каучуков с последующей заменой масла ПН-6, обладающего повышенной токсичностью.

Таким образом, можно сделать вывод, что переработка отходов и побочных продуктов нефтехимии в добавки для эластомерных композиций является перспективным приемом в направлении снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

## Литература

1. Никулин С.С., Пугачева И.Н., Черных О.Н. Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков // М.: «Академия Естествознания», 2008. 145 с.
2. Черных О.Н., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Наполнение эмульсионных каучуков модифицированными олигомерами из побочных продуктов нефтехимии // Промышленное производство и использование эластомеров, 2012. №2. С. 17-20.
3. Пугачева И., Никулин С. Композиционные материалы: получение, свойства и применение. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. 219 с.
4. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Издательский дом «Академия Естествознания», 2011. 124 с.

**I.N. Pugacheva, L.V. Molokanova, N.N. Vinnik, A.S. Melentyeva**

FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies",  
Voronezh, Russia

### **SOLUTION OF THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF URBANIZED TERRITORIES FOR THE SECONDARY WASTE USE**

The paper presents one of the promising areas for reducing the environmental burden on the environment in industrial cities. It is shown that a competent approach to the processing of waste and by-products allows to obtain promising materials on their basis, and thus involve them in repetitive production. The paper shows the method of processing waste and side products of petrochemistry in additives for elastomeric compositions. Their influence on the process of creating elastomeric compositions and their properties is shown.

Keywords: waste, by-products, petrochemistry, oligomers, emulsion rubbers, coagulation, composites.

**Ю.Г. Радюшкин, С.М. Пономаренко, Н.А. Абдулаев, Л.А. Серова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии» (ФГБУ «ГосНИИЭНП»), г. Саратов, РОССИЯ

### **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА КОМПОНЕНТАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО КОНТРОЛИРУЕМЫМ ВИДАМ РИСКОВ**

В данной статье рассматривается методика расчета потенциального материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков, разработанная применительно к таким компонентам природной среды, как атмосфера, водные объекты, земельные ресурсы и недра.

Ключевые слова: расчет материального ущерба, компоненты природной среды, атмосферный воздух, водные объекты, почвы, недра

Требования гармонизации российского законодательства с международными нормами и правилами, изменение природоохранного законодательства, внедрение экономических методов охраны окружающей среды и риск-ориентированной модели при осуществлении государственного (муниципального) контроля (надзора) приводят к необходимости разработки и формирования новых подходов к нормативно-методическому обеспечению оценки экологических рисков и нанесенного экологического ущерба.

По этой причине актуальность и своевременность разработки методики расчета потенциального материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков (далее – Методика) вполне очевидна.

Разработанная Методика предназначена для исчисления потенциального материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков в денежной форме применительно к таким компонентам окружающей среды, как атмосферный воздух; водные объекты в пределах их границ, акватории водных объектов, водохозяйственные участки, их санитарные и водоохранные зоны; земля (почва) как объект земельных правоотношений, компонент экосистемы, природный ресурс и природный объект; земельным массивам, территориям без определения границ на местности (в натуре); недра, участки недр. Расчет потенциального материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков (далее – Расчет) проводится при совокупном учете размера рисков природным ресурсам, природным объектам и имуществу.

Методика применяется к не наступившим событиям и не совершенным действиям, носящим вероятностный характер при отсутствии какой-либо вины какого-либо юридического или физического лица в силу возможности негативных последствий в силу природных явлений, явлений техногенного характера, а также планируемой правомерной деятельности (действий), направленных на изменение природной среды или иного правомерного воздействия на нее.

Необходимыми условиями для проведения Расчета в соответствии с настоящей Методикой являются: 1) выявление потенциально опасных угроз (обнаружения их причин) на контролируемом объекте (объектах) или его составных частях; 2) установление объективных факторов, указывающих на вероятность наступления неблагоприятных последствий для природной среды в результате: случайных технических отказов (повреждений) оборудования, техногенных аварий; неумышленных ошибочных действий обслуживающего персонала, в том числе, при отсутствии квалификации или недостаточной квалификации работников, осуществляющих работы (услуги) по гражданско-правовым договорам; 3) оценка последствий (ущерба) в случае наступления события.

При проведении Расчета необходима оценка экологического риска, включающая в себя: а) первичную идентификацию опасности; б) описание

источника опасности и связанного с ним ущерба; в) оценку риска в условиях нормальной работы; г) оценку риска по возможности гипотетических (момент вероятности) аварий на производстве, при хранении и транспортировке опасных веществ; д) рассмотрение спектра возможных сценариев развития аварии, в том числе во времени и пространстве; е) статистические оценки и вероятностный анализ риска. Кроме того, при проведении Расчета в обязательном порядке следует использовать информацию, обеспечивающую достоверность исходных данных и исключающую субъективно-предположительный характер. Расчет должен проводиться с учетом сведений, содержащихся в правоустанавливающих и право удостоверяющих данных об объектах I-IV категорий опасности, сведений о водных объектах, землях и земельных участках, недрах и участках недр, о физико-химических свойствах атмосферного воздуха и других компонентах природной среды, с учетом разрешительной документации органов государственной власти и данных объективного контроля о состоянии окружающей среды и ее компонентов, мнений специалистов, заключений экспертов.

Расчет возможного размера ущерба осуществляется на основании трех основных компонентов расчета: 1) площадь возможного вреда (длина, ширина, глубина, высота); 2) степень загрязнения (негативного воздействия) в зависимости от вида деятельности (функционального назначения) предприятия, сооружений, установок, агрегатов и химических компонентов (на основе нормативов); 3) категории опасности объекта с учетом его возможного негативного влияния на природную среду, а также ряда дополнительных показателей: правового статуса природного объекта (компонента природной среды); сезонных показателей; географических показателей местонахождения природного объекта; возможных затрат на восстановление природного объекта (определяется на основе затратного метода); возможных затрат на профилактические мероприятия по упреждению, минимизации или недопущению наступления негативных последствий для окружающей среды.

Для исчисления вероятного материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков применяются следующие методы Расчета:

– *метод сравнения аналогов*, который применяется с использованием по аналогии расчета за внедоговорный вред, причиненный юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, конкретным компонентам окружающей среды в результате совершения юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями виновных действий, с применением соответствующих такс и методик исчисления размера вреда окружающей среде;

– *метод выделения* применяется совместно с методами сравнения аналогов, затратного метода, метода предполагаемого использования

природного объекта при составлении персонального Расчета для хозяйствующего субъекта с учетом доли в имуществе конкретного лица на объект (объекты) соответствующей категории опасности и/или юридических прав на земельные участки, акваторию водного объекта и/или участков недр, которым может быть причинен экологический вред;

– *метод остатка*, применяемый совместно с методами сравнения аналогов, затратного метода, метода предполагаемого использования природного объекта для составления персонального Расчета для хозяйствующего субъекта с учетом доли в имуществе конкретного лица на объект (объекты) соответствующей категории опасности и/или юридических прав на земельные участки, акваторию водного объекта и/или участков недр, которым может быть причинен экологический вред, в зависимости от наличия ранее проведенных Расчетов в отношении других правообладателей указанных природных и имущественных объектов (ресурсов);

– *затратный метод* применяется при отсутствии такс и методик исчисления размера вреда, причиненного окружающей среде исходя из расчета возможных фактических затрат на основе сложившихся и широко применяемых цен в конкретной местности на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учетом возможных убытков, в том числе упущенной выгоды;

– *метод предполагаемого использования природного объекта* (земельного участка, территории, земельного массива, акватории водного объекта, водного объекта, недр, участка недр и других природных объектов) применяется на стадиях архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции объектов капитального строительства в пределах соответствующего пространственного базиса соответствующих компонентов природной среды и природных объектов;

– *интегральный метод*, объединяющий применение такс и методик путем суммирования показателей применительно к различным компонентам среды при применении метода сравнения аналогов и затратного метода.

Разработанная Методика может применяться к расчетам рисков причинения вреда природным ресурсам и природным объектам Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, а также имуществу (зданиям, строениям, сооружениям и др.), находящемуся в федеральной собственности или в собственности субъектов Российской Федерации, муниципальному имуществу, имуществу юридических и физических лиц, подвергающемуся негативным воздействиям со стороны объектов окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности юридических и физических лиц.

Расчет размера материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков на основании данной Методики может осуществляться Росприроднадзором и его территориальными органами в рамках профилактической работы и осуществления федерального

государственного экологического надзора в целях материальной оценки экологических рисков, снижения вреда окружающей среде, финансовых (материальных) затрат на проведение профилактических мероприятий, направленных на предупреждение и недопущение негативных последствий для природной среды, прогнозирования объема материальных затрат (денежных средств) на восстановление окружающей среды и ее компонентов.

Расчет размера материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков на основании данной Методики также может быть использован для страхования экологических рисков.

**Yu.G. Radyushkin, S.M. Ponomarenko, N.A. Abdulaev, L.A. Serova**

Federal state budgetary institution  
«State Scientific Research Institute of industrial ecology»  
(FSBI «GosNIIENP»), Saratov, RUSSIA

#### **TECHNIQUE OF CALCULATION OF POTENTIAL MATERIAL DAMAGE TO COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT BY CONTROLLED TYPES OF RISKS**

In this article the technique of calculation of potential material damage to environmental components by controlled types of risks which was developed in relation to such components of the environment as the atmosphere, water objects, land resources, a subsoil is considered.

Ключевые слова: calculation of material damage, environmental components, atmosphere, water objects, soils, subsoil

**В.А. Рябов, Н.Т. Егорова, П.С. Мамасев**

Новокузнецкий институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк, Россия

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ КУЗБАССА**

Экологический фактор оказывает прямое и косвенное влияние на качество жизни населения городов и урбанизированных территорий крупнейшего индустриального региона России - Кемеровской области (Кузбасса). Здесь высокий антропогенный пресс на природные среды стал причиной неблагоприятной экологической ситуации. Экологический фактор рассматривается как индикатор качества жизни на индустриальных территориях, фактор определяющий комфорт проживания, повышающий затраты на отдых и здоровье за пределами экологически неблагоприятного постоянного места проживания. Установлены причины острой экологической ситуации в городах Кемеровской области.

Ключевые слова: экология, города, промышленный регион, индустриальные центры, Кемеровская область, Кузбасс, качество жизни населения.

Кемеровская область (Кузбасс) по уровню урбанизации превосходит большинство регионов Азиатской России – 86% населения городское. При этом здесь степень пространственной концентрации промышленных центров, наличие между ними тесных экономических связей и в целом высокая промышленная освоенность территории резко выделяет ее среди других регионов Сибири. Однако Кузбасс выделяется значительной убылью населения: оно уменьшилось по сравнению с 1989 годом на 469 тыс. человек, что составляет самую большую по абсолютной величине убыль среди территорий Сибирского федерального округа. Причиной снижения численности населения является как естественная убыль населения, так и миграционный отток. Низкие характеристики общественного здоровья способствуют убыли населения и уменьшают конкурентные преимущества региона [1].

Благоприятная экологическая среда – одна из важных потребностей населения. В условиях Кузбасса одним из факторов, обуславливающих отток населения, является экологический. Сила проявления неблагоприятной экологической ситуации в регионе столь велика, что значения этого показателя перекрывают все остальные, особенно в пределах промышленно-транспортной зоны, на территории которой проживает 90% населения региона. Различия уровня жизни и социальной инфраструктуры не столь велики [2].

В условиях Кузбасса главный из факторов, обуславливающих различия качества жизни населения – загрязнение окружающей среды промышленными выбросами. Причём сила антропогенного воздействия в регионе столь велика, что значения этого показателя перекрывают все остальные, особенно в пределах промышленно-транспортной зоны, на территории которой проживает более 90% населения региона. Различия уровня жизни и социальной инфраструктуры не столь велики, однако прослеживается четкая тенденция к снижению этих показателей за пределами зоны индустриального освоения [3].

Кузбасс, вместе с индустриализацией XX века, которая привлекла население в регион, приобрел статус зоны экологической напряженности. Причина такой ситуации – чрезвычайно высокая концентрация промышленности с преимущественным развитием экологически опасных угольных, металлургических и химических производств, а также объектов топливной энергетики. Проблема продолжает обостряться в связи с ростом добычи угля, прежде всего открытым способом. За последние 20 лет добыча угля выросла более чем в 2,5 раза (с 98 млн. тонн в 1998 году до 250 млн. тонн в 2018 году). Растущая перевозка угля и его сортировка осуществляется в пределах селитебных зон или вблизи. Многие из разрезов открываются вблизи границ городов и в пределах сложившихся урбанизированных зон. Традиционные места загородного летнего отдыха горожан теряют свое качество. Вклад вносит растущий автопарк [4].

Загрязнения атмосферного воздуха – одна из наиболее острых экологических проблем Кемеровской области. Основная часть населения региона проживает в городах с регулярным превышением предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере. Суммарные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ составил около 1577, 3 тыс.т, что в несколько раз превышает средние российские показатели, на одного жителя региона приходится почти 500 кг загрязняющих веществ выброшенных в атмосферу, это самый высокий показатель в СФО. Уровень загрязнения городов за последние 10 лет повышается. Структура выбросов загрязняющих веществ следующая: твёрдые – 10%, диоксид серы – 7%, оксид углерода – 16%, оксиды азота – 5%, углеводороды – 51%, прочие – 11% [4,5]. К отраслям промышленности, вызывающим сильное загрязнение атмосферы относятся топливно-энергетические и металлургия – 85% всех выбросов в атмосферу. С учетом того, что 90% населения проживает в городах с вышеупомянутой специализацией, то стоит понимать какой негативный фактор оказывает влияние на их здоровье.

К центрам, характеризующимся катастрофическим загрязнением атмосферы, относится г. Новокузнецк (превышение ПДК в 5 и более раз) – население города 552 тыс. человек. К городам с высокими выбросами загрязняющих веществ относятся города Белово (72 тыс. человек), Кемерово (556 тыс. человек), Мыски (42 тыс. человек). Здесь хотя бы одна из примесей в воздухе достигает 2-5 ПДК.

К группе центров умеренного загрязнения атмосферы относятся города с концентрацией одного из веществ 1-2 ПДК – Березовский, Гурьевск, Калтан, Киселевск, Ленинск-Кузнецкий, Междуреченск, Осинники, Прокопьевск, Юрга, Таштагол, Топки (здесь в сумме проживает около 650 тыс. человек), а низкого загрязнения – относительно чистые города, в которых эпизодически, в период неблагоприятных метеорологических условий величина загрязняющих веществ может подниматься до ПДК – Анжеро-Судженск, Тайга (в сумме 95 тыс. человек). Экологически наиболее опасными городами являются Новокузнецк, Белово, Кемерово и Мыски. Это самые грязные города области, образующие агломерации (Новокузнецкую и Кемеровскую) с численностью населения около 2 млн. человек.

Выбрасываемые в атмосферу загрязняющие вещества, не все остаются в городе, загрязняя его воздух. Часть выбрасываемых в атмосферу примесей в зависимости от массы и господствующих ветров, переносится на прилегающие к городу земли, загрязняя атмосферный воздух пригородной урбанизированной зоны и выпадая на почвы и растительный покров, накапливается там, отравляя грунтовые и поверхностные воды. При расположении промышленных центров в непосредственной близости друг к другу их зоны загрязнения

накладываются одна на другую. Так зоны загрязнения городов Осинники, Прокопьевск, Киселёвск, Белово и Кемерово испытывают влияние соседних. Зона загрязнения атмосферы от промышленных предприятий г. Новокузнецка распространяется на север до г. Ленинск-Кузнецкого, на юг до станции Кондома, а в восточном и западном направлении выходит за пределы области.

О роли экологического фактора в формировании качества жизни населения, впрочем, как и подходах к его оценке, нет единого мнения, нет и так называемого «стандарта» качества жизни [6, 7]. В качестве индикаторов устойчивого развития предлагается учитывать экономические, социальные и экологические факторы [8]. В условиях Кузбасса главный из факторов, обуславливающих различия качества жизни населения городов и урбанизированных зон – экологическое состояние среды. Для создания комфортной городской среды требуется скорейшее использование экологически чистых технологий добычи, транспортировки и переработки сырья, оснащение предприятий современными очистными системами, перевод угольного печного отопления частного сектора на газ, требуется скорейшая рекультивация нарушенных земель.

#### Литература

1. Рябов В.А., Григорьев Ю.А., Баран О.И. К вопросу о взаимосвязи качества жизни и заболеваемости населения в индустриальном Кузбассе // Медицина труда и промышленная экология. 2018. № 6. С. 60-64.
2. Рябов В.А. Интегральная оценка качества жизни населения: теория и методы // Проблемы региональной экологии. – 2014. № 3. – С. 164-168.
3. Рябов В.А., Мамасев П.С., Егорова Н.Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 2. С. 84-90.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/02/doklad\\_01032018.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/02/doklad_01032018.pdf)
5. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2017: Стат. сб. / Росстат. - М., 2017. - 751 с.
6. Рябов В.А. Социально-экономические и экологические основания модернизации промышленного комплекса Кузбасса // диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / Институт географии им. В.Б. Сечавы. - Иркутск, 2005. – 182 с.
7. Зубаревич Н.В. Социальное развитие регионов России: проблемы и тенденции переходного периода. М., 2003. – 418 с.
8. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика // Энергия: экономика, техника, экология. -2015. - №8. - С. 16-20.

**V.A. Ryabov, N.T. Egorova, P.S. Mamaev**

Novokuznetsk Institute (branch) of Federal state budgetary educational institution of higher education "Kemerovo state University", Novokuznetsk, Russia

### **THE ENVIRONMENTAL FACTOR OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION OF INDUSTRIAL CITIES OF KUZBASS**

The Environmental factor has a direct and indirect impact on the quality of life of the population of cities and urban areas of the largest industrial region of Russia – the Kemerovo region (Kuzbass). Here, high anthropogenic pressure on the natural environment has caused an unfavorable environmental situation. The ecological factor is considered as an indicator of the quality of life in industrial areas, a factor determining the comfort of living, increasing the cost of recreation and health outside the environmentally disadvantaged permanent residence. The reasons of an acute ecological situation in the cities of the Kemerovo region are established.

Keywords: ecology, cities, industrial region, industrial centers, Kemerovo region, Kuzbass, quality of life.

**З.А. Симонова, И.С. Шайденко, М.С. Кузьмина**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ Г. САРАТОВА**

В работе проведен анализ состояния атмосферы города Саратова на основе отбора проб воздуха в 15 исследуемых участках. Уровень загрязнения атмосферы в г. Саратове оценивается как допустимый. КИЗА соответствует 4. Установлены начальные этапы формирования зон аэротехногенного загрязнения, находящиеся в зависимости от функционально-планировочной структуры города.

Ключевые слова: аэротехногенное загрязнение, атмосферный воздух, поля концентрации, загрязняющие вещества, экологическая ситуация

Современные проблемы, связанные с возрастающими тенденциями загрязнения атмосферы выбросами от автотранспорта, промышленных предприятий характерны, также как и для большинства крупных промышленных центров России, для г. Саратова. В целом в городе формируется ситуация экологического неблагополучия и растет риск для здоровья населения. Около 70 % неинфекционных заболеваний связано с воздействием загрязнителей воздуха [1]. В городских условиях выбросы загрязняющих веществ от источников поступают в атмосферу, перемешиваются, накапливаются и под воздействием метеорологических условий рассеиваются в приземном слое воздуха, формируя поля

концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, или зоны аэротехногенного загрязнения.

Цель нашей работы заключалась в установлении зон аэротехногенного загрязнения среды города Саратова в весенний период.

Основным критерием выделения данных зон выступают индексы загрязнения атмосферы. По материалам докладов о состоянии окружающей среды Саратовской области за период с 2010 по 2017 года нами были рассчитаны индексы загрязнения атмосферы в г. Саратове. Уровень загрязнения атмосферы в г. Саратове в 2010, 2011 и 2012 году оценивался как низкий, что соответствовало допустимому риску загрязнения атмосферы или состоянию нормы. В 2013 и 2014 годах уровень загрязнения был повышенным и соответствовал ситуации, вызывающей беспокойство или состояние риска. Но в 2015 – 2017 годах индекс опять вернулся к низким значениям. Таким образом, динамика изменения КИЗА, показывает, что в целом по городу наблюдается тенденция снижения уровня загрязнения атмосферы.

Однако для выявления зон аэротехногенного загрязнения наибольшее значение имеет расчет среднемесячных индексов загрязнения атмосферы в различных районах города. Для этого нами проводилось определение концентраций основных загрязнителей воздуха, отобранного на различных участках города – формальдегида, оксида и диоксида азота, оксида и диоксида углерода, взвешенных частиц пыли, диоксида серы, озона. Результаты представлены в таблице.

Как видно из таблицы, ни на одном исследуемом участке в весенний период превышения среднесуточной или максимально-разовой концентрации формальдегида не наблюдалось. Самая высокая концентрация формальдегида была зафиксирована на пересечении улиц Навашина/Танкистов, что может быть обусловлено месторасположением участка на возвышенности в непосредственной близости с крупным автомобильным перекрестком, где отмечаются интенсивное движение транспорта и постоянные заторы, и близостью аэропорта.

Концентрация оксида и диоксида азота превышали среднесуточную ПДК вблизи с автодорогами и на территории Саратоворгсинтез. На большинстве участков отмечалось и превышение максимально-разовой ПДК. Наибольшее значение содержания оксидов азота было зафиксировано на пересечении улиц Навашина и Танкистов.

Концентрация оксида углерода не превышала установленных нормативов ни на одном из исследуемых участков, за исключением пересечения улиц Кутякова и Астраханской, где было зафиксировано незначительное превышение ПДКс.с.

Содержание загрязнителей в атмосфере г. Саратова

Исследуемые участки	Фактические значения, мг/м <sup>3</sup>							
	CH <sub>2</sub> O	NO	NO <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	Пыль неорг.	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
Парки и пригородные территории								
Детский парк	0,009	0,02	0,017	1,44	930	0,16	0,006	0,008
Городской парк	0,006	0,017	0,011	1,38	845	0,16	0,005	0,008
Парк Победы	0,003	0,009	0,001	1,20	988	0,11	0,005	0,008
ПП «Кумысная поляна»	0,002	0,001	0,007	1,13	942	0,09	0,004	0,009
СЗЗ промышленных предприятий								
ООО «Саратоворгсинтез»	0,015	0,1	0,06	2,28	962	0,31	0,005	0,006
ОАО «Саратовстройстекло»	0,01	0,03	0,017	1,32	944	0,27	0,005	0,007
Городские автодороги и придорожные территории								
Ул. Кутякова/Астраханская – Сенной рынок	0,032	0,07	0,16	3,1	1030	0,62	0,007	0,01
Ул. Чернышевского/2-я Садовая	0,034	0,06	0,16	2,88	934	0,51	0,007	0,01
Стадион «Волга»	0,028	0,12	0,08	2,70	913	0,45	0,008	0,009
Ул. Политехническая – Район СГТУ	0,018	0,05	0,07	1,83	900	0,35	0,008	0,007
Ул. Вишневая	0,026	0,04	0,09	1,92	980	0,48	0,006	0,008
Ул. Московское Шоссе – район ВСО	0,026	0,05	0,1	2,06	989	0,39	0,005	0,01
Ул. Навашина/Танкистов	0,036	0,14	0,18	2,22	1020	0,59	0,006	0,004
Ул. Топольчанская/Гархова	0,014	0,03	0,07	1,34	845	0,29	0,007	0,009
Поселок Юбилейный	0,012	0,03	0,02	1,26	997	0,23	0,005	
Фоновая территория								
Окрестности возле с. Усовка	0,002	0,002	0,009	1,04	966	0,29	0,004	0,003
	ПДКс.с./ПДКм.р., мг/м <sup>3</sup>							
	0,01 / 0,05	0,4 / 0,06	0,04 / 0,2	3,0 / 5,0	2500 / 3900	0,15 / 0,5	0,05 / 0,5	0,01 / 0,03

Концентрация углекислого газа ни на одном исследуемом участке не превышала российских нормативов, в качестве которых предлагается использовать значения ПДКс.с. соответствующее 2500 мг/м<sup>3</sup>, ПДК м.р. – 3900 (хотя утвержденный норматив ПДК углекислого газа в атмосферном воздухе населенных мест в отечественных и зарубежных документах отсутствует). Наибольшие концентрации отмечались на пересечении улиц Кутякова/Астраханская и Навашина/Танкистов.

Концентрация взвешенных частиц пыли на большей части исследуемых участков превышала среднесуточный норматив. На пересечении улиц Кутякова и Астраханская, Чернышевского/2-я Садовая, Навашина и Танкистов было зафиксировано превышение максимально-разовой ПДК. Наибольшее значение определено на пересечении улиц Кутякова/Астраханская.

Концентрация диоксида серы ни по одному из участков не превышала установленные нормативы.

Нами определялась также концентрация озона, как основного соединения фотохимического смога. Озон относится к 1 классу опасности и его присутствие в воздухе считается одним из наиболее неблагоприятных признаков состояния атмосферы. Как видно из таблицы 1, ни на одном участке не было зафиксировано превышение среднесуточного и максимально-разового нормативов. В большинстве случаев концентрация озона была даже ниже, чем диапазон измерения на приборе.

Для изучения особенностей формирования полей загрязнения воздушного бассейна в г. Саратове в апреле 2018 года с учетом влияния функционально-планировочной структуры города по установленным концентрациям загрязнителей нами были рассчитаны значения ИЗА для каждого участка наблюдения. Данный показатель в течение весеннего периода соответствовал допустимому уровню загрязнения. Наиболее благоприятные условия качества воздуха складывались в районах парков. Самые высокие значения индекса были характерны для городских дорог, расположенных в центральных районах города и отличающихся скоплением автотранспорта в течение всего дня – это пересечение улиц Кутякова/Астраханская, Навашина/Танкистов и Чернышевского/2-я Садовая.

Нами было проведено сравнение полученных результатов с картой проветриваемости территории г. Саратова, построенной учеными СГУ имени Н.Г. Чернышевского [2]. Анализ показал, что установленные нами относительно проблемные зоны находятся в зоне плохой проветриваемости, что еще раз подтверждает причину возникновения полей аэротехногенного загрязнения именно в этих районах.

Таким образом, по результатам нашего исследования мы считаем, что одной из главных предпосылок формирования зон аэротехногенного загрязнения, и, соответственно, зон экологического риска, в г. Саратове являются сильная загруженность улично-дорожной сети, отсутствие транспортной инфраструктуры, отвечающей современным требованиям, и плотная застройка, разрастающаяся в последние годы без адекватного развития инженерно-экологического планирования. Все это, в конечном итоге, приводит к ухудшению экологического состояния городской среды в целом.

#### Литература

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2017 году». – Саратов, 2018. - 238 с.
2. Чумаченко, А. Н. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области: карты / А.Н. Чумаченко [и др.] – Саратов: Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского Саратов, 2013. – 144 с.

**Z.A. Simonova, I.S. Shaidenko, M.S. Kuzmina**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, Saratov

## **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF CONDITIONS FOR THE FORMATION OF AERO-TECHNOGENIC CONTAMINATED ZONES IN SARATOV**

The analysis of the state of Saratov atmosphere was conducted in the work. It was based on sampling air in 15 investigated areas. The level of atmospheric pollution in the city of Saratov is estimated as admissible. The complex atmospheric pollution index corresponds to 4. The initial stages of the formation of aero-technical pollution zones have been established. They are created depending on the functional and planning structure of the city.

Keywords: aertechogenic contamination, atmospheric air, concentration fields, pollutants, environmental situation

**Л.Е. Тучкова<sup>1</sup>, И.А. Верховец<sup>1</sup>, И.М. Тихойкина<sup>1,2</sup>, Е.С. Чувашева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Орловский государственный университет им И.С. Тургенева

<sup>2</sup>Орловский государственный университет экономики и торговли

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННЫХ ОТХОДАМИ ПОЧВ ПОКРОВСКОГО РАЙОНА ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Проведённая эколого-геохимическая оценка почвенного покрова Покровского района Орловской области, загрязнённого отходами, показала во всех изучаемых пробах превышение бенз(а)пирена, марганца, свинца и цинка, и нефтепродуктов. Установлено значительное превышение содержания тяжёлых металлов в почве по сравнению с контрольным образцом. Суммарное значение загрязнения свидетельствует о чрезвычайно опасной степени загрязнения почвы.

Ключевые слова: отходы, загрязнение почвенного покрова, суммарный показатель загрязнения, эколого-геохимическая оценка, тяжёлые металлы.

Проблема обращения с отходами производства и потребления превратилась в последние десятилетия в одну из наиболее острых экологических проблем России.

Огромный вред почвенному покрову наносят производства и потребления. Значительное количество тяжёлых металлов (Cd, Cu, Zn, Pb) поступает от автотранспорта. К приоритетным загрязнителям относятся тяжёлые металлы, присутствие которых даже в малых дозах в живых организмах приводит к нарушению их функций.

По мнению Яковлевой «загрязнение почв тяжёлыми металлами представляет большую народнохозяйственную и экологическую проблему» [2] так как тяжёлые металлы не подвергаются деструкции и способны активно включаться в биологический круговорот и накапливаются в растительности и живых организмах.

Для оценки степени загрязнённости отходами производства и потребления почвенного покрова Покровского района Орловской области было отобрано 5 образцов, из которых 1 контрольный. Почва – серая лесная. Загрязнённая площадь 0,7 га. (таблица 1).

Согласно проведённым исследованиям в пробе 1 и 2 было обнаружено превышение ПДК бенз(а)пирен 7 раз и 12 раз соответственно (ПДК=0,02 мг/кг). Марганца (ПДК=100,0 мг/кг) в 1,4 раза и 1,1 раз соответственно, свинца в 2,1 и 2 раза (ПДК=6,0 мг/кг), цинка в 6,6 раза и 37,6 раза (ПДК=23,0 мг/кг), превышений ПДК кобальта и меди и никеля не обнаружено [1].

В испытуемом образце №3 самое высокое содержание марганца и меди и свинца по сравнению с другими образцами, превышение составило марганца в 2,9 раза (ПДК=100,0 мг/кг), меди - 7,7 раз в (ПДК=3,0 мг/кг), свинца в 2,1 раза (ПДК=6,0 мг/кг), цинка в 25,2 раза (ПДК=23,0 мг/кг), превышений ПДК кобальта и никеля не обнаружено[1].

Таблица 1

Эколого-геохимическая оценка влияния отходов на почвенный покров

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Проба					ПДК
			1	2	3	4	5	
1	Бенз(а)пирен	Мг/кг	<b>0,14</b>	<b>0,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,62</b>	0,00	≤0,02
2	Кобальт	Мг/кг	2,06	1,47	2,13	3,48	1,01	≤5,00
3	Марганец	Мг/кг	<b>140,57</b>	<b>114,16</b>	<b>288,32</b>	67,63	11,81	≤100,00
4	Медь	Мг/кг	1,50	0,98	<b>23,06</b>	<b>4,73</b>	0,71	≤3,00
5	Никель	Мг/кг	2,05	1,57	2,15	<b>6,58</b>	1,43	≤4,00
6	Свинец	Мг/кг	<b>12,79</b>	<b>11,88</b>	<b>28,44</b>	<b>12,82</b>	0,86	≤6,00
7	Цинк	Мг/кг	<b>152,51</b>	<b>865,74</b>	<b>579,18</b>	<b>230,85</b>	0,93	≤23,00

В пробе 4 отмечается превышение ПДК по некоторым показателям бенз(а)пирена – 0,62, меди – 4,73, никель – 6,58, свинец 12, 82, цинка 230,85. При этом загрязнение почвы никелем было установлено только в образце №4 превышение составило в 1,6 раза. В пробе 5 (контроль) превышение ПДК по всем изучаемым элементам металлов не было обнаружено.

Для всех исследуемых почвенных установлено значительное превышение содержания тяжёлых металлов в почве по сравнению с контрольным образцом. Количество подвижных форм кобальта превышало его концентрацию в контрольном образце в 1,5-3,5 раза, содержание марганца возрастало в 5,7-24,4 раза, количество меди увеличилось в 1,4-32,5 раза в сравнении с контрольным его содержанием в почве. Самые высокие уровни накопления тяжёлых металлов установлены для свинца достигающие 13,9-33,1 раза и цинка концентрация которого превышало контрольный уровень в 163,4-930,1 раза.

Высокий уровень накопления тяжёлых металлов загрязнённых отходами серых лесных почвах predetermined и высокий коэффициент суммарного загрязнения почвы (таблица 2).

Таблица 2

## Оценка уровня концентрации и степени загрязнённости почв

№ п/п	Наименование показателя	Коэффициент концентрации	Проба				ПДК	Фон
			1	2	3	4		
1	Бенз(а)пирен	$K_{\text{ПДК}}$	<b>7,0</b>	<b>12,0</b>	<b>5,5</b>	<b>31,0</b>	$\leq 0,02$	0,00
2	Кобальт	$K_{\text{контроль}}$	2,1	1,5	2,1	3,5	$\leq 5,00$	1,01
3	Марганец	$K_{\text{контроль}}$				5,7		11,81
		$K_{\text{ПДК}}$	<b>14,1</b>	<b>11,4</b>	<b>28,8</b>		$\leq 100,00$	
4	Медь	$K_{\text{контроль}}$	2,1	1,38				0,71
		$K_{\text{ПДК}}$			<b>7,7</b>	<b>1,6</b>	$\leq 3,00$	
5	Никель	$K_{\text{контроль}}$	1,4	1,1	1,5			1,43
		$K_{\text{ПДК}}$				<b>1,7</b>	$\leq 4,00$	
6	Свинец	$K_{\text{ПДК}}$	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>4,7</b>	<b>2,1</b>	$\leq 6,00$	0,86
7	Цинк	$K_{\text{ПДК}}$	<b>6,6</b>	<b>37,6</b>	<b>25,2</b>	<b>10,1</b>	$\leq 23,00$	0,93
	Zc	Контроль	3,6	0,9	2,6	8,2		
		ПДК	<b>26,8</b>	<b>60,1</b>	<b>67,9</b>	<b>42,4</b>		

Превышение коэффициента концентрации тяжёлых металлов в почве во всех анализируемых образцах в сравнении с ПДК отмечается на бенз(а)пирене, свинце и цинке, превышение было в пределах 5,5-31,0, 1,9-4,7, 6,6-37,6 соответственно.

В сравнении с содержанием исследуемых тяжёлых металлов в контрольной (фоновой) пробе почвы, неподвергающейся негативному загрязняющему действию отходов, установлены значительные степени накопления анализируемых металлов. Так, для кобальта интенсивность накопления или коэффициент концентрации в загрязнённых пробах почвы в сравнении с его содержанием в контрольной пробе достигает таких величин, как 2,1; 1,5; 2,1; 3,5 ед; для марганца величина коэффициента концентрации в сравнении с ПДК колеблется в пределах 11,4-28,8 единиц.

Для оценки степени загрязнения почв в сравнении с контрольной, незагрязнённой пробой почвы, полученные значения достигали таких значений, как 28,6 (проба №1); 60,1 ед (проба №2); 67,9 ед (проба №3), 42,4 (проба №4), что свидетельствует о умеренно опасный уровень загрязнения и сильном уровне загрязнения.

Загрязнение почв нефтепродуктами и стойкими органическими загрязнителями приводит к глубокому изменению всех звеньев естественных биоценозов – изменению численности и снижению видового разнообразия. Гибели почвенной мезофауны, резкое снижение ферментативной активности, подавление фотосинтеза, снижение экологической устойчивости почв и их производственной способности, а также обуславливает разностороннее негативное действие на организм теплокровных и человека (таблица 3).

В изучаемых образцах 1, 2, 3, 4 обнаружено значительное содержание нефтепродуктов относительно контрольного образца в 1,8 раза, в 2,4 раза, в 2,5 раза и 2,8 раз соответственно.

Для оценки степени воздействия отходов производства и

потребления был рассчитан размер вреда, причинённого нарушенному почвенному покрову, который составил 30989,4 тыс. руб.

Проведённые исследования позволяют выявить масштабы и последствия загрязнения сельскохозяйственных земель отходами производства и подготовить необходимые меры по восстановлению нарушенных земель. Установленные особенности и выявленные закономерности позволяют на научной основе обосновать приёмы и методы сохранения почвенного плодородия, предотвращения загрязнения почв отходами производства и потребления.

Таблица 3

Содержание нефтепродуктов в почвенном покрове

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Проба					ПДК
			1	2	3	4	5	
1	Массовая доля нефтепродуктов	Мг/кг	<b>2145</b>	<b>2861</b>	<b>3001</b>	<b>3372</b>	1205	≤0,02

Литература

1. Таракин А.А. Агроэкологическая эффективность вермикомпостирования органоминеральных отходов производства и природных цеолитов: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 03.00.16 / Таракин Алексей Владимирович; [Место защиты: Брян. гос. с.-х. акад.]. - Орел, 2008. - 159 с

2. Яковлева Е.В. Экологическая оценка факторов деградации серых лесных почв и пути их оптимизации: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 03.00.16 / Орлов. гос. аграр. ун-т. - Орел, 2006. - 23 с.

**L.E. Tuchkova<sup>1</sup>, I.A. Verkhovets<sup>1</sup>, I.M. Tikhoykina<sup>1,2</sup>, E.S. Chuvashева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Oryol state university to them I.S. Turgeneva

<sup>2</sup> Oryol state university of economy and trade

**ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE SOILS OF THE POKROVSK DISTRICT OF THE ORYOL REGION POLLUTED BY WASTE**

The conducted ecological and geochemical assessment of the soil cover of the Pokrovsky district of the Orel region contaminated with waste showed in all the studied samples the excess of Benz (a)pyrene, manganese, lead and zinc, and petroleum products. A significant excess of the content of heavy metals in the soil in comparison with the control sample was found. The total value of pollution testifies to an extremely dangerous degree of contamination of the soil.

Ю.А. Филипьевичева<sup>1</sup>, С.С. Евстигнеева<sup>1</sup>, Д.И. Мокеев<sup>1</sup>,  
Л.Р. Нурлубаева<sup>2</sup>, А.В. Шелудько<sup>1</sup>, Е.М. Телешева<sup>1</sup>,  
Л.П. Петрова<sup>1</sup>, Е.И. Кацы<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов  
Российской академии наук, г. Саратов, РФ  
<sup>2</sup> Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет им. Н.Г. Чернышевского, РФ

## **ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ К СТРЕССУ ВЫСУШИВАНИЕМ БИОПЛЕНОК БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM* *BRASILENSE*, ОБРАЗУЮЩИХ АССОЦИАЦИИ С РАСТЕНИЯМИ**

Проведено исследование устойчивости типового штамма бактерий *A. brasilense* Sp7 и его производных с изменениями в структуре генома к стрессу высушиванием. Было показано, что в составе биопленок исследуемые штаммы сохраняют жизнеспособность более длительное время, в том числе при воздействии температурного фактора. Был выявлен полиморфизм бактериальных клеток в составе биопленок типового штамма и его производных. Полученные данные важны для понимания основных механизмов адаптации бактерий р. *Azospirillum* к повреждающим факторам среды.

Ключевые слова: *Azospirillum brasilense*, биопленки, цистоподобные формы

*Azospirillum brasilense* – почвенные бактерии, образующие продуктивные эндосимбиотические отношения с разнообразными культурными растениями [1]. Эти бактерии способны обеспечить растения фиксированным азотом, синтезировать фитогормоны, улучшать минеральное питание растений и повышать их устойчивость к тяжелым металлам, контролировать фитопатогены и нейтрализовать токсические вещества. Перечисленные свойства азоспирилл делают эти бактерии привлекательными для включения их в состав биоудобрений, использование которых перспективно не только в практике аграрных биотехнологий, но и при рекультивации загрязненных почв [2, 3]. Однако в составе биоудобрений жизнеспособность вегетативных клеток *A. brasilense* низка. Для решения данной проблемы предлагается применение культур азоспирилл, обогащенных покоящимися цистоподобными формами [3]. Данные формы покоящихся клеток характерны для многих граммотрицательных бактерий, таких как представители родов *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Ramlibacter* и *Rhodospirillum*. Цистоподобные формы развиваются путем образования толстого внеклеточного полисахаридного экзонового слоя, который защищает их от высыхания [4]. Они также содержат, большое количество гранул поли-β-гидроксibuтирата в качестве запасного источника энергии [3]. Цистоподобные формы являются метаболически неактивными клетками, обладают стойкостью к

высыханию, недостатку питательных веществ и окислительному стрессу. Адаптации бактерий к существованию в динамичной почвенной среде также способствует образование микроорганизмами биопленочных сообществ, в том числе и на поверхности подземных органов растения-хозяина [5].

Бактериальные биопленки – это пространственно и метаболически структурированные сообщества заключенных в матрикс микроорганизмов [5, 6]. Матрикс биопленок, помимо структурного каркаса, является резервуаром ростовых факторов, ферментов и питательных веществ, играет защитную роль. Он представляет собой сильно гидратированную структуру, медленно высыхает, чем предохраняет бактерий от изменений водного потенциала. В данном исследовании охарактеризована устойчивость азоспирилл, сформировавших зрелые биопленки, к стрессу, обусловленному высушиванием, и значение для этого покоящихся форм.

В работе использован типовой штамм *A. brasilense* Sp7 [7] и его производные с изменением в структуре генома [8]. С использованием окрашивания кристаллическим фиолетовым осуществлено сравнение биомассы в зрелых биопленках, формируемых *A. brasilense* Sp7 и его производными на границе раздела фаз “жидкость (малатная синтетическая среда (MSM)) – твердая гидрофильная (стекло) или гидрофобная (полистирол) поверхность”. На гидрофобной поверхности штаммы Sp7.4 и Sp7.8 формировали менее выраженные биопленки, чем родительский штамм Sp7 и штамм Cd, независимо от присутствия азота в MSM. На гидрофильной поверхности биомасса у всех исследованных штаммов возрастает, а разница между производными и родительским штаммом нивелируется на среде с азотом. Различия в биопленках, сформированных на поверхностях с разными физико-химическими свойствами могут обуславливать состав и количество углеводсодержащих составляющих биомассы, которые являются частью многокомпонентной системы механизмов, опосредующих как сродство биопленок к различным субстратам, так и их структурную целостность.

На начальном этапе работы мы исследовали ультраструктуру зрелых биопленок, сформированных бактериями, под минеральными средами различающимися наличием азота в их составе. Анализ ультратонких срезов свидетельствует о полиморфизме размера и формы клеток, находящихся в составе биопленок. Помимо вибрионов, характерных для вегетативных особей планктонных культур, и лизированных клеток (клеточные чехлы), встречаются яйцевидные формы средних и больших размеров, которые описаны в старых культурах азоспирилл как цистоподобные формы, в частности в среде без источника связанного азота [4]. Высушивание и инкубация азоспирилл в течение 1 недели при температурном режиме, превышающем оптимальные значения для выращивания этих бактерий, способствует гибели вегетативных клеток, а

жизнеспособность в таких условиях сохраняют только цистоподобные формы [9]. После подобной процедуры в биопленках, полученных нами, сохраняются КОЕ в случае всех исследованных штаммов.

Определенный вклад в устойчивость бактерий к стрессу, вызванному высушиванием, вносят полисахариды. Синтез и свойства полисахаридов, образование покоящихся форм зависят от состава сред и условий культивирования, в частности наличия или отсутствия азота. Обсуждается роль покоящихся форм и продуцируемых полисахаридов в устойчивости биопленок к стрессу, обусловленному высушиванием.

#### Литература

1. Bashan, Y. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth – a critical assessment [Text] / Y. Bashan, L.E. de-Bashan // *Adv Agron* – 2010. – Vol. 108. – P. 77–136.
2. Trujillo-Roldan, M.A. Scale-up from shake flasks to pilot-scale production of the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum brasilense* for preparing a liquid inoculant formulation [Text] / M.A. Trujillo-Roldan, N.A. Valdez-Cruz, C.F. Gonzalez-Monterrubio, E.V. Acevedo-Sanchez, C. Martínez-Salinas et al. // *Appl Microbiol Biotechnol* – 2013. – Vol. 97. – P. 9665 – 9674.
3. Vendan, R.T. Development and standardization of cyst based liquid formulation of *Azospirillum* bioinoculant [Text] / R.T. Vendan, M. Thangaraju // *Acta Microbiol Immunol Hung* – 2007. – Vol. 54. – P. 167 – 177.
4. Sadasivan, L. Flocculation in *Azospirillum brasilense* and *Azospirillum lipoferum*: exopolysaccharides and cyst formation [Text] / L. Sadasivan, C.A. Neyra // *J Bacteriol* – 1985. – Vol. 163. – P. 716 – 723.
5. Bogino, P.C. The role of bacterial biofilms and surface components in plant-bacterial associations [Text] / P.C. Bogino, M.M. Oliva, F.G. Sorroche, W. Giordano // *Int. J. Mol. Sci.* – 2013. – Vol. 14. – P. 15838 – 15859.
6. Flemming, H.-C. The biofilm matrix [Text] / H.-C. Flemming, J. Wingender // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2010. Vol. 8, No. 9. – P. 623 – 633.
7. Tarrand, J.J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. [Text] / J.J. Tarrand, N.R. Krieg, J. Döbereiner // *Can. J. Microbiol.* – 1978. – Vol. 24, No. 8. – P. 967-980.
8. Петрова, Л.П. Анализ ДНК, ряда культурально-морфологических свойств и структуры липополисахаридов у близкородственных штаммов *Azospirillum brasilense* [Текст] / Л.П. Петрова, Л.Ю. Матора, Г.Л. Бурьгин, И.В. Борисов, Е.И. Кацы // *Микробиология.* – 2005. – Т. 74, №2. – С. 224-230.
9. Malinich, E.A. Transcriptome analysis of *Azospirillum brasilense* vegetative and cyst states reveals large-scale alterations in metabolic and replicative gene expression [Text] / E.A. Malinich, C.E. Bauer // *Microbial Genomics.* – 2018 – Vol. 4, No. 8. DOI 10.1099/mgen.0.000200.

**Yu.A. Filip'echeva<sup>1</sup>, S.S. Yevstigneyeva<sup>1</sup>, D.I. Mokeev<sup>1</sup>, L.R. Nurlubaeva<sup>2</sup>,  
A.V. Shelud'ko<sup>1</sup>, E.M. Telesheva<sup>1</sup>, L.P. Petrova<sup>1</sup>, E.I. Katsy<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms Russian Academy of Sciences, Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup> Saratov State University, Saratov, Russian Federation

## **CHARACTERISTICS OF RESISTANCE TO STRESS BY DRYING BIOFILMS OF AZOSPIRILLUM BRASILENSE BACTERIA, FORMING ASSOCIATIONS WITH PLANTS**

A study was conducted on the resistance of a typical strain of bacteria *A. brasilense* Sp7 and its derivatives with changes in the structure of the genome to stress by drying. Was shown, that in the composition of biofilms retain their viability for a longer time, including under the influence of the temperature factor. A polymorphism of bacterial cells was found in the composition of the type strain and its derivatives biofilms. The data obtained are important for understanding the basic mechanisms of adaptation of *Azospirillum* to damaging environmental factors.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, biofilms, cyst-like forms

**И.А. Шамало**

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

## **ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОТБОРУ И ВЕРИФИКАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ АРКТИКИ**

Аннотация: В приведенном докладе содержится обзор существующих отечественных и зарубежных подходов к отбору и верификации социально-экономических индикаторов устойчивого развития городов Арктики. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-05-60088 Арктика «Устойчивость развития Арктических городов в условиях природно-климатических изменений и социально-экономических трансформаций».

Ключевые слова: Арктика, города, социально-экономические индикаторы, устойчивое развитие.

Понятие «устойчивое развитие» (УР) впервые было сформулировано в докладе «Наше общее будущее» Международной комиссии по окружающей среде и развитию. Существует значительное количество альтернативных подходов к интерпретации УР. Наиболее подходящей для решения задач исследования трактовкой понятия УР является «*триединая концепция УР*», т.к. она позволяет наиболее полно описать взаимодействие социальной, экологической и экономической сред. В данной интерпретации целями устойчивого развития (ЦУР)

являются достижение высокого уровня жизни населения, экономическое процветание и сохранность природы.

В рамках проекта ASI-II: Implementation были установлены принципы, которым должны отвечать арктические показатели: четкая определенность, воспроизводимость, недвусмысленность, понятность, практичность, простота измерения, стабильность методики, репрезентативность интересов и мнений различных сторон [1]. Участники проекта определили основные качества социальной среды, которые наиболее полно характеризуют социальную ситуацию в регионах Арктики: управление судьбой, культурная жизнеспособность, контакт с природой, материальное благополучие, образование, здоровье и население.

Российские ученые, Басова А.А. и Гутман С.С., также занимались выбором наиболее репрезентативных показателей устойчивого развития, характеризующую ситуацию в регионах Арктической зоны РФ. В ходе исследования авторы выделили наиболее подходящие показатели, которые объединены в сбалансированную систему показателей (ССП) как механизм, который позволит упорядочить комплекс существующих показателей и привести систему в соответствие с целями и стратегией устойчивого развития территорий АЗРФ. Для построения комплексной модели причинно-следственных связей авторами был использован метод каскадирования, с помощью которого были приведены в соответствие системы показателей нижнего уровня с показателями верхнего уровня посредством определения стратегических целей и показателей. В основе метода каскадирования лежит принцип согласования целей всех уровней экономических систем и успешной реализации стратегии устойчивого развития. Были выделены четыре основных направления, по которым производится характеристика устойчивого развития региона: *финансовое, внутренний и внешний рынок, инфраструктура и инновации, развитие и модернизация*. Изменения значений индикаторов в системе позволяют оценивать тенденции развития территорий и выявлять факторы, способствующие или препятствующие устойчивому развитию.

Наборы показателей, созданные при широкой политической поддержке с активным вовлечением тех, кто будет создавать политику, и тех, кто будет ей затронут, увеличивают успешность индекса [3]. Необходима разработка «снизу вверх»: так индикатор будет иметь большую легитимность [4].

ЦУР ООН породили многочисленные теории организации поселений: «низкоуглеродистый город», «компактный город», «умный город», «зеленый город» и др. Они решают разные задачи, но имеют общую идею – достижение максимального развития с минимальным потреблением ресурсов и воздействием на окружающую среду.

Существует два типа показателей, характеризующих УР городов: *показатели результатов и показатели мер политики*. Существующие

индикаторы смешивают меры политики и показатели результатов без объяснения разницы между ними [5].

Для того, чтобы сделать города сопоставимыми, необходимо объединить большое число показателей, составляющих основу «устойчивости», в небольшое число «главных» индикаторов, но это снижает точность. Кроме того, глобальные показатели могут не понравиться директивным органам, т.к. индекс может не поддерживать их собственные политические цели. Решение – выбор показателей, которые соответствуют критерию глобальной сопоставимости, оставаясь при этом актуальными на местном уровне. Этого можно достичь, определив базовый индикатор для ключевых тем, который будет уточнен дополнительными показателями, обеспечивающими большую глубину анализа. Некоторые исследователи также включают в системы категорию «уникальная устойчивость», которая стремится количественно оценить определенные устойчивые практики или особенности, которые являются уникальными для конкретных городов. Подход «измерения устойчивости» имеет пять ключевых тем: *окружающая среда, социокультурная, технологическая, экономическая и государственная политика*. Стоит отметить, что исследователи могут выбирать разные ключевые показатели для измерения в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе [3].

В статье Л. Сутера и Р. Ортгунга [6] рассмотрены некоторые принятые на глобальном уровне и легко адаптируемые интегрированные рамочные системы, а также другие инструменты обеспечения устойчивости городов, которые были опубликованы в последние несколько лет. Эти инструменты выполняют три основные функции для городских территорий:

- Определение текущего базового уровня
- Измерение производительности (эффективности) в разных регионах
- Информация для определения политики развития

В рамках проекта Arctic PIRE должен быть создан синергетический инструмент, измеряющий устойчивость городов Арктики в экономическом, социальном, экологическом, управленческом и планировочном аспектах. Создание такого индекса требует разнообразного набора показателей, учитывающих уникальный характер проблем Арктического региона, с использованием данных, которые могут быть собраны во всех городах, представляющих интерес, и обеспечением того, чтобы итоговый анализ был понятен директивным органам, способным действовать на основе полученных результатов.

#### Литература

1. Larsen J. N., Schweitzer P., Petrov A. (ed.). Arctic Social Indicators: ASI II: Implementation. – Nordic Council of Ministers, 2015.

2. Гутман С. С., Басова А. А. Индикаторы устойчивого развития Арктической Зоны Российской Федерации: проблемы выбора и измерения. // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 4 (28). – С. 32–48.
3. Steward W. C., Kuska S. S. Sustainometrics: Measuring Sustainability: Design, Planning, and Public Administration for Sustainable Living. – 2011.
4. Stone C. Problems of power in the design of indicators of safety and justice in the global south // Indicators in Development: Safety and Justice. – 2011. P. 283.
5. Portney K. E. Taking sustainable cities seriously: Economic development, the environment, and quality of life in American cities. – MIT Press, 2013. P.41.
6. Suter L., Orttung R. Building an Arctic Urban Sustainability Index: A Reference to Aid in the Selection of Indicators. – 2016.

**Ivan Shamalo**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**OVERVIEW OF EXISTING APPROACHES TO THE SELECTION AND  
VERIFICATION OF SOCIO-ECONOMIC INDICATORS OF SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF ARCTIC CITIES**

The following report provides an overview of existing domestic and foreign approaches to the selection and verification of socio-economic indicators of sustainable development of cities in the Arctic. This work was supported by the RFBR grant No. 18-05-60088 Arctic “Sustainability of the development of Arctic cities in the context of climatic changes and socio-economic transformations”.

# Экологический мониторинг урбосистем и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий

---

**В.А. Алексеенко<sup>1,2</sup>, Н.В. Швыдкая<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГОУ ВО «Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, г. Новороссийск, Россия,

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,  
г. Ростов-на-Дону, Россия,

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСНОВНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ И ИЗМЕНЕНИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Аннотация: приводятся величины кларков почв населенных пунктов, необходимые для количественной оценки и обоснованного прогноза изменений в развивающихся населенных пунктах.

Ключевые слова: кларковые и средние содержания, ассоциации химических элементов, число жителей в городах.

К настоящему времени назрела необходимость перехода от качественной характеристики геохимических процессов, происходящих в биосфере (особенно в ее части, относимой к населенным пунктам), к количественной и к обоснованному (и тоже количественному) прогнозу их последствий [4].

Для этого появились объективные предпосылки: 1 – изменения эколого-геохимической обстановки стали сказываться на безопасности жизнедеятельности и, в конечном счете, на устойчивом развитии как отдельных регионов, так и целых стран; 2 – многие проблемы перешли из разряда «чисто» геохимических в экономические и даже; 3 – сделали большой скачок в своем развитии такие составные части геохимии, как экологическая геохимия, биогеохимия, учение о геохимических барьерах.

Многолетние исследования техногенных геохимических аномалий позволили сформулировать В.А. Алексеенко (1987, 2017, 2019) следующий закон: *ассоциации химических элементов, образующих крупные техногенные геохимические аномалии, определяются, в основном, уровнем развития науки и техники в период формирования аномалий.* Это означает следующее:

1. Аномалии образуются большим числом элементов, среди которых выделяются приоритетные загрязняющие вещества.

2. Аномалии, образовавшиеся в последние десятилетия, составлены практически одними и теми же элементами; однако их подавляющее большинство находится в минимально-аномальных концентрациях.

3. Уровень развития науки и техники XXI в. предполагает использование элементов, сейчас относимых к редким, но которые начинают входить в рассматриваемые ассоциации, что необходимо учитывать.

При различных исследованиях и для принятия административных решений, направленных на улучшение медико-экологической обстановки в населенных пунктах, не всегда оправдано использование для сравнений кларковых содержаний почв Мира. Это вызвало необходимость установления кларков химических элементов для почв селитебных ландшафтов.

Изучение почв более 300 населенных пунктов Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии, а также литературные данные и материалы, любезно предоставленные рядом исследователей, позволили установить кларки городских почв [1,2,3,4] (таблица) и средние содержания элементов в различных группах населенных пунктов, отличающихся числом жителей.

Использование этих показателей позволяет устанавливать кларки и коэффициенты концентрации и рассеяния, а также показатели абсолютного и относительного накопления химических элементов.

#### Литература

1. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Ростов-н/Д.: Изд. ЮФУ, 2013. 383 с.
2. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в городских почвах. М.: Логос, 2014. 336 с.
3. Alekseenko V.A., Alekseenko A.V. The abundances of chemical elements in urban soils // Journal of Geochemical Exploration. 2014. № 147 (B). P. 245–249.
4. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В., Швыдкая Н.В., Писаренко Г.П. О геохимическом облике почв населенных пунктов // Урбоэкология: проблемы и перспективы развития. Материалы VI Международной научно-практической конференции. 2018. С. 67-71.

**V.A. Alekseenko\*\*\*, N.V. Shvydkaya\*\*\***

\*Admiral Ushakov State Maritime University, Novorossiysk, Russia,

\*\* Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia,

\*\*\* Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,  
Krasnodar, Russia

#### **ON THE USE OF THE MAIN GEOCHEMICAL INDICATORS IN THE ENVIRONMENTAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE CONDITION AND CHANGES OF HUMAN SETTLEMENTS**

Annotation: are given the values of the clarks of the soils of settlements, which are necessary for a quantitative assessment and a reasonable forecast of changes in developing settlements.

Keywords: clarke and average contents, associations of chemical elements, number of inhabitants in cities.

**Распространённость и распределение химических элементов в почвах населённых пунктов в сравнении с земной корой и почвами Земли (содержание всех элементов в  $n \cdot 10^{-3}\%$  массы)**

Элемент	Номер элемента	Кларк					Абсолютный разброс в породах и почвах континентов **	Абсолютный разброс в почвах отдельных групп населённых пунктов**	Среднее содержание в почвах					
		почв населённых пунктов **	почв Земли *	концентрации по отношению к почвам Земли	земной коры *	концентрации по отношению к земной коре			городов с населением**				хуторов, малых посёлков, станций	рекреационно-туристических центров
									более 700 тыс. чел.	от 300 до 700 тыс. чел.	от 100 до 300 тыс. чел.	менее 100 тыс. чел.		
<b>Ag</b>	47	0,04	0,05	0,7	0,01	5,3	13,5	1,9	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,04
<b>Al</b>	13	3820	7130	0,5	8050	0,5	24,9	1,2	3760	3736	–	4484	–	4226
<b>As</b>	33	1,59	0,50	3,2	0,17	9,4	13	4,7	2,46	1,00	2,09	1,50	0,52	2,15
<b>B</b>	5	4,50	1,00	4,5	1,20	3,8	33,3	–	–	–	–	–	–	–
<b>Ba</b>	56	85,31	50,00	1,7	65,00	1,3	4000	2,0	88,06	109,1	60,27	98,04	53,69	98,39
<b>Be</b>	4	0,33	0,60	0,5	0,38	0,9	12	4,3	0,29	0,28	–	0,19	0,84	0,24
<b>Bi</b>	83	0,11	–	–	0,001	124,5	1,4	2,4	0,12	0,11	0,23	0,10	0,10	0,11
<b>C</b>	6	4510	–	–	23	196,1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Ca</b>	20	5380	1370	3,9	2960	1,8	59,3	4,5	1710	7709	–	7667	–	7118
<b>Cd</b>	48	0,09	0,05	1,8	0,01	6,9	14,3	15,8	0,29	0,08	0,05	0,14	0,02	–
<b>Cl</b>	17	28,50	10,00	2,9	17,00	1,7	52	1,3	30,70	31,25	–	23,95	–	27,40
<b>Co</b>	27	1,41	0,80	1,8	1,80	0,8	1500	1,7	1,58	1,44	1,27	1,46	1,07	1,81
<b>Cr</b>	24	8,00	20,00	0,4	8,30	1,0	800	2,1	8,27	5,50	4,22	8,15	5,28	8,81
<b>Cs</b>	55	n·1,0	0,50	–	0,37	–	24	–	–	–	–	–	–	–
<b>Cu</b>	29	3,90	2,00	1,9	4,70	0,8	21,7	2,0	5,51	3,01	2,81	2,82	3,47	5,69
<b>Fe</b>	26	2230	3800	0,6	4650	0,5	24,8	1,4	1960	2011	–	2657	–	2490
<b>Ga</b>	31	1,62	3,00	0,5	1,90	0,9	20	1,2	1,74	1,61	1,51	1,52	1,80	1,62
<b>Ge</b>	32	0,18	0,50	0,4	0,14	1,3	25	1,6	0,19	0,16	0,16	0,26	0,16	0,19
<b>H</b>	1	1500	2300	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Hg</b>	80	0,088	0,001	88,0	0,008	11,0	40	–	–	–	–	–	–	–
<b>K</b>	19	1340	1360	1,0	2500	0,5	1200	1,2	1450	1260	–	1277	–	1277
<b>La</b>	57	3,40	4,00	0,9	2,90	1,2	184	2,1	1,50	3,20	–	–	–	–
<b>Li</b>	3	4,95	3,00	1,6	3,20	1,5	132	1,2	4,54	5,25	5,03	4,59	5,04	5,12
<b>Mg</b>	12	790	630	1,3	1870	0,4	127,5	1,5	670	1010	–	911	–	1006
<b>Mn</b>	25	72,87	85,00	0,9	100,0	0,7	32,4	2,5	87,05	71,52	54,66	45,75	67,49	112,46

Элемент	Номер элемента	Кларк					Абсолютный разброс в породах и почвах континентов **	Абсолютный разброс в почвах отдельных групп населённых пунктов**	Среднее содержание в почвах					
		почв населённых пунктов **	почв Земли *	концентрации по отношению к почвам Земли	земной коры *	концентрации по отношению к земной коре			городов с населением**				хуторов, малых посёлков, станций	рекреационно-туристических центров
									более 700 тыс. чел.	от 300 до 700 тыс. чел.	от 100 до 300 тыс. чел.	менее 100 тыс. чел.		
<b>Mo</b>	42	0,24	0,20	1,2	0,11	2,2	13	1,9	0,23	0,22	0,36	0,26	0,37	0,20
<b>N</b>	7	1000	100	10,0	1,90	526,3	166,7	–	–	–	–	–	–	–
<b>Na</b>	11	580	630	0,9	2500	0,2	101	1,3	660	527	–	592	–	645
<b>Nb</b>	41	1,57	–	–	2,00	0,8	700	1,6	1,67	1,57	2,42	1,70	1,50	1,64
<b>Ni</b>	28	3,30	4,00	0,8	5,80	0,6	1000	2,2	3,54	2,80	2,37	1,84	2,84	3,98
<b>O</b>	8	49000	49000	1,0	46500	1,1	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>P</b>	15	120,05	80,00	1,5	93,00	1,3	6,5	1,2	134,1	108,9	132,7	120,3	131,95	119,77
<b>Pb</b>	82	5,45	1,00	5,4	1,60	3,4	20	2,9	6,62	4,56	4,34	3,95	2,27	5,52
<b>Rb</b>	37	5,80	10,00	0,6	15,00	0,4	1000	1,2	5,83	5,10	–	6,30	–	6,30
<b>S</b>	16	120	85	1,4	47	2,6	12,5	1,6	160	114	–	105	–	102
<b>Sb</b>	51	0,10	–	–	0,05	2,0	40	–	–	–	–	–	–	–
<b>Sc</b>	21	0,94	0,70	1,3	1,00	0,9	30	2,0	0,86	0,84	1,01	1,18	0,60	1,18
<b>Si</b>	14	28900	33000	0,9	29500	1,0	15,3	1,3	32930	26120	–	25534	–	26701
<b>Sn</b>	50	0,68	1,00	0,7	0,25	2,7	20	1,6	1,00	0,64	0,90	0,74	0,62	0,65
<b>Sr</b>	38	45,78	30,00	1,5	34,00	1,3	610	2,4	35,8	35,9	36,5	32,4	23,15	55,07
<b>Ta</b>	73	0,15	–	–	0,25	0,6	84	1,0	0,10	–	–	–	0,10	–
<b>Ti</b>	22	475,79	460,00	1,0	450,0	1,1	46	1,3	497,5	437,8	427,6	448,	558,32	479,44
<b>Tl</b>	81	0,11	–	–	0,10	1,1	46	10,9	0,10	0,10	1,07	0,22	0,10	0,11
<b>V</b>	23	10,49	10,00	1,0	9,00	1,2	12,5	1,8	10,70	7,89	9,91	10,4	6,45	11,54
<b>W</b>	74	0,29	–	–	0,13	2,2	3,7	1,5	0,27	0,36	0,35	0,35	0,27	0,24
<b>Y</b>	39	2,34	5,00	0,5	2,00	1,2	100	2,1	2,35	2,33	3,65	2,55	1,75	1,87
<b>Yb</b>	70	0,24	–	–	0,03	7,3	14	1,3	0,25	0,23	0,30	0,30	0,27	0,25
<b>Zn</b>	30	15,80	5,00	3,2	8,30	1,9	8,67	2,2	20,1	11,5	9,95	9,24	9,77	19,99
<b>Zr</b>	40	25,56	30,00	0,9	17,00	1,5	26,3	3,0	24,3	33,1	40,0	30,9	13,17	18,77

\* по А.П. Виноградову; \*\*по В.А. и А.В. Алексеенко

**М.Ю. Белова, Е.И. Тихомирова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

**ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ  
(НА ПРИМЕРЕ АГЛОМЕРАЦИИ САРАТОВ-ЭНГЕЛЬС)**

В настоящее время загрязнение окружающей среды является достаточно острой и актуальной проблемой. На данный момент времени исследованы изменения в составе микробных комплексов и биохимической активности почвенного покрова городских ландшафтов. Показано изменение основных эколого-физиологических групп микроорганизмов в отобранных образцах почв г. Саратова и г. Энгельса. При исследовании ферментативной активности было выявлено низкое содержание всех групп ферментов и дыхательной активности городских почв в различных функциональных зонах исследуемой агломерации. По результатам исследований были построены карты экологического состояния городских техногенно-загрязненных ландшафтов.

Ключевые слова: экологический мониторинг, микробиологический анализ, биохимический анализ, геоинформационные технологии.

Интерес к почвенному экологическому мониторингу в настоящее время достаточно актуален и постоянно растет, поскольку качество почв в городах постоянно ухудшается. По этой причине, научные работники постоянно ищут подходящие чувствительные индикаторы экологического состояния почвенного покрова городских территорий [1,2].

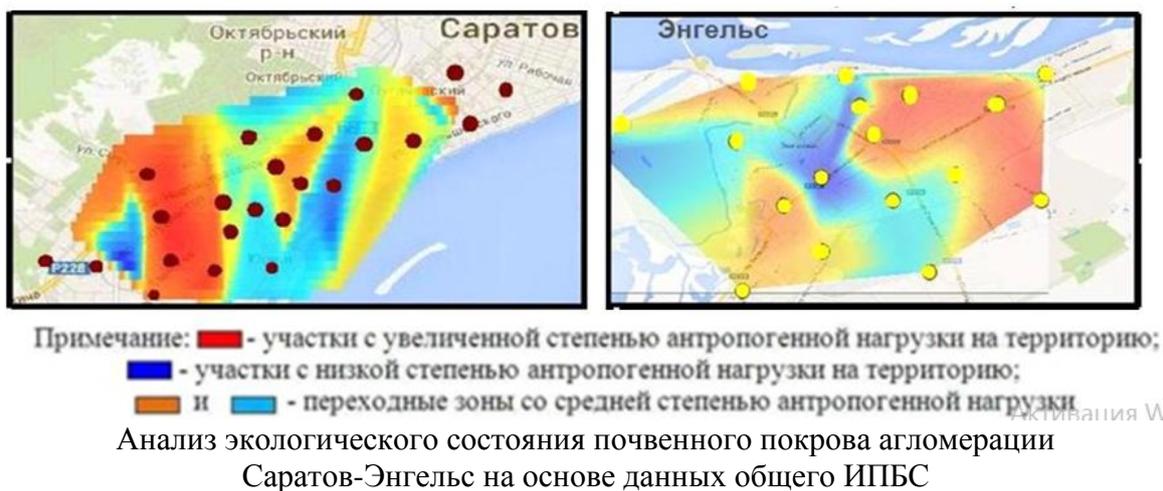
Для достижения установленной цели необходимо ежегодно проводить мониторинг почвенного покрова исследуемых городов (в данном случае агломерации Саратов-Энгельс, в качестве контроля была исследована почва с территории с. Александровка Саратовского района, близко расположенного к городу, но отличающаяся низкой степенью антропогенной нагрузки).

Территория городов Саратова и Энгельса загрязняется в основном выбросами автомобильного транспорта, поскольку количество промышленных предприятий в начале 90-х годов стало сокращаться очень быстрыми темпами. Работающих заводов осталось минимальное количество.

Отбор образцов почв проводили по общепринятым методикам. Учитывали рост гетеротрофных бактерий, актиномицетов, микромицетов, азотфиксирующих и целлюлозоразрушающих микроорганизмов (Теппер, 2004) [3]. Исследовали наличие ферментов целлюлазы, фосфатазы, сульфитоксидазы, каталазы, дегидрогеназы, уреазы, а также почвенного «дыхания» (Хазиев, 2005) [5]. Итогом работы являлось составление карт с использованием современных ГИС-технологий, на которых, как итог,

видно экологическое состояние городских территорий, рассчитанных по показателю ИПБС [2].

На основе полученных данных микробиологического и биохимического анализов проб почв разных функциональных зон г. Саратова и г. Энгельса производился расчет интегрального показателя биологического состояния почв, по результатам которого были построены карты экологического состояния почв (рисунок).



Полученные данные по оценке активности ферментов в почвах г. Саратова и г. Энгельса показали низкий уровень содержания изучаемых групп микроорганизмов особенно на участках с интенсивной антропогенной нагрузкой: вблизи промышленных предприятий, автомагистралей и железнодорожного полотна. На карте выделяются зоны, где показатели сильно варьируют и отличаются от фоновой территории.

Например, значения ИПБС городских почв для г. Саратова выше 50% – это санитарно-защитные зоны промышленных предприятий и автомобильных дорог, в г. Энгельсе в данных зонах показатель был выше 50%. Данные зоны отмечаются средней степенью нарушения экологического состояния городских почв г. Саратова. Зоны, где значения ИПБС почв г. Саратова ниже 50% – это зоны с максимальной степенью нарушения их экологического состояния (селитебные зоны), подлежат в первую очередь восстановлению, а в г. Энгельсе селитебная зона отличалась низкими показателями ИПБС, что говорит о благоприятной обстановке в данной зоне.

В целях сохранения главного богатства Саратовской области – почв – необходимо проводить комплекс разнообразных мероприятий: рекультивацию земель, реконструкцию коллекторно-дренажной, осушительной систем, высадку защитных лесных насаждений, соблюдение правил хранения, транспортировки агрохимикатов, пестицидов и т. п.

Основное внимание необходимо уделять изучению доступных методов очистки почв, например естественному увеличению численности

микроорганизмов в почве путем внесения различных органических элементов в почвенный покров.

Главной идеей продолжения данной работы является поиск новых ремедиационных технологий. Поиск надежных, удобных и самое главное – доступных методов ремедиации почвенного покрова городской среды, это достаточно объемная и длительная работа, включающая в себя выбор технологии, подготовку образцов и материалов для анализа и практическую часть, по окончании которой можно будет определить эффективность выбранного нами метода.

#### Литература

1. Белова М.Ю., Тихомирова Е.И. Экологический мониторинг почвенного покрова городских территорий с использованием современных ГИС-технологий (на примере агломерации Саратов-Энгельс) // В сборнике: Вавиловские чтения - 2018 Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2018. С. 348-349.

2. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований: / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников - Ростов-на-Дону. – Издательство Южного федерального университета, 2012. - 260 с.

3. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. 5-е изд. М.: Дрофа, 2004. 256 с.

4. Тихомирова Е.И. Оценка степени антропогенной нагрузки на урбаноземы с учетом особенностей овражно-балочной сети / Тихомирова Е.И., Белова М.Ю., Абросимова О.В. // В книге: Урбанистика: опыт исследований, современные практики, стратегия развития городов 2017. С. 183-184.

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

**M.Yu. Belova, E.I. Tihomirova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

#### **PROBLEMS OF ECOLOGICAL MONITORING OF SOIL COVER OF URBAN TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF SARATOV-ENGELS AGGLOMERATION)**

Currently, environmental pollution is a rather acute and urgent problem. At this time, changes in the composition of microbial complexes and the biochemical activity of the soil cover of urban landscapes have been investigated. The change of the main ecological and physiological groups of microorganisms in selected soil samples of the city of Saratov and the city of Engels is shown. In the study of enzymatic activity, a low content of all enzyme groups and respiratory activity of urban soils in various functional zones of the studied agglomeration was revealed. According to the results of the research, maps of the ecological state of urban technogenically polluted landscapes were constructed.

Keywords: environmental monitoring, microbiological analysis, biochemical analysis, geo-information technologies.

**Г.Х. Бикташева, Л.З. Тельцова, Г.Ф. Габидуллина, Р.М. Хазиахметов**

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
г. Уфа, Россия

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА ИШИМБАЙ**

Экологическая ситуация в городе Ишимбай формируется природно-климатическими условиями и нахождением города в промышленной зоне южной части республики Башкортостан, характеризующаяся значительной долей предприятий нефте- и газопереработки, химических производств, нефтедобычи, нефте- и газопроводной системы. [1] Одной из основных экологических проблем современности является урбанизация, связанная со стремительным ростом городов и промышленных предприятий. В данной статье обращено внимание на выявление и валовое содержание тяжелых металлов в почве города, лабораторные исследования проб воды, на содержание нефтепродуктов методом ИК – спектрометрии, определение токсичность воды методом биотестирования с использованием различных тест-объектов, а также лабораторные эксперименты по содержанию тяжелых металлов и определению нитратов в овощных и плодово-ягодных культурах, взятых с личных земельных участков г. Ишимбай. Это актуально в последние годы для окружающей среды и городской экологии в целом, так как подобные исследования носят эпизодичный характер.

Ключевые слова: Ишимбай, тяжелые металлы, валовое содержание, выбросы, техносистема, мониторинг, приоритетный, госреестр, фитотоксичность, тест культура, пищевое сырье, инверсионная вольтамперометрия, предельно-допустимая концентрация.

**Цель исследований:** Дать оценку влияния техногенных выбросов промышленных предприятий города Ишимбай на экологическое состояние почвы, определить влияния деятельности промышленных предприятий г. Ишимбай, Салават и Стерлитамак на экологическое состояние водного объекта – р. Белая, выявление содержания тяжелых металлов и нитратов в пищевом сырье растительного происхождения, овощных, плодово-ягодных культурах, выращиваемых на земельных участках территории города.

### **Задачи:**

1. Определить источники техногенного загрязнения окружающей среды, предприятия, расположенных на территории г. Ишимбай, и ближайших городов.

2. Оценить влияние техногенных выбросов на экологическое состояние почвы города Ишимбай и провести химический анализ валового содержания тяжелых металлов в почве города по 8 районам, показателю суммарного загрязнения, соотнести их к классам опасности, выявить приоритетные опасные тяжелые металлы почвы.

3. Определить с помощью тест-культуры семян редиса сорта «Красный великан» – фитотоксичность в почве придорожного полотна центральной автомагистрали города [2].

4. Определить содержание нефтепродуктов в пробах воды р. Белая методом ИК-спектрометрии, токсичность воды методом биотестирования с использованием тест-объектов.

5. Определить содержание ТМ и нитратов (Си, Zn, РЬ, и др.) в пищевом сырье растительного происхождения (овощи, плодово-ягодные культуры) выявить приоритетные.

Методика исследований. Лабораторные исследования проводились в «АгроХим лаборатории» г. Ишимбай. Опыты проводились с весны 2017 г.

1. Отбор почвенных проб проводился согласно ГОСТ 17.4.3.02-84. Из каждой пробной площадки в трех равноудаленных друг от друга точках (вершины равностороннего треугольника) из верхнего гумусового горизонта 10 см отбирался почвенный образец при помощи лопаты массой до 1 кг, тщательно перемешивался и методом «конверта» из него отбиралась средняя проба массой 400 г [3].

2. Отбор проб водных объектов проводился в соответствии с нормативными документами методика - ГОСТ 51592-2000. Вода. «Общие требования к отбору проб». Токсичность проб воды, водных объектов также исследовали методом биотестирования с использованием тест-объекта: *Paramecium caudatum* инфузория туфелька. Пробы поверхностных вод отбирали на глубине ~ 0,5 м, используя пробоотборники, затем помещали в стеклянные банки, отбор проб воды был проведен во второй декаде июня 2018 года после окончания весеннего паводка. Места отбора проб выбирали вблизи источника загрязнения города Ишимбай, Салават, Стерлитамак и в фоновом створе, который находится выше влияния предприятий нефтехимического комплекса. Всего было отобрано 9 проб – по 3 в каждой (для достоверности и повторности эксперимента) из исследуемых промышленных районов и 1 контрольная проба.

Метод определения нефтепродуктов в воде заключается в однократной экстракции эмульгированных и растворенных нефтепродуктов из воды четыреххлористым углеводородом (ЧХУ); отделение нефтепродуктов и измерении массовой концентрации нефтепродуктов методом ИК-спектрофотометрии на приборе КН-2 [4].

3. В опытах было проанализированы «пробы» – овощные и плодово-ягодные культуры на содержание химических элементов. В число объектов овощных культур входили овощи: картофель, свекла, морковь, капуста белокочанная, выращиваемые в открытом грунте, салат. Плодово-ягодные культуры: смородина красная и черная, малина, яблоня. Пробы отбирали в 9 точках наблюдения. Особое внимание было уделено земельным участкам, расположенным в пределах южной части г. Ишимбай.

Методы отбора проб и подготовка их к испытанию соответствовали нормативно-технической документации (ГОСТ 26929-94) и проведены по

методикам, прошедшим государственную сертификацию (Захарова, 1999). Токсиканты тяжелые металлы определяли методом Инверсионно-вольтамперометрии. Определение нитратов: В пять больших пробирок поместили по 10 мл растительного сока всех образцов овощей, плодово-ягодных культур и салата (на белом фоне). В каждую пробирку прилили по несколько капель раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте. Синяя окраска раствора указывает на присутствие нитрат-ионов:  $\text{NO}_3^- + \text{дифениламин} \Rightarrow$  вещество интенсивного синего цвета. Нами были взяты «пробы», затем мы с помощью отжима получили сок. Визуально наблюдали изменение окраски растворов. Бледно-голубое окрашивание – низкое содержание нитрат-ионов, голубое – среднее, синее – высокое.

**Выводы.** При химическом анализе валового содержания тяжелых металлов в почве города по показателю суммарного загрязнения установлено, что от юго-восточной зоны в почве выявлено содержание тяжелых металлов, которые относятся к «высоко опасным» и «умеренно опасным» химическим элементам, также выявили приоритетные тяжелые металлы почвы - свинец, цинк, олово, хром медь. В отобранных пробах выявлены органические соединениями, нефтяные компоненты. Концентрации обнаруженных токсикантов варьируют в очень широком интервале – выявлены: фенолы, нефтепродукты, бензол, толуол. Определена токсичность воды методом биотестирования с использованием тест-объекта, степень токсичности на изучаемом участке р. Белой изменялась от допустимой до высокой. Максимальные значения индекса токсичности зафиксированы в пробах, отобранных в районе г. Стерлитамака. Определили содержание ТМ в пищевом сырье растительного происхождения, они имеют избирательное отношение к некоторым видам овощей и зелени, так меди больше всего в свекле, в моркови выявлены цинк, свинец, кобальт, кадмий, но не превышающих значения ПДК, цинка больше всего в картофеле, зелени салата, значения превышают ПДК. Из исследованных металлов после анализа, также выявили приоритетные ТМ – свинец, цинк, олово, хром медь. Другие определяемые токсиканты содержатся в малых количествах. К ним относятся: марганец, никель, молибден, ванадий, кобальт, кадмий, которые были выявлены в смородине и яблоках. Установлено, что от юго-восточной зоны земельных участков выявлено содержание тяжелых металлов, которые относятся к «высоко опасным» и «умеренно опасным» химическим элементам. По данным исследования лидером на содержание нитратов оказались капуста, и свекла концентрация нитрат-ионов которого на много превышает предельно допустимый уровень. Во многих образцах плодово-ягодных культурах содержание нитратов не превышает ПДК, так как по мере продвижения нитрат - соединений по стволу дерева, они вступают во множество химических реакций и на плодах особо не отражаются.

## Литература

1. Доклад о состоянии окружающей среды в республике Башкортостан 2015.
2. Киреева Н. А. методички «рекультивации нарушенных почв.//Уфа, БашГУ. 2008. 35 с.
3. Научно-исследовательский журнал «Уральский экологический вестник». Уфа: НИИБЖД, 2017. 43 с.
4. Ткачев В.Ф. Заключение о загрязнении подземных вод нефтепродуктами в левобережной части г. Ишимбая. - Приложение к письму Управления по геологии и использованию недр при КМ РБ от 02.12.98 №07/07-127.

**G.H. Biktasheva, L.Z. Teltsova, G.F.Gabidullina, R. M. Khaziakhmetov**

Bashkir state University, Ufa, Russia

### **ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CITY ISHIMBAY**

The ecology of the city of Ishimbay is formed by natural and climatic conditions and the location of the city in the industrial zone of the southern part of the Republic of Bashkortostan, characterized by a significant share of oil and gas processing, chemical production, oil production, oil and gas pipeline system. One of the main environmental problems of our time is urbanization associated with the rapid growth of cities and industrial enterprises. This article draws attention to the detection and gross content of heavy metals in the soil of the city, laboratory studies of water samples, the content of petroleum products by IR spectrometry, determination of water toxicity by biotesting using various test objects, as well as laboratory experiments on the content of heavy metals and determination of nitrates in vegetable and fruit crops taken from personal land plots in Ishimbay. This is relevant in recent years for the environment and urban ecology in General, as such studies are episodic. The concentration of industrial enterprises, powerful traffic flows, have led to the fact that industrial enterprises stand out against the natural background as centers of concentration of environmental pollutants.

Keywords: Ishimbay, heavy metals, gross content, emissions, technosystem, monitoring, priority, state register, phytotoxicity, test culture, food raw materials, inversion voltammetry, maximum permissible concentration.

**Н.А. Бородина**

Институт геологии и природопользования ДВО РАН,  
г. Благовещенск, Россия

### **СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ (*Pinus silvestris* L.) КАК ИНДИКАТОР АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ г. СВОБОДНОГО (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Исследовано содержание тяжелых металлов в смывах аэрогенной пыли, накапливаемой на поверхности хвои сосны обыкновенной. Для определения уровня загрязнения окружающей среды проводили анализ поверхностного загрязнения хвои

методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Полученные результаты обнаружили различия по накоплению тяжелых металлов хвоей в урбоэкосистемах с различным уровнем загрязнения воздушной среды.

Ключевые слова: хвоя сосны, тяжелые металлы, техногенное загрязнение

Изучение техногенного загрязнения является одной из актуальных проблем в экологических исследованиях. Наиболее чувствительна к загрязнению воздушной среды сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*), которая обладает хорошей газопоглотительной способностью, накапливая поллютанты в течение нескольких лет. За это время в хвое накапливаются элементы, характерные для данной местности [1, 2].

Аэрозольные частицы, выпадающие на листовые пластинки, достаточно прочно закрепляются на их поверхности, с трудом смываются и растворяются дождевой влагой. Интенсивное поверхностное осаждение поллютантов определяет целесообразность использования хвои для биоиндикации и мониторинга атмосферного загрязнения [3].

Целью данной работы явилось исследование содержания тяжелых металлов (ТМ) (Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Co, Pb, Cd) в смывах аэрогенной пыли, накапливаемой на поверхности хвои сосны обыкновенной в зависимости от степени техногенного загрязнения г. Свободного.

Город Свободный – второй по занимаемой площади город Амурской области – 225 км<sup>2</sup> с населением около 60 тысяч человек [4].

В городе находится несколько мелких предприятий с небольшими объемами производств. Из действующих предприятий к настоящему времени остался вагоноремонтный завод и ремонтно-эксплуатационная база речного флота (в составе порта). Более 80 % предприятий, выпускающих продукты питания, относятся к малому предпринимательству.

Основными загрязнителями атмосферного воздуха в г. Свободном являются железная дорога, промышленные предприятия и объекты жилищно-коммунального хозяйства. В городе много мелких котельных, работающих на угле. Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха в городе является также и автотранспорт.

По данным ГИБДД УВД по Амурской области, в г. Свободном зарегистрировано 14453 единицы автотранспорта. При плотности населения 263 человека на 1 км<sup>2</sup> приходится 64 автомобиля, без учета транзитного транспорта.

Загрязнение окружающей среды происходит не только при сжигании топлива в двигателях внутреннего сгорания, но и при износе тормозных колодок, истирании шин о поверхность дорожного покрытия и разрушении самого дорожного покрытия и разметки. Образующая при этом пыль бывает обогащена свинцом, цинком и кадмием [5].

Исследования проводились в 2015-2016 гг. на территории г. Свободного и его окрестностей. В качестве контроля были взяты

площадки, не подверженные действию техногенного загрязнения, рядом с сосновым бором в 25 км к северо-западу от города. Опытные пробные площади были заложены на территориях города, имеющих различные уровни загрязнения воздушной среды.

Образцы хвои отбирались в промежутках между дождями. Собранные образцы взвешивали, хорошо промывали дистиллированной водой. Смывы фильтровали через предварительно взвешенные обеззоленные фильтры, которые потом озоляли при 500° С. В озоленных осадках и растворимой части смывов с хвои определяли валовое содержание ТМ.

Результаты анализов накопления ТМ в смывах хвои приведены к одному значению – мг/кг хвои, который рассчитывался по формуле:  $C = (C_i \cdot V) : m$ , где  $C_i$  – содержание элемента, в смыве (мг/дм<sup>3</sup>);  $V$  – общий объем смыва (дм<sup>3</sup>);  $m$  – масса хвои (кг).

Для оценки степени аэрогенного загрязнения использовали суммарный показатель химического загрязнения (СПЗ), представляющий собой сумму превышения коэффициентов концентраций химических элементов, который рассчитывается по формуле:  $СПЗ = \sum K_c - (n-1)$ , где  $K_c$  – коэффициенты концентраций элементов,  $n$  – число определяемых загрязнителей. Коэффициент концентрации ( $K_c$ ) элемента – это показатель кратности превышения содержания химического элемента в исследуемом объекте над его содержанием в аналогичной природной среде на фоновом участке и рассчитывается по формуле:  $(K_c) = C_i / C_{\phi}$ , где  $C_i$  – фактическое содержание определяемого вещества в исследуемом объекте;  $C_{\phi}$  – фоновое содержание.

Накопление ТМ в твердом остатке с фильтров и растворимой части аэрозольного материала, задерживаемого поверхностью хвои, определяли после разложения их смесью концентрированных кислот: фтористоводородной, азотной и соляной с последующим растворением в горячем растворе 1 М соляной кислоты [6].

Измерение концентраций Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Co проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi»-180-50, iCE - 3000 Series в пламени ацетилен-воздух, на ААС «Анналист 400» и рентгенофлуоресцентном спектрометре S4 PIONEER. Содержание свинца и кадмия в смывах с хвои определяли на вольт-амперметрическом анализаторе ТА-4.

Проведенный анализ смывов аэрозольного материала, задерживаемого поверхностью хвои, показал превышение фоновых значений почти по всем элементам.

На основании значений  $K_c$  составлен следующий ряд растворимых форм элементов в смывах хвои: Pb (2-17) > Ni (2-6,7) > Co (1-4,7) > Cr (1-3,6) > Cd (<0,5-2,5) > Cu ~ Zn ~ Mn (1-1,5). В растворимой части смывов с хвои наибольшие концентрации отмечены для Pb и Ni на всех пробных площадках.

Анализ химического состава нерастворимой части аэрозольного материала, задерживаемого поверхностью хвои, показал, что практически на всех исследуемых участках города наблюдается превышение фоновых значений всех изучаемых ТМ. Согласно значениям  $K_c$  тяжелых металлов в твердом остатке смывов хвои построен следующий убывающий ряд: Co (2-26) > Pb (3-23) > Ni (2-9,6) > Cr (1-2,8) > Mn (1-2) > Cu~Zn~Cd (1-1,5). В твердом остатке смывов хвои также доминируют Co, Pb и Ni.

Максимальные содержания ТМ в смывах хвои зафиксированы на пробных площадках ж/д вокзала, мелких деревообрабатывающих предприятий и городского парка. Эти же площадки имеют самые высокие суммарные показатели загрязнения почв [7] и снегового покрова [8].

Более низкие концентрации ТМ отмечены в районе городской больницы и детского дома «Надежда», которые расположены на окраине города, в сосновых борах, вдали от автомагистралей.

Суммарный показатель химического загрязнения (СПЗ) в растворимой части смывов с поверхности хвои варьирует от 10,6 до 32,9, в среднем, 19,9, в твердом остатке – от 8,3 до 53,7, среднее значение 32,2. Соотношение ТМ в твердой и растворимой части смывов хвои указывает на то, что данные элементы присутствуют, в основном, в виде твердого остатка на поверхности хвои.

Таким образом, на исследованных участках г. Свободного в аэрогенной пыли, осаждаемой на поверхности хвои, преобладающими элементами являются Pb, Ni, Co. Следовательно, данные ТМ в большем количестве присутствуют в аэротехногенном загрязнении города. Основными источниками поступления этих элементов в атмосферу исследуемых городов могут быть автотранспорт и предприятия топливно-энергетического комплекса, которые используют, в основном, бурый уголь Ерковецкого месторождения, в отожженной золе которого содержание Ni, Co, Zn в 1,5–3,5 раза выше кларковых величин осадочных пород [9].

Исследования аэротехногенного загрязнения г. Свободного являются одним из пунктов дальнейшего экологического мониторинга в связи вводом в эксплуатацию космодрома «Восточный» и строительством магистрального газопровода «Сила Сибири» от границы с Якутией до г. Свободного и далее через г. Благовещенск в Китай.

#### Литература

1. Черненкова, Т.В. Методика комплексной оценки состояния лесных биогеоценозов в зоне влияния промышленных предприятий / Т.В. Черненкова // Пограничные проблемы экологии: сб. научных трудов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. – С. 116-127.
2. Ярмишко, В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере / В.Т. Ярмишко. – СПб. : НИИ Химии СПбГУ, 1997. – 210 с.
3. Елпатьевский, П.В. Геохимические исследования аномальных техногеосистем / П.В. Елпатьевский // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 148-156.

4. Амурстат, территориальный орган федеральной службы. – URL: // Режим доступа: <http://amurstat.gks.ru>.

5. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

6. ПНДФ 14.1:2.214-06. Количественный химический анализ вод. – М. : ФГУ «ФЦАО», 2006. – 16 с.

7. Бородина, Н.А. Влияние антропогенных факторов на содержание тяжелых металлов в почвах малопромышленных городов Приамурья / Н.А. Бородина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: журнал науч. публ. – Москва. 2012. – № 12 (47). – С. 29-33.

8. Бородина, Н.А. Химическое загрязнение снега малопромышленных городов Приамурья / Н.А. Бородина // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. / под ред. проф. Л.Г. Колесниковой. – Благовещенск: БГПУ, Вып. 13. – 2011. – С. 3-11.

9. Экологические проблемы золошлакоотвала Благовещенской ТЭЦ / С.М. Радомский, А.Ф. Миронюк, В.И. Радомская, А.А. Лукичев // ЭКиП. – 2004. – №3. – С. 28-31.

**N.A. Borodina**

Institute of Geology and Natural Management of Far Eastern Branch of RAS  
Blagoveshchensk, Russia

#### **PINUS SILVESTRIS L. AS THE INDICATOR OF ENVIRONMENTAL AEROTECHNOGENIC POLLUTION OF SVOBODNY (AMUR REGION)**

The content of heavy metals in the flushes of aerogenic dust accumulated on the *Pinus silvestris* L. surface was studied. The analysis of surface contamination of needles by atomic absorption spectrophotometry was carried out to determine the level of environmental pollution. The results showed differences in the accumulation of heavy metals in urban ecosystems' needles with different levels of air pollution.

Keywords: pine needles, heavy metals, industrial pollution

**С.С. Воронич, Н.Н. Роева, И.А. Зайцева, А.Г. Хлопаев, Н.С. Воронич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
пищевых производств», Россия

#### **АГРОМОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬХОЗ НАЗНАЧЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Представленная статья посвящена описанию созданной авторским коллективом эффективной системы экологического мониторинга земель, подверженных негативному воздействию промышленных предприятий. Ее актуальность состоит в том, что впервые предложена многофункциональная система наблюдений и контроля регионального уровня на базе инновационных решений, адаптированных к проблемам объектов сельскохозяйственного назначения для контроля загрязнения земель, выявления опасных отходов, захоронений, а также вредных выбросов производственных объектов с целью повышения качества продукции АПК.

Ключевые слова. Экологический мониторинг, окружающая среда, почвы сельскохозяйственного назначения, вредное воздействие, контроль, методика.

Последняя четверть прошлого столетия и начало нового века прошли под знаком исключительного внимания проблемам экологии, экологической безопасности и природопользования. Можно с удовлетворением констатировать, что в этот период пришло понимание главного: все, что нас окружает – воздух, вода, животный и растительный мир, требует сохранения и бережного отношения, природные ресурсы планеты не безграничны и необходим комплекс неотложных мер по регулированию масштабов их использования.

Важную роль в структуре управления охраной окружающей среды и природопользованием отводится методам и средствам контроля (наблюдения) состояния природных и техногенных процессов, которые начали активно развиваться в 70-х годах прошлого столетия [1-3].

Теоретические исследования авторов в рамках представленной проблематики связываются с дальнейшим развитием методологических основ и основных положений и систем экологического мониторинга применительно к проблемам контроля качества сельскохозяйственных земель и созданием способа контроля земель сельскохозяйственного назначения, подверженных негативному воздействию промышленных предприятий.

Сущность последнего заключается в системе следующих последовательных действий:

1. Получение и регистрация сигнала о предполагаемом загрязнении почвы (или другого объекта окружающей природной среды) на локальной территории *i*-ым промышленным источником в специализированном центре сбора информации и передача его в группу оперативного контроля.

2. В группе оперативного контроля – сбор, систематизация и анализ априорной информации о предполагаемом возможном загрязнении. Она включает в себя:

- перечень организованных и неорганизованных источников выбросов, расположенных поблизости от территории, с которой поступил сигнал;
- данные о концентрациях загрязняющих веществ, полученные с ближайших к предположительно загрязненной территории станций наблюдений системы городского экологического мониторинга;
- отчеты о ранее проведенных исследованиях по схожим сигналам.

3. По результатам анализа априорной информации – определение предполагаемого *i*-го источника сверхнормативного загрязнения почвы (в т.ч. и других объектов окружающей природной среды) и выезд на местность для подтверждения этого факта с использованием специализированной передвижной экологической лаборатории.

4. На местности – выполнение специалистами группы оперативного контроля следующих действий:

4.1. Отбор и экспресс-анализ проб почвы, а также атмосферного воздуха и воды в подфакельной зоне предполагаемого *i*-го источника сверхнормативного загрязнения с учетом метеорологических характеристик (или локальной территории, откуда поступил сигнал о возможном загрязнении объекта окружающей природной среды), автоматическая передача результатов исследования посредством мобильного интернета в ПК, установленный в специализированной передвижной экологической лаборатории;

4.2. Одновременный с п.4.1. отбор и экспресс-анализ проб промышленных выбросов, а также замеры аэродинамических параметров непосредственно на предполагаемом *i*-ом источнике сверхнормативного загрязнения (в трубе) для определения мощности выброса вредных веществ (г/с), автоматическая передача результатов исследования посредством мобильного интернета в ПК, установленный в специализированной передвижной экологической лаборатории.

4.3. Непрерывное сопоставление с помощью ПК данных компонентно-концентрационного состава проб промышленных выбросов и почвы (атмосферного воздуха и воды), получаемых в режиме реального времени с помощью мобильного интернета с оборудования специализированной передвижной экологической лаборатории и одновременный расчет точного процентного вклада выбросов *i*-го источника в общий уровень загрязнения почвы на локальной территории.

5. После выезда на местность – выдача специалистами группы оперативного контроля результатов проведенных исследований в виде отчетов и рекомендаций обратно в специализированный центр сбора информации для передачи их заявителю сигнала, а также органам государственной власти (в случае выявления нарушений экологического законодательства) для привлечения виновных лиц к юридической ответственности [4-6].

По результатам проведенных теоретических исследований и экспериментов по предложенному способу можно сделать вывод о том, что он характеризуется достаточно высоким уровнем инновационных аппаратурно-технологических решений и направлен на повышение качества сельскохозяйственной продукции, отвечает требованиям экологической и техногенной безопасности. Исходная информация, полученная в ходе мониторинга, может быть использована для комплексной оценки экологического состояния территории, оценки экологического риска, причиненного ущерба, обоснования выбора критериев для принятия оптимальных управленческих решений.

## Литература

1. Воронич С.С. Мониторинг атмосферных загрязнений урбанизированных территорий. М.: Наука, 2013. 127 с.
2. Воронич С.С., Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Зайцев Д.А., Баранов А.Н., Пахомов Д.Е., Хлопаев А.Г. Современная концепция развития системы экологического мониторинга промышленных регионов России // Проблемы региональной экологии, 2016, №2, с. 14-19
3. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. 245 с.
4. Воронич С.С., Пахомов Д.Е., Назаров К.С., Роева Н.Н., Янковский С.А., Шадская Ю.С., Хлопаев А.Е., Орловская О.А. Городские почвы как специфический объект окружающей природной среды // Экологические системы и приборы, 2016, №5, с. 3-15
5. Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Воронич С.С., Зайцев Д.А. Основы количественного химического анализа объектов окружающей природной среды. Учебно-методическое пособие. – М.: ООО «Франтера», 2016. – 245 с.
6. Воронич С.С., Гребенкин Н.Н., Роева Н.Н., Зайцев Д.А., Баранов А.Н., Пахомов Д.Е., Хлопаев А.Г. Современная концепция развития системы экологического мониторинга промышленных регионов России // С.С. Воронич, Н.Н. Гребенкин, Н.Н. Роева, Д.А. Зайцев, А.Н. Баранов, Д.Е. Пахомов, А.Г. Хлопаев // Проблемы региональной экологии. №2 – 2016. – с.14-19

**S.S. Voronich, N.N. Roeva, I.A. Zaitseva, A.G. Khlopaev, N.S. Voronich**

FGBOU VO «Moscow State University of Food Production», Moscow, Russia

### **AGROMONITORING OF LANDS AGRICULTURAL DESTINATION OF URBANIZED TERRITORIES**

Annotation. In this regard, the tasks of creating an effective system of environmental protection management and rational use of natural resources are put at the forefront. The presented article is devoted to the description of an effective system of environmental monitoring created by the team of authors, subject to the negative impact of industrial enterprises. Its relevance lies in the fact that for the first time a multifunctional system of observations and control of a regional level was proposed on the basis of innovative solutions adapted to the problems of agricultural objects for monitoring land pollution, identifying hazardous waste, burials, and harmful emissions of production facilities in order to improve the quality of agricultural products.

Key words. Ecological monitoring, environment, agricultural soils, harmful impact, control, methodology.

**А.Н. Журавлева, А.С. Иголина, А.А. Рогозина, С.В. Наумов**

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Россия

## **МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ВЕЛОСИПЕДНЫХ ДОРОЖКАХ ГОРОДА ИЖЕВСКА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

Проведен анализ результатов определения концентрации загрязняющих веществ в воздухе на велодорожках города Ижевска в зоне влияния автомагистрали. Концентрация загрязняющих веществ на велодорожках вблизи магистрали не превышает ПДК, но выше чем в зеленой зоне.

Велосипедные дорожки, мониторинг, химический состав воздуха, автомагистраль, оксид азота, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота.

На сегодняшний день автотранспорт является основным источником загрязнения воздуха в городе так, в Ижевске в 2016 году выбросы от автотранспорта составили более 75%. Наиболее загазованной выбросами автотранспорта является центральная часть города, что связано с высокой плотностью городской застройки.

В настоящее время городские власти активно разрабатывают и внедряют различные меры по снижению загрязнения атмосферного воздуха. Одним из вариантов снижения выбросов от автотранспорта является создание условий для альтернативного способа перемещения, а именно организации велосипедного движения и развитие соответствующей инфраструктуры. Однако многие велосипедные дорожки расположены в непосредственной близости от крупных автомагистралей, вследствие чего максимальный объем выбросов от автотранспорта приходится на велосипедистов.

В связи со всем вышеизложенным была поставлена цель работы – экологический мониторинг химического состава атмосферного воздуха на велодорожках города Ижевска в зоне влияния автомагистралей. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- провести исследования атмосферного воздуха и определить концентрацию загрязняющих веществ;
- провести анализ полученных результатов и сравнить их с установленными предельно допустимыми концентрациями.

Для исследования атмосферного воздуха были выбраны 4 точки, расположенные на разных перекрестках одной из центральных магистралей города Ижевска. Контрольная точка располагалась поблизости от изучаемой магистрали в зеленой зоне.

Отбор проб осуществлялся в промаркированную тару один раз в день в каждой точке с 7.30 до 8.30 утра в рабочие дни. Затем образцы

воздуха доставлялись в лабораторию, где осуществлялся их анализ с использованием газоанализаторов.

В отобранных образцах осуществлялся анализ веществ, являющихся приоритетными в загрязнении воздуха: оксид углерода (CO), оксид азота (NO), диоксид азота (NO<sub>2</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>).

В процессе статистической обработки результатов использовался статистический пакет Statistica 5.5.

Результаты исследования проб воздуха, проведенные в августе, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования проб атмосферного воздуха в августе, мг/м<sup>3</sup>

	CO	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Точка 1	1,733±0,233 <sup>1</sup> 0,729...2,737 <sup>2</sup>	0,049±0,020 -0,037...0,135	0,016±0,0007 0,013...0,019	0,001±0
Точка 2	1,367±0,384 -0,287...3,021	0,053±0,023 -0,047...0,154	0,025±0,002↑ 0,015...0,035	0,001±0
Точка 3	2±0,666 -0,865...4,865	0,059±0,032 -0,080...0,197	0,025±0,013 -0,032...0,082	0,001±0
Точка 4	1,467±0,669 -1,413...4,346	0,159±0,023↑ 0,062...0,256	0,045±0,013 -0,010...0,101	0,001±0
Контроль	0,367±0,088 -0,013...0,746	0,012±0,011 -0,036...0,061	0,007±0,002 -0,0003...0,015	0,001±0

Примечание: 1 – среднее значение ± ошибка среднего; 2 – доверительный интервал для среднего.

Максимальная концентрация CO в августе наблюдалась в точке 3 и равнялась 2 мг/ м<sup>3</sup>, наименьшая концентрация была отмечена в контроле. Таким образом, более чем в 4 раза значения концентрации оксида углерода в исследуемых точках превышали аналогичные в контроле. Но при этом достоверных отличий концентраций между всеми точками не выявлено.

Результаты проведенных измерений оксида азота выявили следующие закономерности: концентрация данного оксида возрастает от точки 1 к точке 4. При этом достоверное увеличение концентрации оксида азота отмечено только для проб воздуха отобранных в точке 4.

Измерения также показали, что концентрация NO<sub>2</sub> во всех изучаемых точках выше, чем в контроле, но при этом достоверное увеличение содержания в пробах воздуха диоксида азота отмечено в точке 2.

Анализ проб воздуха на содержание в них диоксида серы выявил следующее: во всех изучаемых точках концентрация SO<sub>2</sub> была одинаковой и равной 0,001 мг/м<sup>3</sup>.

Результаты измерений концентраций загрязняющих веществ на велосипедных дорожках за сентябрь представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты исследования проб атмосферного воздуха в сентябре, мг/м<sup>3</sup>

	CO	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Точка 1	1,700±0,183 <sup>1</sup> ↑ 1,119...2,281 <sup>2</sup>	0,059±0,024 -0,016...0,134	0,037±0,012 -0,003...0,076	0,001±0
Точка 2	1,750±0,425 0,397...3,103	0,080±0,019↑ 0,020...0,140	0,023±0,004 0,010...0,036	0,001±0
Точка 3	1,425±0,304↑ 0,458...2,392	0,098±0,041 -0,032...0,228	0,035±0,007 0,014...0,056	0,001±0
Точка 4	1,900±0,589 0,026...3,774	0,092±0,055 -0,082...0,267	0,039±0,005↑ 0,024...0,054	0,001±0
Контроль	0,325±0,025 0,245...0,405	0,008±0,003 -0,0007...0,017	0,013±0,003 0,002...0,023	0,001±0

Примечание: 1 – среднее значение ± ошибка среднего; 2 – доверительный интервал для среднего.

Достоверное увеличение концентрации CO отмечено в точках 1 и 3. Оценка концентрации NO в сентябре по своей тенденции была аналогична таковой в августе, то есть она увеличивалась от точки 1 до точки 3, достигая в пункте 3 максимального значения и немного снижаясь в четвертой точке. Достоверно высокие концентрации отмечены только в точке 2. Достоверно высокое значение концентрации диоксида азота по сравнению с контролем отмечено в точке 4, при этом данное значение являлось максимальным по отношению ко всем остальным изучаемым точкам отбора проб воздуха

Результаты статистической обработки данных за август и сентябрь приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты исследования проб атмосферного воздуха в августе и сентябре, мг/м<sup>3</sup>

	CO	NO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Точка 1	1,714±0,132 <sup>1</sup> ↑ 1,392...2,037 <sup>2</sup>	0,055±0,015 0,018...0,091	0,028±0,008 0,009...0,047	0,001±0
Точка 2	1,586±0,281↑ 0,899...2,272	0,068±0,014↑ 0,033...0,104	0,024±0,002↑ 0,018...0,030	0,001±0
Точка 3	1,671±0,321↑ 0,885...2,457	0,081±0,026 0,017...0,145	0,031±0,006 0,015...0,046	0,001±0
Точка 4	1,714±0,413↑ 0,703...2,725	0,121±0,033↑ 0,039...0,202	0,042±0,006↑ 0,028...0,056	0,001±0
Контроль	0,343±0,037 0,253...0,433	0,010±0,005 -0,001...0,021	0,010±0,002 0,005...0,016	0,001±0
ПДК, мг/ м <sup>3</sup>	5	0,4	0,2	0,5

Примечание: 1 – среднее значение ± ошибка среднего; 2 – доверительный интервал для среднего.

Анализ результатов определения концентраций CO, NO, NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> за два месяца проведенных наблюдений показал, следующее:

- достоверное увеличение концентрации по всем изучаемым газам отмечается в точках 2 и 4. Такое увеличение можно объяснить тем, что точка 4 располагается в пойме реки и застроена многоквартирными домами, все это создает условия для накопления загрязняющих веществ в воздухе. Точка 2 находится на территории, прилегающей к частному сектору, где дополнительный вклад в загрязнение атмосферы вносят продукты сгорания, образующиеся в процессе отопления жилых домов;

- во всех изучаемых пунктах отмечается достоверное увеличение концентраций оксида углерода (CO);

- изменений концентраций SO<sub>2</sub> за 2 месяца не выявлено;

- концентрации загрязняющих веществ не превышают ПДК, однако они значительно выше аналогичных показателей в зеленой зоне (контроль). По отдельным загрязнителям отмечены превышения по сравнению с контролем до 12 раз.

Проведенные исследования показали, что концентрации загрязняющих веществ на велосипедных дорожках при высокой интенсивности движения автотранспорта не превышают ПДК. Но при этом физические нагрузки, которые испытывает велосипедист, приводят к увеличению объема потребляемого воздуха. Вследствие этого загрязняющие вещества, содержащиеся в воздухе в концентрациях, не превышающих ПДК, могут оказывать негативное влияние на здоровье человека. В связи с чем, при проектировании велодорожек необходимо учитывать их расположение относительно оживленных автомагистралей города, для создания условий комфортного и безопасного перемещения велосипедистов на территории города.

**A.N. Zhuravleva, A.S. Igonina, A.A. Rogozina, S.V. Naumov**

Udmurt State University, Russia

#### **MONITORING OF AMBIENT AIR CONDITION ON BIKE PATHS IN THE CITY OF IZHEVSK IN THE ZONE OF INFLUENCE OF HIGHWAYS**

The analysis of the results of determining the concentration of pollutants in the air on the Bicycle paths of the city of Izhevsk in the zone of influence of the highway. The concentration of pollutants on the bike paths near the highway does not exceed the MPC, but higher than in the green zone.

Bicycle paths, monitoring, air chemistry, highway, nitrogen oxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide.

## М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Российская Федерация

### РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся данные Государственного доклада о загрязнении природных водоемов Саратовской области. Излагаются результаты мониторинга водных объектов, и выявляется наличие в них органических трудноокисляемых веществ.

Ключевые слова: органическое вещество, сточные воды, фенолы, амины, нитросоединения, фильтрующая система.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области» за 2015-2017 годы [1-3], многие водные объекты на территории Саратовской области, расположенные вблизи промышленных предприятий, подвергаются постоянной нагрузке в результате воздействия различных загрязняющих веществ (таблица 1).

Таблица 1

Объекты мониторинга и показатели загрязнения, по которым были отмечены превышения нормативов

Наименование водного объекта	Пункт наблюдения	Показатели загрязнения с превышениями нормативов		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.
р. Хопер	г. Балашов	ХПК, Fe, Cu	ХПК, Mn	ХПК, Cu, Mn
р. Карай	с. Подгорное	ХПК, Fe,	ХПК, Fe	ХПК, Fe
р. Медведица	р.п. Лысье Горы	ХПК, марганец	ХПК, Fe, Mn	ХПК, Fe, Cu
р. Аткара	г. Аткарск	ХПК, нитриты, Cu	ХПК, Fe, Cu	ХПК
р. Большой	г. Пугачев	ХПК, Mn	ХПК	ХПК, Mn
р. Большой Узень	г. Новоузенск	ХПК, Mn, медь	ХПК, Mn, Cu	ХПК, Mn, Fe
р. Малый Узень	с. Малый Узень, Питерский район	ХПК, Fe, Cu	ХПК, Cu	ХПК, Cu
Саратовское водохранилище	г. Хвалынский	ХПК	ХПК	ХПК
	г. Балаково	ХПК	ХПК	ХПК

Анализируя данные Докладов [1-3], можно отметить, что наиболее распространенным показателем загрязнения водных объектов Саратовской области является ХПК, характеризующее суммарную загрязненность органическими соединениями, включая трудноокисляемые. Превышение органических соединений по ХПК зафиксировано в 1,5-3,0 раза (таблица 2) во всех контролируемых пунктах наблюдения и во всех представленных отчетных периодах. Прочие компоненты (медь, марганец, железо, магний, хлориды) отмечены в качестве характерных загрязнителей лишь в некоторых пунктах.

Таблица 2

Значение ХПК воды из водоемов Саратовской области [1-3]

Наименование водного объекта	Пункт наблюдения	Среднегодовое (максимальное) значения ХПК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>		
		2015	2016	2017
р. Хопер	г. Балашов	28,5	24,0 (31,5)	25,5
р. Карай	с. Подгорное, Романовский	29,1	30,0	27,0
р. Медведица	р.п. Лысье Горы	35,0	36,0	28,5
р. Аткара	г. Аткарск	31,5	25,5	25,5
р. Большой Иргиз	г. Пугачев	36,0	39,0	28,5
р. Большой Узень	г. Новоузенск	42,0	40,5	30,0
р. Малый Узень	с. Малый Узень, Питерский район	42,0	39,0	31,5
Саратовское водохранилище	г. Хвалынский	24,0	27,0 (33,0)	24,0 (39,0)
	г. Балаково	24,0	25,5 (36,0)	22,5 (34,5)

\* Норматив ХПК (СанПиН 2.1.5.980-00) – 15 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> для 1 категории водопользования (питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения)

Повышенные значения ХПК могут свидетельствовать о том, что в водоемы поступают органические соединения антропогенного происхождения, которые могут быть токсичными [4]. Для оценки состояния вод открытых водоемов Саратовской области нами был проведен мониторинг загрязнения воды природных вод органическими веществами [5]. Пробы воды были отобраны из природных поверхностных водотоков в пунктах наблюдения, расположенных вблизи промышленных предприятий (рис. 1).



Рис. 1. Пункты отбора проб воды из поверхностных источников Саратовской области

Гидрохимический мониторинг проведен в рамках Госзадания МОиН РФ по заявке № 5.3922.2017/ПЧ. Результаты исследований показали, что во всех образцах присутствуют ароматические соединения (см. таблицу 3).

Таблица 3

## Результаты содержания ароматических соединений в природных водоемах Саратовской области

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	ПДК	ПДК <sub>р.х.</sub>
ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	38,0±1,2	20,7±1,0	25,2±1,2	22,0±0,9	27,0±1,3	29,1±1,4	19,0±0,7	26,9±1,1	21,3±0,8	27,6±1,3	27,8±1,0	30,4±1,2	31,5±1,4	-	-
Жесткость, мг/дм <sup>3</sup>	6,8±0,1	6,4±0,2	7,0±0,3	5,9±0,1	6,1±0,2	5,3±0,2	5,9±0,3	7,0±0,3	6,5±0,2	6,8±0,2	6,2±0,1	5,2±0,03	7,05±0,3	7,0	-
Бензол, мг/дм <sup>3</sup>	9·10 <sup>-4</sup> ± 5·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-4</sup> ± 4·10 <sup>-5</sup>	-	10 <sup>-4</sup> ± 10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup> ± 10 <sup>-5</sup>	0,007± 5·10 <sup>-4</sup>	0,001± 10 <sup>-4</sup>	0,001± 4·10 <sup>-5</sup>	0,001	0,500
Толуол, мг/дм <sup>3</sup>	0,01± 5·10 <sup>-4</sup>	0,006± 3·10 <sup>-4</sup>	-	0,012± 5·10 <sup>-4</sup>	0,005± 3·10 <sup>-4</sup>	-	0,008± 6·10 <sup>-4</sup>	0,003± 2·10 <sup>-4</sup>	0,009± 5·10 <sup>-4</sup>	0,0018± 10 <sup>-4</sup>	0,001± 10 <sup>-4</sup>	0,005± 2·10 <sup>-4</sup>	0,007± 4·10 <sup>-4</sup>	0,024	-
Хлорбензол, мг/ дм <sup>3</sup>	-	-	-	0,0002± 10 <sup>-5</sup>	-	-	0,0003± 2·10 <sup>-5</sup>	-	-	-	0,0001± 10 <sup>-5</sup>	-	0,0007± 4·10 <sup>-5</sup>	0,02	0,001
бенз(а)пирен, мг/ дм <sup>3</sup>	-	-	10 <sup>-6</sup> ±10 <sup>-7</sup>	-	7·10 <sup>-6</sup> ±10 <sup>-7</sup>	-	10 <sup>-5</sup> ± 10 <sup>-6</sup>	-	-	-	5·10 <sup>-6</sup> ± 10 <sup>-7</sup>	-	-	10 <sup>-5</sup>	-
Анилин, мг/ дм <sup>3</sup>	0,0001± 10 <sup>-5</sup>	-	5·10 <sup>-5</sup> ± 4·10 <sup>-6</sup>	-	4·10 <sup>-5</sup> ± 3·10 <sup>-6</sup>	-	-	9·10 <sup>-5</sup> ± 6·10 <sup>-6</sup>	-	-	6·10 <sup>-5</sup> ± 5·10 <sup>-6</sup>	0,0001± 2·10 <sup>-6</sup>	0,0001± 10 <sup>-5</sup>	0,1000	0,0001
<i>o</i> -Толуидин, мг/ дм <sup>3</sup>	0,030± 0,002	0,010± 0,001	0,005± 3·10 <sup>-4</sup>	-	-	0,008± 5·10 <sup>-4</sup>	0,010± 6·10 <sup>-4</sup>	-	-	-	0,020± 0,001	0,030± 0,002	0,070± 0,006	-	-
<i>o</i> -Фенилендиамин (мг/ дм <sup>3</sup> )	0,060± 0,005	0,02± 0,002	0,005± 2·10 <sup>-4</sup>	-	0,002± 2·10 <sup>-4</sup>	-	0,007± 5·10 <sup>-4</sup>	0,0005± 3·10 <sup>-5</sup>	-	-	0,009± 6·10 <sup>-4</sup>	0,030± 0,001	0,023± 0,002	0,01	-
<i>n</i> -Нитроанилин (мг/ дм <sup>3</sup> )	0,040± 0,003	-	0,003± 3·10 <sup>-4</sup>	-	-	-	-	-	0,006± 5·10 <sup>-4</sup>	0,020± 0,001	0,030± 0,002	-	0,010± 0,001	0,05	-
Нитробензол, мг/ дм <sup>3</sup>	0,009± 6·10 <sup>-4</sup>	0,005± 2·10 <sup>-4</sup>	-	-	0,003± 2·10 <sup>-4</sup>	-	0,006± 3·10 <sup>-4</sup>	-	-	-	0,008± 5·10 <sup>-4</sup>	0,009± 0,001	0,010± 0,001	0,01	0,01
<i>n</i> -Динитробензол, мг/ дм <sup>3</sup>	1,680± 0,100	0,550± 0,040	0,100± 0,008	-	0,120± 0,030	-	-	0,050± 0,010	-	-	2,500± 0,015	0,590± 0,040	0,61± 0,042	0,5	-
<i>n</i> -Нитрофенол, мг/ дм <sup>3</sup>	0,027± 2,5·10 <sup>-3</sup>	0,015± 0,001	-	-	0,0003± 2·10 <sup>-5</sup>	-	-	-	0,0001± 10 <sup>-5</sup>	-	0,051± 0,005	0,020± 0,001	0,024± 0,002	0,020	0,010
Фенол, мг/ дм <sup>3</sup>	9·10 <sup>-4</sup> ± 6·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 4·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup> ± 10 <sup>-5</sup>	7·10 <sup>-4</sup> ± 5·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	4·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	2·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	3·10 <sup>-4</sup> ± 2·10 <sup>-5</sup>	5·10 <sup>-4</sup> ± 3·10 <sup>-5</sup>	8·10 <sup>-4</sup> ± 4·10 <sup>-5</sup>	9·10 <sup>-4</sup> ± 5·10 <sup>-5</sup>	0,001	0,001
Резорцин, мг/дм <sup>3</sup>	0,250± 0,020	0,220± 0,021	-	0,001± 10 <sup>-4</sup>	-	0,005± 3·10 <sup>-4</sup>	-	-	0,009± 7·10 <sup>-4</sup>	-	0,360± 0,020	0,120± 0,006	0,180± 0,012	0,1	-
Трихлорбифенилы, мг/дм <sup>3</sup>	-	1,8·10 <sup>-4</sup> ±10 <sup>-5</sup>	-	-	-	-	1,5·10 <sup>-4</sup> ±10 <sup>-5</sup>	-	-	-	-	-	1,2·10 <sup>-4</sup> ±10 <sup>-5</sup>	0,0005	-

Согласно результатам проведенного мониторинга, в воде исследуемых водных объектов выявлены загрязнения нитро-, amino-, гидроксипроизводными бензола в концентрациях: *o*-толуидина – 0,03÷0,07 мг/дм<sup>3</sup>, *o*-фенилендиамина – 0,02÷0,06 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,01 мг/дм<sup>3</sup>), *n*-динитробензола – 0,55÷2,50 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,5 мг/дм<sup>3</sup>), *n*-нитрофенола – 0,03÷0,05 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,02 мг/дм<sup>3</sup>), резорцина – 0,20÷0,36 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup>) и др.

Проведенный мониторинг водных объектов Саратовской области, позволил прийти к следующим **выводам**:

1. Не смотря на существующую очистку стоков производств, в открытые водоемы попадают содержащиеся в сточных водах предприятий трудноокисляемые органические вещества, относящиеся к классам фенолов, аминов и нитросоединений.

2. Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду необходимо проведение дополнительных исследований и разработка новых более эффективных станций очистки сточных вод с фильтрующими системами.

3. При проведении лабораторных испытаний новых фильтрующих систем следует в качестве модельных растворов принимать растворы *o*-толуидина, *o*-фенилендиамина, резорцина, *n*-динитробензола, *n*-нитрофенола, *n*-нитроанилина.

#### Литература

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2015 году». – Саратов, 2016. – 247 с.
2. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2016 году». – Саратов, 2017. – 201 с.
3. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2017 году». – Саратов, 2018. – 250 с.
4. Косарев, А.В. Кинетика адсорбции 2-метиланилина модифицированным бентонитом при очистке сточных вод / А.В. Косарев, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, М.В. Истрашкина // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. - № 3 (75). – С. 24-31.
5. Истрашкина, М.В. Особенности адсорбции ароматических аминсоединений на различных вариантах модифицированного бентонита / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2016. - Т. 18. - № 2(2). - С. 381-384.

**M.V. Istrashkina, O.V. Atamanova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation

#### **RESULTS OF MONITORING OF SARATOV REGION WATER BARS**

Abstract. The data of the State report on the pollution of natural water bodies of the Saratov region are proposed. The results of monitoring of water bodies are presented, and the presence of organic, difficultly oxidizable substances is detected.

Keywords: organic matter, wastewater, phenols, amines, nitro compounds, filtering system.

**И.С. Капустина, Н.Е. Кошелева**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия

## **АККУМУЛЯЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПРИДОРОЖНЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА МОСКВЫ**

Почвенно-геохимические исследования 2017 г. на юго-востоке Москве выявили приоритетные поллютанты, поступающие с выбросами автотранспорта и промышленных предприятий – W, Sb, Zn, Ag, Fe, Mo, Pb, As, Cu, Ni, Bi, Cd. Путем статистической обработки данных выявлено изменение физико-химических свойств городских почв; по суммарному показателю загрязнения  $Z_c$  обнаружены техногенные аномалии на северо-западе, востоке и юге Юго-Восточного округа с очень опасным ( $Z_c=73,3$ ) и чрезвычайно опасным (178) уровнями загрязнения почв.

*Ключевые слова:* городские почвы, загрязнение, тяжелые металлы и металлоиды, Москва

**Введение.** В результате интенсивного антропогенного воздействия в крупных городах образуется специфическая городская среда, в которой происходит непрерывное накопление в почвах опасных загрязняющих веществ. К ним относятся тяжелые металлы и металлоиды (ТММ). Их основным источником при сокращении промышленного производства в Москве становится автотранспорт, доля которого составляет более 90 % от общей массы выбросов в атмосферу [1]. Придорожные почвы накапливают выбросы автотранспорта за длительный период, поэтому они являются информативным объектом геохимического мониторинга городской среды.

Цель работы – оценка загрязнения поверхностных горизонтов придорожных почв Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) Москвы ТММ. В задачи работы входили: 1) оценка содержания ТММ в почвах; 2) выявление пространственного распределения элементов-приоритетных поллютантов в почвенном покрове округа; 3) эколого-геохимическая оценка загрязнения ТММ почвенного покрова ЮВАО.

**Объект и методы.** ЮВАО, один из 12 округов Москвы, расположен на левом берегу р. Москвы на Мещерской озерно-ледниковой равнине. Естественный почвенный покров представлен дерново-подзолистыми почвами, но в округе практически все почвы антропогенно изменены и имеют нарушенный морфологический профиль.

Почвенно-геохимические исследования проводились на территории ЮВАО летом 2017 г. Отобрано 30 смешанных проб почв из поверхностных (0–10 см) горизонтов методом цепочки с расстоянием между точками отбора в 3–5 м при расстоянии от дорожного полотна не менее 3 м [2]. Почвенные пробы объединены в группы на основе 3 типов

дорог, выделенных с учетом ширины дороги, крупности и загруженности: крупные ( $\geq 3$  полос движения), средние (2) и малые (1). В качестве фоновых использовались поверхностные горизонты дерново-подзолистых почв Национального природного парка «Мещера» [3].

Во всех отобранных пробах определены физико-химические показатели:  $pH_{\text{водн}}$  потенциометрическим методом, содержание органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) методом Тюрина, гранулометрический состав почв методом лазерной гранулометрии. Содержание ТММ анализировалось масс-спектральным (ICP/MS) и атомно-эмиссионным методами (ICP/AES) во ВНИИ минерального сырья.

Геохимическая трансформация городских почв относительно фона характеризовалась коэффициентами концентрации  $Kc = Ci/Cф$ , где  $Ci$ ,  $Cф$  – содержание элемента в городской и фоновой почве, соответственно. Общая геохимическая нагрузка определялась по суммарному показателю загрязнения, который вычислялся как для всех ТММ, так и для их отдельных ассоциаций  $Zc (Zc ac) = \sum Kc - (n-1)$ , где  $n$  – число ТММ с  $Kc > 1,5$ , и коэффициенту экологической опасности:  $Ko = Ci/ПДК$  [5].

**Результаты и их обсуждение.** Физико-химические свойства городских почв под воздействием техногенной трансформации значительно отличаются от фоновых (таблица). Почвы округа слабощелочные ( $pH=7,2$ ); среднее содержание  $C_{\text{орг}}$  в поверхностных горизонтах почв ЮВАО составляет 4,4%, что в 1,8 раза выше фоновых значений; наблюдается неоднородность и утяжеление гранулометрического состава от песка связного до среднесуглинистых почв.

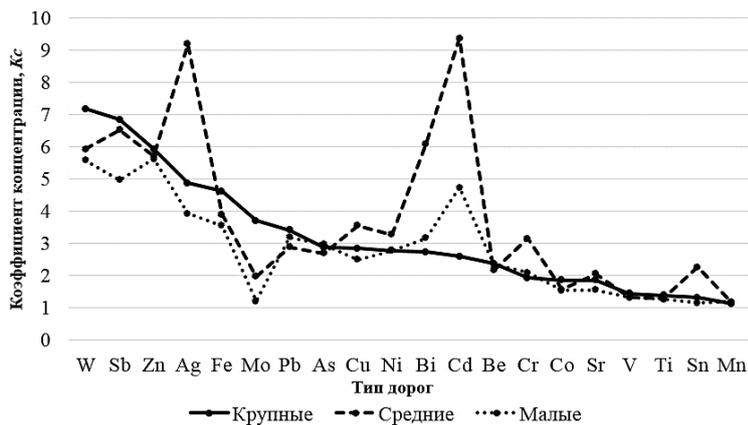
Основные физико-химические характеристики поверхностного (0-10 см) горизонта почв ЮВАО г. Москвы

Тип дорог (количество проб)	$pH$	$C_{\text{орг}}$ , %	Физ. глина, %
Крупные (10)	7,3 (7-7,8)*	4,4 (2,6-8,8)	20,7 (8,7-32,4)
Средние (6)	7,2 (6,7-7,6)	4,5 (2,2-9,9)	13,1 (2,4-26,8)
Малые (14)	7,1 (6,7-7,95)	4,3 (1,3-9,9)	10,6 (3,8-38,6)
По округу в целом (30)	7,2 (6,7-7,95)	4,4 (1,3-9,9)	14,5 (2,4-38,6)
Фон (10)	4,7 (4,2-5,5)	2,4 (0,9-3)	13,6 (-)

\*Приводятся средние, в скобках даны минимальное-максимальное значения

Для каждой группы почв, выделенной на основе типа дороги, составлены геохимические спектры (рисунок). Их анализ показал, что наибольшее накопление ТММ характерно для W, Sb, Zn, Ag, Fe, Mo, Pb, As, Cu, Ni, Bi, Cd.

Эти элементы поступают из различных источников, которые локализованы в основном в 8 промышленных зонах округа (Серп и Молот, Карачарово, Южный порт, Грайвороново, Курьяново, Люблино-Перерва, Чагино-Капотня, Выхино) со специализацией: машиностроение и



Геохимические спектры ТММ в поверхностных горизонтах почв ЮВАО

металлообработка (приоритетные поллютанты – W, Mo, Zn, Sn, Sb, Ni, Cr, Cu, Mn, Pb, Co, V, As); химия и нефтехимия (W, Hg, Cd, Sb, Sn, Ag, Zn, Cu, Bi, Pb, Mo, Co; производство строительных материалов (Ag, Pb, W, Sb, Zn, Bi, Mo, Sn, Cu, Ni, V, Cr, Sr);

деревообработка (As, Ba, Ca, Cu, Cr, Hg, Mg, Na, Ni, Pb, Zn, Al, Cd, Mn, Sb);

эмиссия выхлопных газов, содержащих в т.ч. присадки к топливу (S, Pb, Cu, Sr, Pd, Pt, Rh); абразия дорожного покрытия и разметки (Si, Ag, Be, As, Zn, W, Cr, V, Fe, Ti, Co); истирание шин (Cd, Fe, Mn, Zn, Ba, Pb, Co, Ni, Cr, Cu, Sb) [3, 4].

Наиболее интенсивное загрязнение ТММ характерно для почв, прилегающих к средним дорогам:  $Cd_{9,4} Ag_{9,2} Sb_{6,5} Bi_{6,1} W_{5,9} Zn_{5,7} Cu_{3,6} Ni_{3,3} Cr_{3,2} Pb_{2,9} As_{2,7} Sn_{2,3} Be_{2,2} Cr_{2,2} Sr_{1,5}$  (цифры – *Kc*) с наибольшим показателем суммарного загрязнения  $Zc = 53,7$ . Крупные дороги загрязнены меньше, в почвах накапливаются  $W_{7,2} Sb_{6,8} Zn_{5,9} Ag_{4,9} Fe_{4,6} Mo_{3,7} Pb_{3,4} As_{2,9} Cu_{2,8} Ni_{2,8} Bi_{2,7} Cd_{2,6} Be_{2,4} Cr_{1,9} Co_{1,9} Sr_{1,9}$ ,  $Zc = 41$ . Еще менее интенсивное загрязнение у малых дорог:  $W_{6,2} Sb_{6,1} Ag_6 Zn_{5,8} Cd_{5,6} Fe_4 Bi_4 Pb_{3,2} Cu_3 Ni_{2,9} As_{2,8} Cr_{2,4} Mo_{2,3} Be_{2,3} Sr_{1,8} Co_{1,7} Sn_{1,6}$  ( $Zc = 35$ ). В целом по округу для придорожных почв характерно опасное экологическое состояние (средний  $Zc = 41$ ). Только 13,3% опробованных точек имеют низкий, неопасный уровень загрязнения почв ( $Zc < 16$ ), 33,3% – средний, умеренно опасный ( $16 < Zc < 32$ ); 43,3% – высокий, опасный ( $32 < Zc < 64$ ); 6,7% – очень высокий, очень опасный ( $64 < Zc < 128$ ); 3,4% – максимальный, чрезвычайно опасный ( $Zc > 128$ ).

Путем кластерного анализа на изучаемой территории выявлены 4 устойчивые ассоциации: V–Co–Ti–Be (1), Cr–Bi–Cd–Ni (2), Cu–Sn–Sr–Sb (3) и Zn–Pb (4), элементы в каждой из них имеют общие источники (природные, техногенные и смешанные) и поэтому обладают сходным характером пространственного распределения.

Первая ассоциация слабо накапливается в почве, не образуя контрастных аномалий. Показатели загрязнения для 2-ой ассоциации варьируют от 3,3 до 78,5. Данная ассоциация образует две аномалии в южной и восточной частях округа, наиболее контрастной ( $Zc_{ac}=78,5$ ) из них является восточная между ТТК и Рязанским проспектом с очень высоким уровнем загрязнения. Аномалии 3-ей ассоциации формируются на востоке ( $Zc_{ac}=28,9$ ) под влиянием выбросов Волгоградского проспекта

и промзоны №63 “Выхино”, а также на северо-западе округа, где сформировалась аномалия, вытянутая от ТТК и Рязанского проспекта с  $Zc_{ac}=35,4$  на юг до промзоны №26 “Южный порт” ( $Zc_{ac}=22,3$ ). Две аномалии 4-ой ассоциации приурочены к северо-западной части округа (между ТТК и Рязанским проспектом и в зоне влияния ТТК), они имеют средний уровень загрязнения с  $Zc_{ac} = 20,3-32,6$ .

Коэффициенты экологической опасности у Ni, Cu, Zn, As, Cd и Pb в почвах ЮВАО больше 1 во всех группах почв. Остальные элементы – Sb, Mn и V – не превышают предельно допустимых концентраций (ПДК). Самыми сильными загрязнителями являются Zn и As (max  $Ko$  3,99 и 2,9, соответственно, в почвах вблизи крупных дорог).

### **Выводы**

1. Многолетнее загрязнение почв ТММ в результате промышленной деятельности и выбросов автотранспорта во взаимосвязи с изменением физико-химических показателей почв ЮВАО проявилось в накоплении в поверхностных горизонтах W, Sb, Zn, Ag, Fe, Mo, Pb, As, Cu, Ni, Bi, Cd.

2. Для характеристики пространственного распределения ТММ выделены ассоциации, образующие ряд геохимических аномалий. Они локализованы главным образом на юге, востоке и северо-западе округа, и приурочены к крупным дорогам (ТТК; Волгоградский и Рязанский проспекты), а также к промышленным зонам разной специализации.

3. В границах ЮВАО представлены почвы всех уровней опасности загрязнения. В округе преобладают почвы с опасным экологическим состоянием (средний  $Zc = 41$ ), но выделены районы с очень опасным (max  $Zc=73,3$ ) и чрезвычайно опасным (max  $Zc=178$ ) уровнями загрязнения почв ТММ, которые характерны для центров геохимических аномалий. Превышения ПДК у Ni, Cu, Zn, As, Cd и Pb зафиксированы во всех группах почв.

Работа выполнена при финансовой поддержке Русского географического общества и РФФИ (проект № 17-05-41024-РГО).

### **Литература**

1. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2015 году». М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, 2016. 269 с.
2. Методические рекомендации по оценке загрязнения городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / Составители: В.А. Большаков, Т.И. Борисочкина, Ю.Н. Водяницкий, З.Н. Кахнович, В.В. Мясников. М.: Почвенный ин-т им. Докучаева, 1999. 32 с.
3. Власов Д.В. Геохимия тяжелых металлов и металлоидов в ландшафтах Восточного округа Москвы. Дисс. ... к.г.н. М.: географ. ф-т МГУ, 2015. 160 с.
4. Demetriades A., Birke M. Urban Geochemical Mapping Manual: Sampling, Sample preparation, Laboratory analysis, Quality control check, Statistical processing and Map plotting. EuroGeoSurveys, Brussels, 2015. 162 pp.
5. ГН 2.1.7.2041–06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических

веществ в почве: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

**I.S. Kapustina, N.E. Kosheleva**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

### **ACCUMULATION OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN THE ROADSIDE SOILS OF THE SOUTH-EASTERN ADMINISTRATIVE DISTRICT OF MOSCOW**

Soil-geochemical studies in 2017 in the south-east of Moscow have identified priority pollutants coming from emissions of motor vehicles and industrial enterprises – W, Sb, Zn, Ag, Fe, Mo, Pb, As, Cu, Ni, Bi, Cd. On the basis of statistical data processing, a change in the physicochemical properties of the soils of the district was revealed. Using total index of soil pollution ( $Z_c$ ), technogenic anomalies were found in the north-west, east, and south of the South-Eastern district with very dangerous ( $Z_c = 73.3$ ) and extremely dangerous ( $Z_c = 178$ ) levels of soil pollution.

*Keywords:* urban soil, pollution, heavy metals and metalloids, Moscow

**А.Б.Китаев**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

### **КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

Дана характеристика кислородного режима Воткинского водохранилища в современных условиях. В основу исследования положены материалы ФГУ «Камводэксплуатации» за 11-летний период (2003-2013 гг.). Показано изменение содержания растворенного в воде водохранилища в различные фазы его гидрологического режима. Тренд изменения кислорода в многолетнем аспекте показал улучшение кислородного режима водоема (в пределах 10 %), что свидетельствует о создании более благоприятных условий для развития гидробионтов в водоеме.

Ключевые слова: водохранилище, кислородный режим, техногенная нагрузка

Растворенный в воде кислород – один из наиболее жизненно важных показателей, характеризующих пригодность водоема для хозяйственно-питьевого и промышленного водообеспечения и как среды обитания организмов. Его содержание во многом определяет качество воды и интенсивность протекающих в водоеме процессов – загрязнения и самоочищения, разложения органического вещества, жизнедеятельности гидробионтов. Определяемая в воде концентрация кислорода является результирующей величиной, зависящей от комплекса разнонаправленных внутриводоемных процессов протекающих в толще воды. Рост

антропогенной нагрузки на водные экосистемы в последние три десятилетия выдвигает на первый план именно исследования внутриводоемных процессов с целью раскрытия механизмов формирования качества воды и поисков методов управления ими. Это особенно актуально для Воткинского водохранилища, испытывающего существенную техногенную нагрузку от Пермско-Краснокамского промышленного комплекса расположенного в верхней его части.

К настоящему времени опубликована серия работ посвященных кислородному режиму Камского и Воткинского водохранилищ [1-7]. Однако все они характеризуют режим растворенного кислорода либо в первые годы его формирования, либо в 70-80 гг. прошлого столетия или самого начала нынешнего века. В настоящем исследовании использованы материалы, характеризующие современное состояние кислородного режима Воткинского водохранилища (2003-2013 гг.). Анализы проб воды выполнены в аккредитованной гидрохимической лаборатории ФГУ «Камводэксплуатация».

Воткинское водохранилище расположено ниже Камского и практически на всем протяжении не имеет концентрированной боковой приточности. Особенности эксплуатации Воткинского водохранилища, определяемые совместной работой Камской и Воткинской ГЭС в каскаде, обуславливают хорошую проточность, достаточно высокие скорости течения и довольно равномерное распределение по длине и в водном сечении температуры, растворенных газов, минерализации. Биохимические процессы в Воткинском водохранилище, по сравнению с Камским, не так сильно выражены. Этому способствует отсутствие больших болотных массивов, торфяников и более качественное выполнение работ по очистке зоны затопления.

Анализ изменения содержания кислорода в Воткинском водохранилище в разные фазы гидрологического режима (зимняя сработка, весеннее наполнение, период летне-осенней стабилизации уровня воды и период осенних дождевых паводков) позволил сделать вывод, что в течение 11 лет его содержание колебалось в пределах от 3,4 до 15,8 мг/л. Содержание кислорода изменялось в течение гидрологического года. Минимальное содержание кислорода наблюдалось в период зимней сработки водоема (рисунок). В период ледостава на водохранилище устанавливается сплошной ледяной покров, который становится преградой при взаимодействии водной среды и атмосферы. Минимальное содержание кислорода в период ледостава не должно быть ниже 4 мг/л. За рассматриваемый период содержание кислорода лишь однажды понижалось до 3.4 мг/л в 2011 г. в створе Больше-Камского водозабора. Это явление связано с тем, что питание водохранилища происходило за счет грунтовых вод, бедных кислородом, и не происходила аэрации из атмосферы. В период летнего стояния уровня также наблюдается уменьшение содержания кислорода. Летом выпадает небольшое количество осадков, основным источником кислорода становится

кислород, который выделяется растениями в процессе фотосинтеза и кислород, который поступает в воду из атмосферы. Наибольшее содержание растворенного кислорода бывает в половодье и дождевые паводки. В среднем и нижнем районах водоема (в створах г. Оса и г. Чайковский) вода богаче кислородом, чем в выше расположенной и соответственно более близкой к Пермско-Краснокамскому промышленному узлу части водохранилища.

### **Выводы**

1) Количество растворенного кислорода в водах водохранилища за рассматриваемый период (2003-2013 гг.) практически всегда находилось в норме. Имеющиеся внутригодовые и многолетние изменения являются естественными колебаниями, связанными с особенностями протекания гидрологических процессов в различные фазы режима водоема.

2) Анализ представленных материалов (рисунок) позволяет сделать вывод о том, что содержание растворенного кислорода ниже промышленного комплекса несколько увеличилось (1 км ниже г. Краснокамска). Судя по линии тренда это возрастание находится в пределах 10 %. Таким образом, можно говорить об улучшении кислородного режима и создании более благоприятных условий для развития гидробионтов в водоеме.

### **Литература**

1. Балабанова З.М. Химизм Камского водохранилища второй очереди наполнения // Доклады Четвертого Всеуральского совещания по физико – географическому и экономико – географическому районированию Урала. Пермь, 1958. Вып.1. С. 1-3.

2. Бурматова Э.А. Растворенный кислород – важнейший критерий оценки качества воды и экологического риска в поверхностных водных объектах (на примере Камского водохранилища) / Э.А.Бурматова, А.Б.Китаев // Гидрология и гидроэкология Западного Урала : юб. сб. научных трудов. Пермь, 2006. С. 117-126.

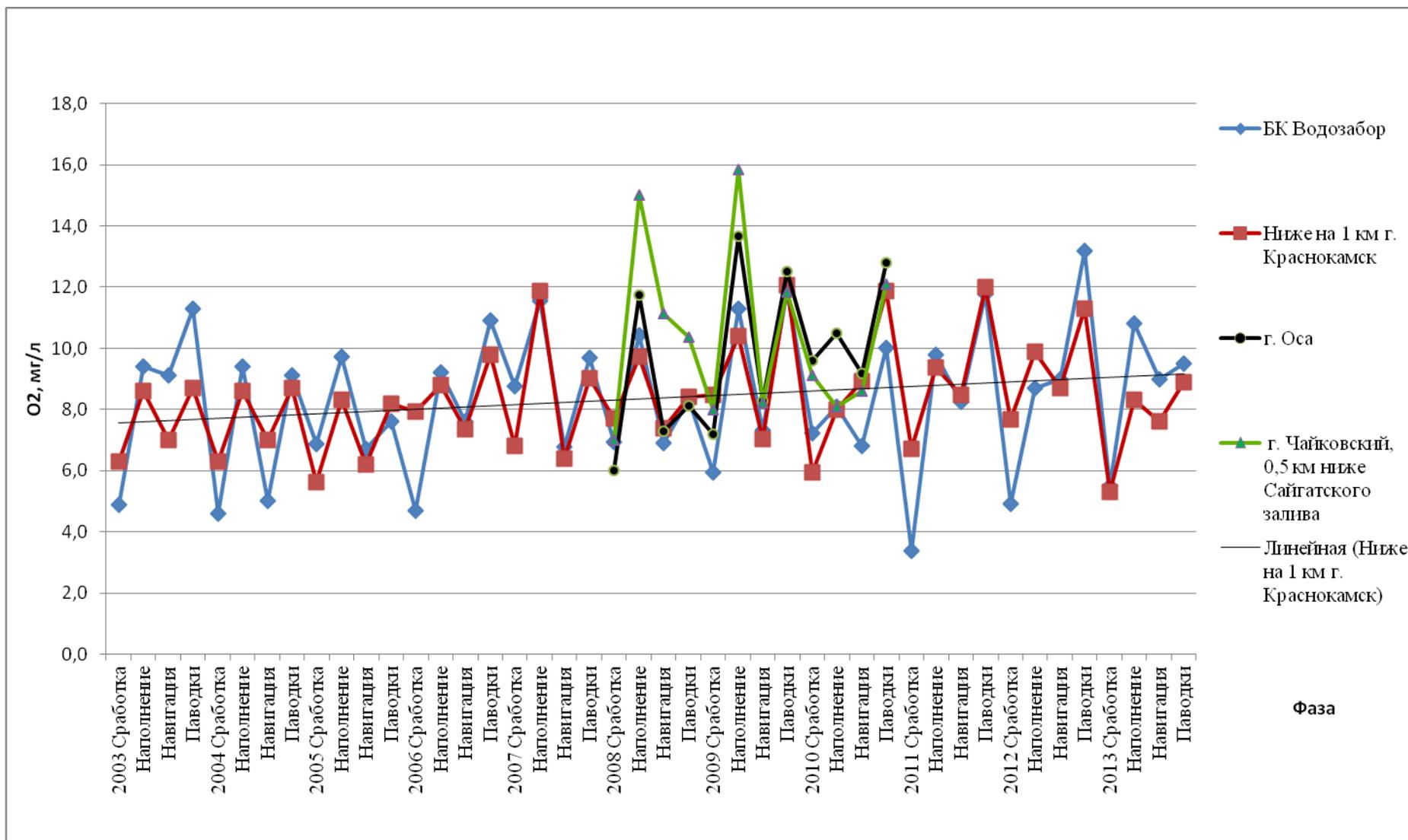
3. Бурматова Э.А. Оценка качества воды и экологического риска в искусственных водоемах по содержанию в них растворенного кислорода / Э.А.Бурматова, А.Б.Китаев // Антропогенная динамика природной среды: мат. международной научно-прак. конф. Пермь, 2006. Ч.2. С.212-217.

4. Китаев А.Б. Гидрохимическая характеристика водохранилища // Комплексные исследования Воткинского водохранилища и оценка его влияния на природу. Пермь, 2007. С.64-76.

5. Китаев А.Б. Кислородный режим Камского и Воткинского водохранилищ в условиях современной техногенной нагрузки // Фундаментальные исследования. М.: Академия естествознания, 2009. № 5. С.28-29.

6. Матарзин Ю.М. Кислородный режим Камского водохранилища в первые годы его существования // Ученые записки Пермск. ун-та. Пермь, 1962. Т. 21, Вып.3 (география). С. 113- 120.

7. Матарзин Ю.М., Бурматова Э.А., Печеркин И.А. Гидрохимия и химическая география водохранилища / Ю.М.Матарзин, Э.А.Бурматова, И.А.Печеркин // Водохранилище Воткинской ГЭС на р. Каме. Пермь, 1968. С.116-153.



Изменение концентрации растворенного кислорода по длине Воткинского водохранилища за период 2003-2013 гг.

**A.B. Kitaev**

Perm State University, Perm, Russia

## **OXYGEN REGIME OF THE VOTKIN RESERVOIR IN THE CONDITIONS OF MODERN TECHNOLOGICAL LOADING**

Characteristics of the oxygen regime Votkinsk reservoir are the current conditions. The research is based on the materials of the Federal State Institution for the Exploitation of the Kama and Votkinsk Reservoirs for the 11-year period (2003-2013). The change in the content of a reservoir dissolved in water in different phases of its hydrological regime is shown. The tendencies of oxygen change in it he long-term aspect showed an improvement in the oxygen regime in the reservoir (within 10%), which indicates the creation of more favorable conditions for the development of hydrobionts in the reservoir.

Keywords: reservoir, oxygen regime, technogenic load.

**А.В. Козлов, Н.Ю. Бабкина, Д.С. Маркова, Д.Е. Рязанов**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина»,

## **ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РЕКИ ОКА КАК КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

В статье дана предварительная экологическая характеристика участка реки Ока, протекающего в черте Нижнего Новгорода, по органолептическим показателям и составу некоторых химических веществ (этоксикантов). Было установлено, что в целом воды реки не характеризуются повышенным антропогенным фоном и обладают относительно благоприятными органолептическими свойствами.

**Ключевые слова:** река Ока, органолептические свойства воды, химический состав воды, экологическое состояние.

Река Ока является самым крупным правым притоком Волги. Исток Оки находится в центре Среднерусской возвышенности, а общая длина реки составляет более 1,4 тыс. км. Исторически сложилось, что воды Оки используются множеством населенных пунктов и городов в коммунально-бытовых и промышленных целях, что неизбежно привносит весомую долю поллютантов в общий уровень загрязнения речной воды [1].

Нижний Новгород является одним из крупных городов России, который характеризуется развитой промышленной инфраструктурой, вносящей значительные объемы выбросов газо-пылевых отходов в атмосферный воздух и сбросов сточных вод различного происхождения в природные воды. В связи с этим региональное загрязнение водоемов в

пределах городской черты остается одной из наиболее существенных экологических проблем города [2].

Кроме того, значительным аспектом загрязнения реки Ока как природного водотока, протекающего в пределах городской черты, считается наличие выше по течению промышленно развитых городов (в том числе Дзержинск, Володарск, Павлово). Данные населенные пункты характеризуются усиленным развитием машино- и автомобилестроения, животноводства, а также металлургической и широким спектром видов химической промышленности [3]. Предприятия указанных видов деятельности неизбежно сбрасывают в проток реки нормативно очищенные сточные воды. Данные аспекты определяют необходимость периодического отслеживания качества воды из Оки на предмет ее экологического состояния.

Целью настоящей работы является оценка органолептических показателей и некоторого химического состава воды из реки Ока как критериев экологического состояния водоема в условиях Нижнего Новгорода.

Отбор проб воды из реки проводили вручную в течение двух лет (2017-2018 гг.) в весеннее время (апрель-май) в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» с помощью батометра гидрологического (БТ-1,0) в полиэтиленовые емкости. Место отбора проб (берег реки) находилось вблизи ТЦ «Порт Артур», расположенного в микрорайоне жилой застройки «Юг» (Автозаводский район города). Береговая линия в месте отбора проб забетонирована, растительность отсутствует, промышленных предприятий в непосредственной близости от места отбора проб не имеется.

Пробы воды доставляли в лабораторию и анализировали в первые два дня после пробоотбора. Анализ проводился в Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете по основным органолептическим, гидрохимическим и экотоксикологическим показателям [4].

Определение органолептических показателей проб воды, жесткости, минерализации и кислотности проводили по общепринятым методам [5], определение содержания в пробах воды соединений азота (нитратов и катиона аммония) – по ГОСТ 4192-82 спектрофотометрическим методом; содержание хлоридов – аргентометрией по ГОСТ 4245-72; содержание сульфатов – по ГОСТ 31940-2012 йодометрическим титрованием; содержание фосфатов – по ГОСТ 18309-2014 спектрофотометрическим методом; содержание общего железа – по ПНД Ф 14.1:2:4.50-96.

Содержание тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец, медь) в воде определяли методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометре-

полярографе TA-Lab по методике определения ТМ в воде (ПНД Ф 14.1:2:4.222-06). Содержание нефтепродуктов определяли флуориметрическим методом по ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 на анализаторе ФЛЮОРАТ-02-4М экстрагированием нефтепродуктов при помощи н-гексана.

В таблице 1 представлены показатели, характеризующие органолептическое качество и общие свойства воды реки Ока. Выявлено, что вода реки характеризовалась наличием слабого металлического запаха и умеренно выраженной цветностью (до 15°), а также средней степенью мутности (от 0,6 до 1,1 мг/л по каолину) и, как следствие, средней прозрачностью (от 47 до 51 см столба Снеллена). Относительно показателя общей минерализации воды Оки характеризуются как пресные, а относительно общей жесткости – как мягкие воды.

Таблица 1

Органолептические и общие показатели воды реки Ока

Показатель	Значение по годам отбора проб		ПДК
	2017 г.	2018 г.	
Запах (при +20 °С), баллы	1 ( <i>Мет</i> )	1 ( <i>Мет</i> )	2
Цветность (Сг-Со шкала), °	10	15	20
Мутность (по каолину), мг/л	0,6	1,1	1,5
Прозрачность (по Снеллену), см	51	47	60
рН, ед. рН	7,13	7,04	6,5-8,5
Минерализация общая, мг/л	292	405	1000
Жесткость общая, мг-экв./л	2,2	3,4	7,0

Примечание: *Мет* – металлический запах воды; ПДК (здесь и далее) – согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»; ГН 2.1.5.2280-07 Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03; ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

В целом, давая оценку общим показателям качества воды рассматриваемого проточного водоема, нужно отметить, что они не выходили за пределы установленных норм и в целом характеризовали его с приемлемым кислотно-основным балансом, который также определяется благодаря определенному содержанию различных катионов и анионов в воде, показанному в таблице 2.

Из всех изученных показателей качества воды наименее выражено наличие катионов аммония (не более 0,92 мг/л), анионов фосфорных кислот (до 1,34 мг/л) и хлорид-анионов (не более 15,25 мг/л).

На среднем, но не выходящим за пределы установленных ПДК уровне находились такие показатели как содержание нитратов (от 10,64 до 25,01 мг/л) и сульфатов (от 352,03 до 340,79 мг/л).

Катионно-анионный состав  
и экотоксикологическое состояние воды реки Ока

Показатель	Значение по годам отбора проб		ПДК
	2017 г.	2018 г.	
<i>Катионно-анионный состав воды, мг/л</i>			
Железо общее (Fe)	0,38	0,49	0,3
Аммоний (по азоту)	0,71	0,92	1,5
Нитраты (по NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10,64	25,01	45
Полифосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	0,20	1,34	3,5
Хлориды (по Cl <sup>-</sup> )	15,25	14,03	350
Сульфаты (по SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	252,03	340,79	500
<i>Показатели экотоксикологического состояния воды, мг/л</i>			
Кадмий (Cd)	0,00014	0,00020	0,001
Свинец (Pb)	0,0014	0,0028	0,01
Медь (Cu)	0,0823	0,1173	1,0
Цинк (Zn)	0,2256	0,3141	1,0
Нефтепродукты	0,107	0,219	0,30

Содержание общего железа в водах Оки в заметной степени (на 27-63%) превышало установленные нормы, что могло быть связано с геоэкологическими особенностями местности, выражаемыми в повышенном геохимическом уровне сезонного содержания в водах аморфного железа в виде закислых и окислых форм.

В части содержания приоритетных экотоксикантов в воде реки не было установлено превышений относительно установленных санитарно-экологических норм. Относительно годовой динамики показателей экологического состояния воды Оки также каких-либо закономерностей выявлено не было.

В целом за период проведенного обследования река Ока, протекающая в черте Нижнего Новгорода, не отражает наличия существенного воздействия на нее антропогенных факторов и характеризуется оптимальным экологическим состоянием. Однако, учитывая ряд внешних факторов необходимо отметить значимость проведения экологического мониторинга качества воды рассматриваемого проточного водоема, неизбежно претерпевая техногенное воздействие.

#### Литература

- 1.Современные ландшафты Нижегородской области / под редакцией Б.И. Кочурова, Н.Ф. Винокуровой, О.В. Глебовой. Н.Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2006. 370 с.
- 2.Копосова Н.Н., Козлов А.В., Шешина И.М. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 581.

3. Соткина С.А., Шевченко И.А., Бикмаева А.В. Физическая география и проблемы градостроительства в городе Нижнем Новгороде // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 8. С. 311-315.

4. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды. – Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. 89 с.

5. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов. Н.Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.

**A.V. Kozlov, N.Yu. Babkina, D.S. Markova, D.E. Ryazanov**

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russia

### **ORGANOLEPTIC CHARACTERISTIC AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE OKA RIVER WATER AS CRITERIA OF ECOLOGICAL CONDITION OF RESERVOIR IN CONDITIONS OF THE NIZHNY NOVGOROD**

In article preliminary ecological characteristic of section of the Oka river, proceeding within Nizhny Novgorod, on organoleptic indicators and composition of some chemicals (ecotoxicants) is given. It was established, that in general waters of river are not characterized by raised anthropogenic background and have rather favorable organoleptic properties.

Keywords: Oka river, organoleptic properties of water, chemical composition of water, ecological state.

**Е.В. Колоколова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

### **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ**

Аннотация: Работа посвящена созданию сенсора, чувствительного к угарному газу, для дефектоскопии энергетического оборудования. Несомненный интерес в плане создания такого контролирующего устройства представляют материалы, обладающие проводимостью по ионам водорода (протонпроводящие твердые электролиты).

Ключевые слова: сенсор, протонпроводящие твердые электролиты, гетерополикислоты, оксид углерода.

В настоящее время возрастающее загрязнение природной среды становится предметом всестороннего изучения и стимулирует развитие новых методов наблюдения. Оперативный мониторинг загрязнений окружающей среды требует чувствительных, надежных, простых и недорогих средств контроля.

С развитием топливно-энергетического комплекса и расширением парка оборудования, ростом разветвленности распределительных сетей и

их стоимости на первый план выдвигается вопрос заблаговременного контроля и предупреждения возможных причин их отказа. Поэтому дефектоскопия энергетического оборудования и, в частности, высоковольтных трансформаторов, сейчас приобретает особое значение.

Как показывает анализ аварийности маслонаполненного оборудования, имеющего изоляцию маслобарьерного или бумажно-масляного типа, основной причиной отказа работы является нарушение изоляции. За счет термохимических реакций и частичных электрических разрядов, протекающих при авариях основными газовыми компонентами, выделяющимися в масляную среду трансформатора, являются: водород ( $H_2$ ); углеводороды: метан ( $CH_4$ ), ацетилен ( $C_2H_2$ ), этилен ( $C_2H_4$ ), этан ( $C_2H_6$ ); кислород ( $O_2$ ); оксиды углерода  $CO$  и  $CO_2$ ; азот ( $N_2$ ).

Существуют различные методики для диагностики развивающихся дефектов. Однако наиболее удобными для анализа являются так называемые экспресс методы диагностики развивающихся дефектов, которые позволяют проводить измерения непосредственно около установленного оборудования без использования сложных контролирующих приборов, в полевых условиях, автономно.

Задачу довольно простого и быстрого диагностирования маслонаполненного оборудования решают диагностические комплексы. Эти системы играют роль индикаторов, предупреждая о появлении нежелательных процессов в оборудовании. В диагностическом комплексе модуль первичных преобразователей должен содержать несколько датчиков, каждый из которых настроен на определенный газ.

В этих измерительных комплексах газоанализатор – один из основных модулей, который преобразует физические или химические свойства газов в электрическую или оптическую информацию (цифровую или аналоговую).

Для решения задачи диагностики энергетического оборудования чаще всего используют полупроводниковые и электрохимические сенсоры. Однако полупроводниковые не выдерживают конкуренции по селективности и требуют в работе нагревательного элемента. Поэтому наиболее перспективным, на наш взгляд, является использование электрохимических сенсоров. В основу работы их положено использование ячейки, включающей чувствительный (рабочий) электрод; электролит в жидкой или твердой фазе и электрод сравнения. Регистрирующий электрический сигнал можно получить при функционировании измерительной ячейки в амперометрическом или потенциометрическом режиме за счет протекания электрохимической реакции на границе трех фаз с участием молекул детектируемого газа – диэлектрика, ионного проводника – электролита и электронного проводника рабочего электрода [1].

В данной работе исследовалась возможность создания и использования сенсоров на угарный газ с использованием твердого протонного электролита[2].

Газовые сенсоры готовили путем последовательного прессования в корпус слоя твердого электролита с проводимостью по протону и двух электродов.

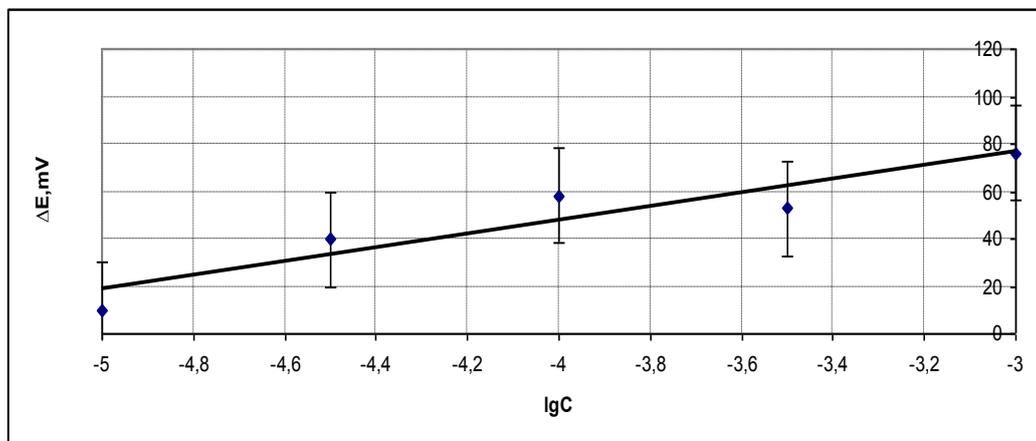
Корпус ячейки представляет собой полый цилиндр из текстолита, фторопласта или полиметилметакрилата. В качестве твердого электролита использовали протонпроводящие полимерные композиты на основе сульфо-и гетерополикислот.

Для создания чувствительной системы на угарный газ рассматривалось несколько систем, в которых варьировался состав электродных масс, обладающих каталитическим действием к данному газу.

Проведенные исследования показали, что наилучшими селективными свойствами обладает электрохимическая система:



Результаты измерения зависимости изменения ЭДС ( $\Delta E$ ) от концентрации исследуемого газа с использованием выше описанной ячейки в воздушной среде представлены в виде калибровочной кривой на рисунке.



Зависимость изменения ЭДС от концентрации CO

Зависимость изменения ЭДС от концентрации монооксида углерода носит линейный характер и подчиняется уравнению Нернста.

$$E = E^0 + (RT/nF) \cdot \lg [CO]$$

Чувствительность датчика к сопутствующим появлению дефектов газам меньше на порядок.

Как показали исследования, использование протонпроводящих полимерных композитов в качестве твердых электролитов имеет значительное преимущество перед твердыми кислотами, т. к. значительно упрощается технология изготовления электрохимических ячеек,

появляется возможность их миниатюризации и при этом не утрачиваются важные рабочие параметры таких устройств.

#### Литература

1. Oyaby T., Ohta Y., Kurobe T. Tin oxide gas sensor and countermeasure system against accidental gas leaks. - *Sensors and Actuators*, 9, 1986. p.301-312.
2. Укше Е. А., Букун Н. Г. Твердые электролиты. М., Наука, 1974. 176 С.

**E.V. Kolokolova**

The Yuri Gagarin State Technical University of Saratov *ecological*

### **ELECTROCHEMICAL SENSORS FOR ECOLOGICAL MONITORING**

Abstract: the Work is devoted to the creation of a sensor sensitive to carbon monoxide for flaw detection of power equipment. Of undoubted interest in terms of creating such a controlling device are materials that have conductivity over hydrogen ions (proton-conducting solid electrolytes).

Keywords: sensor, proton-conducting solid electrolytes, heteropolyacids, carbon monoxide.

**А.И. Кораблева, Н.В. Веденеева, Е.И. Тихомирова**

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А., Россия

### **ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ СЕЗОНА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАЛЫХ РЕК НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ЧАРДЫМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В работе рассмотрены исследования качества воды в р. Чардым и ее притоках: реках Сокурка, Соколка, Сухая Елшанка и Теплая. Определены химические показатели состава воды исследуемых рек и дана оценка их качества с учетом нормативных критериев предельно-допустимых концентраций. При сезонных изменениях состава воды ещё большую роль начинают играть климатические факторы и гидрологические особенности исследуемого объекта.

Ключевые слова: Саратовская область, малые реки, летний период, осенний период, бассейн реки, гидрохимические показатели, оценка качества вод,

Бассейн реки Чардым он является одним из наиболее интересных в природном отношении в Саратовском Предволжье. Ландшафты бассейна реки ярко демонстрируют величие природы не только данной местности, но и всего областного правобережья. Эта река адекватно определяет гидрологическую, гидрохимическую и во многом биологическую специфику малых рек Саратовской области, поскольку

малые реки в первую очередь полностью отражают хозяйственную деятельность человека, и обладают более низкой способностью к самоочищению и быстрее загрязняются чем крупные реки [1].

Целью настоящей работы являлась оценка экологического состояния малых рек Саратовской области по гидрохимическим показателям качества воды при смене сезона с летнего на осенний.

Объектом исследования была выбрана река Чардым Саратовской области и ее притоки.

Как и в большей части малых рек средней полосы России, температурный режим в р. Чардым, существенно зависит от погодных условий: от понижения или повышения атмосферного давления, от температуры воздуха, определяющей соответствующее изменение температуры воды в реке. В течение круглого года температура воды в реке изменялась в пределах от 3,5 °С зимой до 28 °С летом. В процессе исследования в августе месяце значение температуры составило 18 °С, на второй неделе ноября – 9°С [3].

Нами были проведены исследования качества воды в р. Чардым и ее притоках: реках Сокурка, Соколка, Сухая Елшанка и Теплая по химическим показателям и органолептическим показателям.

Работа выполнена на базе испытательного лабораторного центра «ЭкоОС» СГТУ с аккредитованной лабораторией и НОЦ «Промышленная экология» кафедры «Экология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.



Рис. 1. Места отбора проб на гидрологической схеме р. Чардым и ее притоков

Пробы воды были отобраны в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб», в 9-ти точках в трехкратной повторности:

- точка 1 – р. Чардым, нижняя граница с. Боковка;
- точка 2 – р. Чардым, нижняя граница с. Радищево;
- точка 3 – р. Чардым, после впадения р. Сухая Елшанка и р. Теплая;
- точка 4 – р. Сухая Елшанка, до впадения в р. Чардым;
- точка 5 – р. Чардым, нижняя граница с. Чернышевка;

точка 6 – р. Теплая, нижняя граница с. Тепловка;  
 точка 7 – р. Сухая Елшанка, нижняя граница с. Елшанка;  
 точка 8 – р. Соколка, нижняя граница с. Марьино-Лашмино;  
 точка 9 – р. Сокурка, верхняя граница с. Сокур.

Полученные данные обрабатывались с применением стандартных статистических методов.

Осенний период наблюдений очень интересен ввиду того что данные по концентрации растворённых веществ изменились в сторону улучшения, например, концентрация растворённого кислорода.

Только на реке Чардым в районе с. Боковка отмечена концентрация (0,9 мг/л) ниже ПДК. На всех остальных объектах либо равнялась ПДК либо заметно превышала его.

Значение концентрации ионов хлора свидетельствует о малой солёности вод.

Концентрация сульфатов несколько превышена в точках отбора проб №4 и 5, что, вероятно, зависит от геологических факторов.

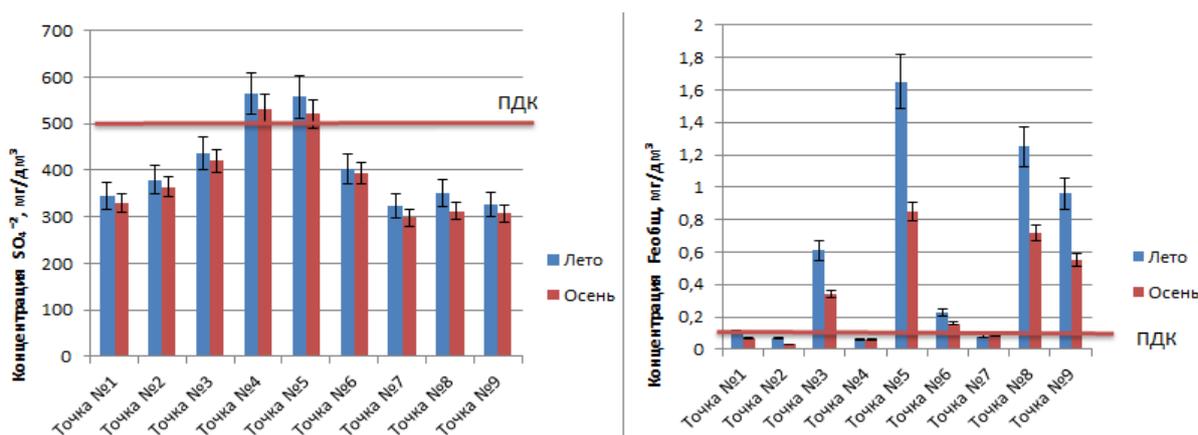


Рис. 2. Концентрация сульфат-ионов (а) и ионов железа (б) в летний и осенний периоды в воде бассейна реки Чардым

В ряде мест бассейна реки Чардым (точки № 3, 5, 8, 9) существенно превышена концентрация ионов железа общего. Несколько повышено содержание ионов магния в устье реки Чардым, нижняя граница с. Боковка (точка №1). В норме находится содержание катионов натрия, калия, аммония, нитрит и нитрат ионов.

Средние значения концентраций в летний период: растворённый кислород – 4,5 мг/дм<sup>3</sup>; рН – 7,8; нитриты – 0,6 мг/дм<sup>3</sup>; хлориды – 16 мг/дм<sup>3</sup>; ионы кальция – 139 мг/дм<sup>3</sup>; общая жёсткость – 8,2 г-эквивалент.

Средние значения концентраций в осенний период: растворённый кислород – 5,4 мг/дм<sup>3</sup>; рН – 7,4; нитриты – 0,6 мг/дм<sup>3</sup>; хлориды – 16 мг/дм<sup>3</sup>; ионы кальция – 139 мг/дм<sup>3</sup>; общая жёсткость – 8,2 г-эквивалент.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы, что при смене сезона с летнего на осенний, изменились следующие данные:

1. Сменилось содержание кислорода, что вполне закономерно, поскольку растворимость должна возрастать с понижением температуры.

2. Незначительно уменьшилось значение содержания сульфат ионов, в связи уменьшением растворимости сернокислых солей. По той же причине уменьшилось содержание солей магния, железа и общая жесткость.

3. Растворы нитритов и нитратов свое содержание практически не изменили, благодаря их хорошей растворимости. В результате общая минерализация не изменила своего уровня.

Работа выполнена в рамках НИР по государственному заданию № 5.3922.2017/64 Минобрнауки России. Научный руководитель работы – д.б.н., профессор Тихомирова Е.И.

#### Литература

1. Гусев В. А. Экологические проблемы малых рек Саратовской области в условиях современного водо- пользования // Основы рационального водопользования : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Саратовский источник, 2011. С. 126–129.

2. Бочкарева, Е.А. Химический состав и качество воды малых рек окрестностей крупных населенных пунктов / Е.А. Бочкарева, А.А. Беляченко// Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 5-й Всероссийской научно- практической конференции с международным участием. Под редакцией Е.И. Тихомировой. Саратов. 2011 г. – С. 30-32.

3. Веденева, Н.В., Малые реки Саратовской области как объект водопользования: мониторинг экологического состояния, комплексная оценка и повышение качества воды / Н.В. Веденева, А.А. Беляченко, С.А. Киященко, Е.И. Тихомирова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т.18. №2-3. 2016 г. - С. 642-646.

4. Киященко, С.А., Микробиологические показатели воды малых рек бассейна р. Чардым в пределах населенных пунктов / С.А. Киященко, Н.А. Линько, А.А. Беляченко, О.В. Абросимова // Экологические проблемы промышленных городов: Сборник научных трудов по материалам 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Е.И. Тихомировой. Саратов. 2013 г. – С.55-58.

5. ГОСТ Р 51232–98. «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества». Принят и введен в действие постановлением Госстандарта России от 17 декабря 1998 года № 449. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Никаноров А. М. Гидрохимия : учебник. СПб. : Гидро-метеоиздат, 2001. 444 с.

7. Петин А. Н., Лебедева М. Г., Крымская О. А. Анализ и оценка качества поверхностных вод : учеб.пособие. Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. 252 с. А.Н. Чумаченко и др.

8. Аверкова С.А. Современное экологическое состояние Волгоградского водохранилища с учетом факторов антропогенного воздействия: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Астрахань, 2012. – 16 с.

**A.I. Korableva, N.V. Vedeneva, E.I. Tikhomirova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov

### **INFLUENCE OF CHANGE OF THE SEASON ON POLLUTION OF THE SMALL RIVERS ON THE EXAMPLE OF THE RIVER CHARDYM OF THE SARATOV REGION**

Abstract. The article examines the water quality in the river. Chardim and its tributaries: the rivers Sokurka, Sokolka, SukhayaElshanka and Toplaya. The chemical indices of the water composition of the rivers under investigation are determined and their quality is assessed taking into account the regulatory standard criteria of maximum concentration limit. At seasonal changes of composition of water still climatic factors and hydrological features of the studied object begin to play a large role.

Keywords: small rivers, river basin, water chemistry studies, water quality assessment, Saratov oblast.

**В.Е. Котова<sup>1</sup>, Ю.А. Андреев<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ**

Для определения содержания алифатических и полициклических ароматических углеводородов исследованы образцы речной воды и снега, отобранных в районах с высокой транспортной нагрузкой г. Ростова-на-Дону. Суммарные концентрации ПАУ составили 0,42-1,52 мкг/дм<sup>3</sup> и 25-73 нг/дм<sup>3</sup> для проб снега и речной воды соответственно. Концентрации бензо[а]пирена и нафталина в речных водах не превышают установленные ПДК. В пробах снега обнаружены углеводороды C<sub>14</sub>H<sub>30</sub>-C<sub>39</sub>H<sub>80</sub> в интервале суммарных концентраций 0,64-1,55 мг/дм<sup>3</sup>. Проведена идентификация поступления компонентов нефтепродуктов по отношениям маркерных соединений. Установлено, что значительный вклад принадлежит пирогенному источнику поступления углеводородов.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), алифатические углеводороды, вода, источники поступления, Ростов-на-Дону

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) как компоненты нефтепродуктов являются объектом пристального внимания уже многие годы. Среди множества соединений этого класса 16 ПАУ выбраны в качестве приоритетных веществ для экологического

мониторинга в связи с их высокой биологической (канцерогенной и мутагенной) активностью: нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бензо[а]антрацен, хризен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бензо[а]пирен, дибензо[а,һ]антрацен, бензо[g,һ,i]перилен, индено[1,2,3-сd]пирен. Алифатические углеводороды – индикаторные вещества при изучении загрязнения углеводородами и часто максимальные по содержанию компоненты нефтепродуктов. Таким образом, становится очевидной необходимость комплексной оценки содержания веществ разных классов (называемых нефтепродуктами) при изучении нефтяного загрязнения.

Источники поступления ПАУ в окружающую среду многочисленны и имеют как природный (лесные пожары, извержения вулканов, биохимические и термические геологические процессы), так и антропогенный характер (выхлопные газы любых видов водного и автотранспорта, промышленность (производство алюминия и стали, черная металлургия, литейное производство), сжигание мусора, переработка нефти и горение ископаемого топлива). Наибольший интерес при изучении загрязнения объектов окружающей среды вызывает идентификация источников ПАУ – пирогенного (образование ПАУ при высоких температурах (650-690 °С) и недостатке кислорода в пламени) или петрогенного (нефтяного).

Целью данной работы является определение и выявление возможных источников поступления компонентов нефтепродуктов в объекты окружающей среды г. Ростов-на-Дону.

В качестве объектов исследования использовали: пробы снега (талой воды) и речной воды (р. Дон, р. Темерник и р. Мертвый Донец). Все образцы отбирали в районах с высокой транспортной нагрузкой г. Ростов-на-Дону. Определение компонентов нефтепродуктов в исследуемых объектах представляет сложную аналитическую задачу, которая была выполнена при использовании разработанного авторами способа [1, 2].

Данные исследования показали, что ПАУ присутствуют во всех изученных пробах снега (талой воды) в интервале суммарных концентраций от 418 до 1520 нг/дм<sup>3</sup>; речной воды – от 25 до 73 нг/дм<sup>3</sup>. Концентрации бензо[а]пирена, найденные в интервале 0,6-5 нг/дм<sup>3</sup>, и нафталина в интервале 7-10 нг/дм<sup>3</sup> в речных водах не превышают установленные ПДК.

Результаты определения алифатических углеводородов в пробах природных объектов показали их присутствие во всех проанализированных образцах снега и в пробе речной воды р. Темерник (в остальных пробах концентрации алифатических углеводородов находились на уровне ниже предела обнаружения). В пробах снега (талой воды) обнаружены углеводороды C<sub>14</sub>H<sub>30</sub>-C<sub>39</sub>H<sub>80</sub> в интервале суммарных

концентраций 0,64-1,55 мг/дм<sup>3</sup>, в речной воде идентифицированы C<sub>10</sub>H<sub>22</sub>-C<sub>39</sub>H<sub>80</sub>.

Для дифференциации углеводородов между биогенными или нефтяными использован классический способ, основанный на ряде критериев, включая соотношения по алифатическим углеводородам – индекс нечетности CPI (carbon petroleum index) – и по маркерным изопреноидам [3]. Для определения источников поступления (петрогенный, смешанный и пирогенный: горение нефтепродуктов и древесины, угля и травы) исследуемых соединений в изучаемые объекты выбран способ оценивания отношений индикаторных ПАУ [4].

Оценки источника поступления углеводородов по отношениям содержаний индикаторных соединений выявили согласованность результатов по всем критериям, которые указывают на присутствие алифатических углеводородов нефтяного происхождения, а также ПАУ преимущественно пирогенной природы, что может быть обусловлено сжиганием различных видов топлива, в том числе жидких углеводородов, а также миграцией ПАУ с выхлопными газами транспорта. Таким образом, показано, что в отсутствие тяжелой промышленности на окружающую среду может оказывать значимое негативное влияние эмиссия выхлопных газов транспорта.

#### Литература

1. Пат. 2646402 Российская Федерация, МПК G01N 1/28 (2017.08); G01N 30/94 (2017.08). Способ подготовки проб для определения алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях / Котова В.Е., Андреев Ю.А.; заявитель и патентообладатель ФГБУ «ГХИ». – № 2017106715; заявл. 28.02.2017; опубл. 05.03.2018, Бюл. № 7. – 15 с.: ил.

2. Котова, В.Е. Хроматографическое изучение компонентного состава нефтепродуктов в донных отложениях [Текст] / В.Е. Котова, Ю.А. Андреев, М.С. Черновьянц // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т. 16. – № 6. – С. 885-892.

3. Никаноров, А.М. Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем: монография [Текст] / А.М. Никаноров, А.Г. Страдомская. – Ростов-на-Дону: «НОК», 2008. – 222 с.

4. Yunker, M.B. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition [Text] / M.B. Yunker, R.W. Macdonald, R. Vingarzan, R.H. Mitchell, D. Goyette, S. Sylvestre // Organic Geochemistry. – 2002. – № 33. – P. 489-515.

**V.E. Kotova<sup>1</sup>, Yu.A. Andreev<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>FSBI «Hydrochemical Institute», Rostov-on-Don, Russia

<sup>2</sup>FSAEI HE «Southern Federal University», Rostov-on-Don, Russia

#### **OIL PRODUCTS COMPONENTS DETERMINATION AND SOURCE IDENTIFICATION IN ENVIRONMENTAL OBJECTS OF ROSTOV-ON-DON**

Abstract. River water and snow samples were collected from urban areas of Rostov-on-Don and analyzed for aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons determination. Total

PAH concentrations ranged from 0,42 to 1,52 µg/L and from 25 to 73 ng/L for snow and river water samples respectively. Benzo[a]pyrene and naphthalene river water concentrations were low than maximum permissible concentrations. Total aliphatic hydrocarbons (C<sub>14</sub>H<sub>30</sub>-C<sub>39</sub>H<sub>80</sub>) concentrations ranged from 0,64 to 1,55 mg/L for snow samples. Identification of hydrocarbons sources was carried out with indicative compounds ratios. The most combustion inputs to Rostov-on-Don environmental samples are present.

Ключевые слова: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), aliphatic hydrocarbons, water samples, sources, Rostov-on-Don

**А.А. Криницына<sup>1</sup>, А.С. Сперанская<sup>1</sup>, О.А. Чурикова<sup>1</sup>, Е.А. Конов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, Россия

<sup>2</sup>Институт Общей Генетики им. Н.И. Вавилова, г. Москва, Россия

## **МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ ЭНДОФИТНОЙ МИКРОФЛОРЫ (НА ПРИМЕРЕ SYRINGA L.): ВОЗМОЖНЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Экологический мониторинг состояния окружающей среды позволяет контролировать и оценивать состояние городской среды. С развитием новых технологий расширяется спектр возможностей, позволяющих оценивать состояние урбанизированных территорий. Определен состав сообществ эндофитных бактерий в растениях сирени, произрастающих в различных условиях городской среды. Показано, что в микробных сообществах растений, произрастающих в условиях городского озеленения, преобладают представители *Dichotomicrobium*, *Chthonomonas* и *Pseudanabaena*. В условиях сниженной антропогенной нагрузки (Ботанический сад или питомник растений) в бактериальном сообществе преобладают рост стимулирующие штаммы, характерные для большинства растений.

Ключевые слова: метагеномный анализ, эндофиты, экологический мониторинг

Развитие крупных городов и мегаполисов, наряду с очевидными социально-экономическими преимуществами неизбежно несет и мощный отрицательный потенциал, обусловленный воздействием городской среды на человека и на окружающую природу. В связи с этим важнейшее значение приобретают наблюдение, оценка и прогнозирование изменений в состоянии окружающей среды – экологический мониторинг, включающий широкий спектр методов и приемов исследований, используемых при его осуществлении. Одним из показателей, отражающих экологические проблемы современных урбанизированных территорий, может служить состав эндофитных микроорганизмов, а также их сообществ, населяющих фило- и ризоплану растений.

Находясь в эндосфере, эндофиты имеют существенное преимущество перед организмами, обитающими в ризосфере и филлосфере за счет стабильного рН, влажности, потока питательных

веществ и отсутствия конкуренции со стороны большого числа микроорганизмов. Основная масса бактерий, колонизирующих ризосферу и филлоплану, относится к так называемым ассоциативным микроорганизмам, формирующим сложные по таксономическому составу и структурно-функциональной организации микробные сообщества [1]. Такие микроорганизмы при кажущемся нейтральном характере взаимодействия с растением-хозяином играют значительную роль, не только оказывая влияние на рост и развитие растения, но и в его успешной адаптации к окружающей среде и возникающим разного рода абиотическим стрессовым воздействиям.

Микробные сообщества были обнаружены как в древесных, так и в травянистых растениях [2, 3], в том числе выращенных из культуры ткани [4]. Эндوفитные бактерии способны интенсифицировать фосфорное питание растений, продуцировать индолилуксусную кислоту, сидерофоры и витамины. Кроме того, они принимают участие в регуляции осмотического давления и работы устьиц, модификации развития корневой системы растений, регуляции азотного питания. Эндوفитная микробиота, находясь в тесном контакте с растением и отражая его состояние, является надежным индикатором как для биологического мониторинга окружающей природной среды в целом, так и диагностики адаптивного потенциала различных форм и сортов [5].

Для того, чтобы выявить возможные зависимости состава эндوفитных бактериальных сообществ от места обитания растений нами был проанализирован состав эндوفитной флоры почек и прилегающих к ним участков побегов сирени обыкновенной, произрастающей в Москве (городские зеленые насаждения и Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова), Московской области (городские зеленые насаждения), Воронеже (зеленые насаждения возле небольших офисных зданий) и питомника сирени «Сиреневая усадьба» (Липецкая область). Сбор материала проводили в период физиологического покоя растений – зимой и ранней весной.

Стерилизацию растительного материала проводили по методике, описанной ранее [6]. После поверхностной стерилизации у почек в стерильных условиях удаляли почечные чешуи, с участка одревесневшего побега - кору. Подготовленные экспланты гомогенизировали при помощи гомогенизатора Minilys (240 с). Далее из полученного материала проводили выделение тотальной ДНК с использованием ЦТАБ-метода. ПЦР для получения анализируемых последовательностей (участка гена 16S rRNA) проводили при помощи T100 ThermalCycler ("Bio-Rad", США) с использованием праймеров, рекомендованных Illumina. Пробоподготовку для проведения высокопроизводительного секвенирования осуществляли согласно протоколу Illumina., секвенирование – на MiSeq (Illumina). Филогенетические профили метагеномов на основании полученных

данных получали путем сравнения полученных последовательностей с имеющимися в базе (BLASTN - data base 16S RefSeq Microbial, e-value <0.01) и программного обеспечения MEGAN v6.10. Кластерный анализ полученных сообществ проводили при помощи пакета программ Past v3.0.

Всего было исследовано 13 независимых бактериальных сообществ: 5 из растений, произрастающих в БС МГУ (среди них 2 сорта, саженцы которых были выращены с применением сапропеля), 2 – на территории Москвы рядом с жилыми домами, 1 – в Московской области, 2 – на территории г. Воронежа (промзона) и 3 – из питомника «Сиреневая усадьба». При сравнении учитывали рода (семейства) бактерий, для которых % полученных прочтений был  $\geq 0,5$ .

При анализе было показано, что бактериальные сообщества, которые формировались в растениях, произрастающих в условиях городской среды (Москва, Воронеж, Московская обл.), а также тех, которые были выращены с применением сапропеля (получаемого при переработке сточных вод) значительно (bootstrap=100) отличаются от тех, которые формируются в условиях БС МГУ или питомника растений, где соблюдаются условия рекультивации почв при выращивании растений. При этом, если рассматривать сходство микробных сообществ внутри каждой группы, то эндофиты сирени, произрастающей на территории городов, также имеют очевидное сходство. В этих сообществах, в основном, представлены *Dichotomicrobium*, *Chthonomonas* и *Pseudanabaena*. Первые являются метилотрофами, способными жить в условиях повышенной засоленности, а представители рода *Pseudanabaena* участвуют в процессах азотфиксации.

Сообщества, формирующиеся в растениях, произрастающих на территориях, где регулярно проводятся агротехнические работы (Ботанический сад (Москва), питомник растений (Липецкая область)) состоят из бактерий *Sphingomonas*, *Paenibacillus*, *Microbacteriaceae*, *Chitinofagaceae*, *Methylobacterium*. Эти группы микроорганизмов участвуют в том числе, в формировании устойчивости растений к различного рода патогенам, и относятся к стимулирующим рост штаммам бактерий [7].

В результате, можно отметить, что по анализу представленных в эндофитном сообществе групп микроорганизмов, можно делать предположения о состоянии растительных насаждений, почвенного покрова. Возможно, что среди определенных родов бактерий могут быть штаммы, которые можно использовать для фиторемедиации и лесовосстановления с помощью создания специальных растительно-бактериальных систем [1, 8].

Работа выполнена в рамках гостемы НИР: АААА-А16-116021660105-3.

## Литература

1. Чеботарь В.К., Щербаков А.В., Щербакова Е.Н., Масленникова С.Н., Заплаткин А.Н., Мальфанова Н.В. Эндوفитные бактерии как перспективный биотехнологический ресурс и их разнообразие. *Сельскохозяйственная биология*, 2015, Т. 50, № 5, с. 648-654.
2. Posada F., Vega F.E. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as an endophyte in cocoa seedlings (*Theobroma cacao*). *Mycologia* 2005, 97: 1195-1200.
3. Чурикова О.А., Сперанская А.С., Креницына А.А. Выявление эндوفитных бактерий побегов *Malus transitoria* (Batal.) Schneid. in vitro. *Вестник защиты растений*. 2016. № 3. С. 182-183.
4. Ulrich K., Stauber T., Ewald D. *Paenibacillus* – a predominant endophytic bacterium colonising tissue cultures of woody plants. *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.*, 2008, 93: 347-351.
5. Козаева М.И. Диагностика адаптации различных форм и сортов земляники путем биоиндикации на основе показателей частоты тестирования эндوفитной микробиоты. *Colloquium-journal*, 2019, № 1-8 (25), с. 49-52.
6. Чурикова О.А., Мурашев В.В. Микрклональное размножение декоративных культур: Сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.). Москва: Изд-во "Московский университет", 2010. 32 с.
7. Lugtenberg B, Kamilova F. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annu. Rev. Microbiol.*, 2009, 63:541-556.
8. Ryan R.P., Germaine K., Franks A., Ryan D.J., Dowling D.N. Bacterial endophytes: recent developments and applications. *FEMS Microbiol. Lett.*, 2008, 278: 1-9.

**A.A. Krinitsina<sup>1</sup>, A.S. Speranskaya<sup>1</sup>, O.A. Churikova<sup>1</sup>, E.A. Konorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow state university, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Vavilov Institute of General Genetics, Moscow, Russian Federation

### **METAGENOMIC ANALYSIS OF ENDOPHYTIC MICROFLORA (THE CASE OF SYRINGA L.): A POSSIBLE APPROACH TO ECOLOGICAL MONITORING OF ENVIRONMENT**

Annotation. Ecological monitoring of environment makes it possible to control and assess the state of urban environment. With the development of new technologies the possibilities of assessment of urban territories state are rather broaden. Species composition of endophytic bacteria community in lilac plants from different conditions of urban environment is defined. It is shown that in microbial communities of lilac plants which grow in green plantations the representatives of *Dichotomicrobium*, *Chthonomonas* и *Pseudanabaena* are predominate. In the conditions of low anthropogenic load (Botanical garden or nursery garden) growth - induced strains are predominated, which are characteristic of the majority of plants.

Keywords: metagenomics analysis, endophytes, ecological monitoring

**И.В. Лобанов, Е.В. Исакова**

Новокузнецкий филиал (институт) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк, Россия

## **ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ НОВОГО ОБЪЕКТА, РАСПОЛАГАЮЩЕГОСЯ ВБЛИЗИ УЖЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО КРУПНОГО ИСТОЧНИКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

В данной статье приведены результаты оценки негативного воздействия на атмосферный воздух объектов, принадлежащих предприятию, осуществляющему деятельность по добыче каменного угля. Расчёт выбросов загрязняющих веществ проводился с целью оценки влияния проектируемого объекта на воздух жилых зон в условиях существующей антропогенной нагрузки с позиции вреда здоровью населения.

Ключевые слова: выбросы, загрязняющие вещества, расчёт рассеивания выбросов.

В настоящее время нередко соседство объектов различных видов промышленности и жилой застройки. В одних случаях близкое размещение обусловлено историческим развитием территории, при котором вокруг уже существующего или строящегося предприятия возводят жилища для работников, в других играют роль экономико-географические и социальные факторы [1]. Независимо от сложившейся ситуации, каждый гражданин Российской Федерации имеет право на благоприятное состояние окружающей среды [2], что обязывает предприятие осуществлять свою деятельность в рамках установленных санитарных нормативов для зон постоянного проживания населения.

При проектировании объектов, на территории которых будут осуществляться выбросы загрязняющих веществ, необходимо учитывать фоновые значения концентраций поллютантов с целью соблюдения санитарных нормативов, дабы оградить жителей от негативного воздействия на их здоровье. В том случае, если на этапе проектирования будет выявлено превышение нормативного значения концентрации веществ при вводе производства в эксплуатацию, необходимо предусмотреть комплекс мероприятий, направленных на снижение негативного влияния на атмосферный воздух.

Так, например, предприятие, осуществляющее добычу каменного угля в Хабаровском крае, имеет на своём балансе площадку котельной, располагающуюся вблизи рабочего посёлка. В рамках программы расширения производства намечено строительство площадки депо дизелевозов, на которой также будет располагаться путевой ствол для

удаления метана из подземных выработок. Депо будет располагаться на юго-западе от котельной на расстоянии 47 метров.

Технологическими процессами на территории котельной, в результате которых в атмосферный воздух поступают загрязняющие вещества, являются операции по доставке и сортировке угля, сварочные работы, а также сжигание топлива в котле; на территории депо: работа дизелевоза, транспортировка грузов, операции по сварке и металлообработке, откачка метана из выработок.

С целью установить уже существующий уровень воздействия на здоровье населения был произведён расчёт рассеивания выбросов от площадки котельной в зимний период года. Для фиксации значений концентраций загрязняющих веществ на жилой зоне были выделены две расчётные точки: № 1 – в 52 метрах юго-западнее площадки депо, № 2 – в 67 метрах северо-восточнее котельной. В таблицу 1 занесены данные о значениях концентраций загрязняющих веществ (в долях ПДК) [4] при работе котельной.

Таблица 1

Таблица концентраций вредных веществ на жилой застройке при работе котельной

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	Концентрация (доли ПДК)	
			расчётная точка №1	расчётная точка №2
123	Железа оксид	4	-	-
143	Марганец и его соединения	2	0,07	0,39
301	Азота диоксид	3	0,08	0,16
304	Азота оксид	3	0,14	-
328	Углерод (сажа)	3	0,156	-
330	Сера диоксид	3	-	-
337	Углерод оксид	4	-	-
342	Фториды газообразные	2	-	-
344	Фториды плохорастворимые	2	-	-
703	Бенз/а/ирен	1	-	-
2732	Керосин	4	-	-
2908	Пыль неорганическая 70-20% SiO <sub>2</sub>	3	0,18	0,05
3749	Пыль каменного угля	3	-	-

В таблицу не вносились данные веществ, чьи концентрации <0,05 ПДК.

Как показывает расчёт, на существующее положение не выявлено превышение ПДК ни по одному загрязняющему веществу. Таким образом, влияние на здоровье жителей посёлка находится в допустимых санитарными нормативами пределах – менее 1 ПДК [3].

Для оценки допустимости введения в эксплуатацию нового объекта, располагающегося вблизи уже существующего крупного источника воздействия на атмосферный воздух, проведён расчёт рассеивания, в

который были включены выбросы от обеих площадок на период их одновременного функционирования. Расчёт выбросов загрязняющих веществ проводился с использованием расчётных методик, утверждённых НИИ Атмосфера на 2018 год [4], построение карт рассеивания осуществлялся в программном комплексе «УПРЗА Эколог 4».

В таблицу 2 занесены итоговые данные о значениях концентраций загрязняющих веществ (в долях ПДК) [5] в воздухе населённых мест.

Таблица 2

Итоговая таблица оценки влияния на воздух населённых мест

Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности	Концентрация (доли ПДК)	
			расчётная точка №1	расчётная точка №2
1	2	3	4	5
123	Железа оксид	4	-	-
143	Марганец и его соединения	2	0,17	0,53
301	Азота диоксид	3	0,34	0,28
304	Азота оксид	3	-	-
328	Углерод (сажа)	3	0,19	-
330	Сера диоксид	3	0,06	-
333	Сероводород	2	-	-
337	Углерод оксид	4	0,08	0,05
342	Фториды газообразные	2	0,05	0,11
344	Фториды плохорастворимые	2	-	-
410	Метан	4	-	-
703	Бенз/а/ирен	1	-	-
2732	Керосин	4	-	-
2908	Пыль неорганическая 70-20% SiO <sub>2</sub>	3	0,29	0,06
2930	Пыль абразивная	0	0,49	0,09
3749	Пыль каменного угля	3	-	-

В таблицу не вносились данные веществ, чьи концентрации <0,05 ПДК.

Таким образом, на основе проведённых расчётов выбросов загрязняющих веществ от двух площадок и построенных карт рассеивания, можно сделать вывод о том, что функционирование данных объектов не скажется на здоровье жителей посёлка, поскольку значение концентрации ни по одному веществу не достигает 1 ПДК.

#### Литература

1. Пестрикова А. Г. Влияние объектов промышленного назначения на формирование архитектурно-пространственной композиции крупных городов / А. Г. Пестрикова, Е. А. Бурда // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2013. - № 9. - С. 51-56.

2. Конституция Российской Федерации, статья 42. [Электронный ресурс]. URL: <http://constitution.kremlin.ru/> (дата обращения 11.12.18).
3. СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест». [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/901787814> (дата обращения: 11.12.18).
4. Перечень методик НИИ Атмосфера 2018. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nii-atmosphere.ru/wpcontent/uploads/2018/02/perechen\\_2018.pdf](https://www.nii-atmosphere.ru/wpcontent/uploads/2018/02/perechen_2018.pdf)
5. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». [Электронный ресурс]. URL: [http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=9967](http://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=9967) (дата обращения: 11.12.18).

**I.V. Lobanov, E. V. Isakova**

Novokuznetsk Institute (branch) of the federal state budgetary educational institution of higher education "Kemerovo State University", Novokuznetsk, Russia

### **ASSESSMENT OF THE ADMISSIBILITY OF THE INTRODUCTION TO THE OPERATION OF A NEW OBJECT, WHICH IS LOCATED NEAR ALREADY AN EXISTING MAJOR SOURCE OF IMPACT ON ATMOSPHERIC AIR**

Annotation. This article presents the results of the assessment of the negative impact on the atmospheric air of objects belonging to the enterprise engaged in coal mining. The calculation of pollutant emissions was carried out in order to assess the impact of the designed object on the air of residential areas under the existing anthropogenic load from the standpoint of harm to public health.

Keywords: emissions, pollutants, calculation of emission dispersion.

**В.Н. Мовчан, М.А. Кузнецова**

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

### **КАНЦЕРОГЕННЫЙ РИСК ЗДОРОВЬЮ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В БОЛЬШОМ ГОРОДЕ**

Представлены результаты исследования экологического состояния Санкт-Петербурга, основанные на оценке риска здоровью. На основе результатов проведенной оценки канцерогенного риска при ингаляционном поступлении в организм приоритетных загрязняющих веществ, сделан вывод о том, что в Приморском и Калининском районах можно ожидать наибольшую среди всех административных районов города заболеваемость населения. Наименьший риск развития канцерогенных эффектов при комплексном воздействии загрязняющих атмосферный воздух веществ - в Кронштадтском, Петродворцовом и Курортном районах. Указывается на необходимость принятия конкретных мер по снижению техногенной нагрузки на городскую среду в административных районах с высокими показателями канцерогенного риска для здоровья.

Ключевые слова: загрязнения атмосферного воздуха, индивидуальный канцерогенный риск, популяционный канцерогенный риск

Как известно [1], оценка риска для здоровья – процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания. Сегодня концепция оценки риска во всем мире рассматривается как главный механизм разработки и принятия управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения. Ранее на основе этого подхода проведена оценка и прогноз экологической ситуации в административных районах Санкт-Петербурга [2]. Путем оценки неканцерогенного риска для здоровья, выявлены районы с наиболее опасным для населения загрязнением атмосферного воздуха. Однако в связи с высокой распространенностью злокачественных образований в городах не менее актуален анализ и канцерогенного риска для здоровья населения.

Цель данного исследования – оценка и прогноз воздействия на здоровье жителей разных административных районов Санкт-Петербурга, содержащихся в атмосферном воздухе канцерогенных веществ. Степень негативного воздействия канцерогенов на население определялась путем расчета величины канцерогенного риска при ингаляционном поступлении в организм загрязняющих веществ. Расчет рисков проведен в соответствии с Руководством Р 2.1.10 1920-04 [1]. Рассмотрены индивидуальные и популяционные риски для здоровья детей возрастом до 6 лет. Эта возрастная группа соответствует важному периоду жизни человека, во многом определяющему его благополучие в будущем. Она позволяет в дальнейшем оценивать риски возможного длительного воздействия на одну и ту же популяцию от детского возраста до старости. В данном исследовании использованы сведения о концентрации канцерогенных по классификации МАИР загрязняющих атмосферный воздух веществ за 1997–2002 и 2011–2016 гг., представленные в Докладах об экологической ситуации в Санкт-Петербурге, а также в [3]. При расчете популяционного риска использованы данные о численности детского населения, представленные в Российских статистических ежегодниках Росстата.

Установлено, что среди рассмотренных административных районов Санкт-Петербурга наибольший индивидуальный канцерогенный риск от воздействия загрязнений атмосферного воздуха в период 1997–2002 гг. имеет Адмиралтейский район, далее идут Петроградский, Центральный, и Московский районы, а завершает этот список Фрунзенский и Василеостровский районы (табл.). При этом в Адмиралтейском районе, согласно системе критериев приемлемости рисков [1], среднее значение индивидуального канцерогенного риска соответствует диапазону, который

является неприемлемым как для населения, так и для профессиональных групп. Значения индивидуального риска в остальных административных районах соответствуют диапазону, приемлемому для профессиональных групп, но не приемлемых для населения в целом.

Анализ результатов расчета популяционного канцерогенного риска показывает, что наибольшее число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть у населения, приходится на Приморский район, близкий к нему по этому показателю Калининский, далее идут Московский, Кировский, Адмиралтейский и Центральный районы. Замыкают этот ряд Кронштадский, Петродворцовый и Курортный районы с минимальными значениями популяционного канцерогенного риска (табл.). Отметим, что для разных районов значения индивидуального канцерогенного риска не соотносятся со значениями популяционного риска, что связано с разной численностью детского населения в каждом административном районе.

Индивидуальные (CR), популяционные (PCR) канцерогенные риски для здоровья населения Санкт-Петербурга за период 1997–2002 гг. и среднее число больных злокачественными новообразованиями, взятых на учет в 2011–2012 годы (Б.зл.н.).

Районы: 1 – Адмиралтейский, 2 – Петроградский, 3 – Центральный, 4 – Московский, 5 – Выборгский, 6 – Приморский, 7 – Кировский, 8 – Калининский, 9 – Красносельский, 10 – Петродворцовый, 11 – Курортный, 12 – Пушкинский, 13 – Колпинский, 14 – Красногвардейский, 15 – Кронштадский, 16 – Невский, 17 – Фрунзенский, 18 – Василеостровский.

Район	CR	PCR	Б.зл.н.	Район	CR	PCR	Б.зл.н.
1	$10,4 \times 10^{-3}$	7,7	395	10	$4,8 \times 10^{-4}$	1,3	338
2	$8,7 \times 10^{-4}$	4,5	270	11	$4,7 \times 10^{-4}$	1,3	163
3	$8,3 \times 10^{-4}$	6,9	595	12	$4,6 \times 10^{-4}$	2,2	492
4	$8,2 \times 10^{-4}$	8,7	1204	13	$4,3 \times 10^{-4}$	3,2	628
5	$7,2 \times 10^{-4}$	5,2	1529	14	$4,3 \times 10^{-4}$	5,6	1028
6	$6,3 \times 10^{-4}$	9,9	1147	15	$3,8 \times 10^{-4}$	0,7	166
7	$5,8 \times 10^{-4}$	7,8	1323	16	$3,8 \times 10^{-4}$	6,4	1711
8	$5,2 \times 10^{-4}$	9,0	1300	17	$2,9 \times 10^{-4}$	4,4	1452
9	$5,1 \times 10^{-4}$	6,3	1064	18	$2,8 \times 10^{-4}$	2,1	698

Сравнение полученных данных суммарного индивидуального канцерогенного риска для жителей всего Санкт-Петербурга показало, что за десятилетний период вероятность появления у горожан злокачественных новообразований практически не изменилась (увеличение уровня риска от 3,7 до 3,8 случаев на 10 тыс. населения). Показатель суммарного популяционного риска за десятилетний период вырос в 5 раз и составлял 30,6, что объясняется резко возросшей численностью детского населения Санкт-Петербурга.

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать вывод, что угроза возникновения канцерогенных эффектов на протяжении всей

жизни у населения Санкт-Петербурга различается по районам, однако она является неприемлемой для жителей всего города. Наибольшее число случаев злокачественных новообразований может наблюдаться у населения Приморского и Калининского районов. Наименьший популяционный риск прогнозируется для таких периферийных районов города, как Крондштадский, Петродворцовый и Курортный.

Основываясь на том, что значения канцерогенных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона, нами рассмотрены официальные данные о числе больных злокачественными новообразованиями, взятых на учет онкологическими учреждениями города спустя десятилетие после прогнозных данных, т.е. в 2011–2012 гг. [4]. Установлено, что в эти годы лидером по числу зарегистрированных онкобольных был Невский район, за ним следовали Выборгский, Фрунзенский, Кировский и Калининский районы. Наилучшими по рассматриваемым показателям были Курортный, Крондштадский и Петродорцовый районы (табл.). При сравнении этих данных с результатами оценки канцерогенных рисков в административных районах можно отметить отсутствие совпадений прогнозов с реальными показателями онкозаболеваемости населения. Видно, что Невский район, в котором зарегистрировано максимальное по городу количество онкобольных, по оценке популяционного канцерогенного риска в период 1997–2002 гг. среди административных районов Санкт-Петербурга находился на седьмом месте. В соответствии с рейтингом показателей популяционного канцерогенного риска Выборгский район (второй по онкозаболеваемости) стоит на десятом месте, Фрунзенский – на двенадцатом, а Кировский и Калииинский – соответственно на четвертом и втором местах.

Отсутствие совпадений между реальной картиной онкозаболеваемости городского населения Санкт-Петербурга и прогнозируемой оценкой популяционного канцерогенного риска в первую очередь объясняется влиянием неучтенных факторов, среди которых биологические особенности и образ жизни населения. Тем не менее, оценка канцерогенного риска здоровью позволяет выявить загрязняющие атмосферный воздух вещества, являющиеся фактором риска для здоровья. В данном исследовании установлено, что неприемлемый канцерогенный риск для здоровья населения Санкт-Петербурга в основном связан с загрязнением атмосферного воздуха формальдегидом и бензолом. Знание ведущих лимитирующих факторов требует и позволяет применить конкретные меры по снижению техногенной нагрузки на городскую среду в административных районах с высокими показателями канцерогенного риска.

## Литература

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. 2.1.10 1920-04. М., 2004. - 143 с.
2. Оценка и прогноз экологической ситуации в Санкт-Петербурге по показателям загрязнения атмосферного воздуха и изменения здоровья населения / В.Н. Мовчан [и др.] // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. - 2018. - Т.63. Вып.2. - С. 178-193.
3. Экологическая обстановка в районах Санкт-Петербурга / под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. - СПб.: Формат Т, 2003. - 720 с.
4. Мерабишвили В.М. Онкологическая статистика (традиционные методы, новые информационные технологии): Руководство для врачей – изд. 2-е доп. Ч.1 - СПб., 2015. - 223 с.

**V.N. Movchan, M.A. Kuznetsova**

St. Petersburg State University

### **CANCINOGENIC HEALTH RISK AS AN INDICATOR OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN BIG CITY**

The work presents results of the study of the ecological status of St. Petersburg, based on the assessment of health risks. Based on the results of the carcinogenic health risks assessment associated with the inhalation of priority pollutants into the body, it was concluded that the greatest incidence of the population among the administrative districts of the city can be expected in the Primorsky and Kalinin districts. The lowest risk of development of carcinogenic effects during the complex effect of atmospheric pollutants is in the Kronstadt, Petrodvortsovy and Resort districts. It is pointed out the need to take a specific measures to reduce the man-caused load on the urban environment in districts with high rates of carcinogenic health risks.

Keywords: air pollution, individual carcinogenic risks, population carcinogenic risks.

**В.Н Мовчан, А.Д. Сакович**

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

### **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В МАЛЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ**

В данной статье изложены результаты оценки воздействия градообразующего предприятия на окружающую среду малого города. Проведен анализ элементного состава волос детей города Боровичи (Новгородская область) и различных компонентов окружающей среды (почва, вода, древесная растительность). Установлено, что работа предприятия не вызывает загрязнения почвы, а влияет на растительность. На основе полученных данных сделан вывод о том, что на выявленный дисбаланс макро- и микроэлементов в организме детей влияют как природные, так и техногенные факторы. Результаты исследования элементного состава волос могут быть

использованы в качестве показателей геохимических особенностей исследуемой территории.

Ключевые слова: почва, растительность, тяжелые металлы, элементный статус

В последнее время малые города стали привлекать внимание ученых и общественности не только в связи с их сложным социально-экономическим положением, а и в связи с дефицитом сведений о качестве среды обитания горожан. В силу небольшой численности проживающего в малых городах населения они не входят в Государственную сеть мониторинга окружающей среды. Сведения об их антропогенном воздействии на окружающую среду крайне ограничены. Например, представление о влиянии предприятий на важный компонент городской среды – атмосферный воздух дают отчеты 2-ТП (воздух). Однако представленная в нем информация не позволяет напрямую оценить качество атмосферного воздуха, а, следовательно, и влияние загрязнения на здоровье населения. Сегодня во многих малых городах активно развивается промышленность, что, безусловно, негативно сказывается на качестве городской среды. Ранее было показано [1], что при оценке экологического состояния урбанизированных территорий и выявлении причин нарушения общественного здоровья целесообразно применять комплексный подход, включающий не только определение степени загрязнения компонентов природной среды, а и процедуру анализа элементного статуса (портрета) населения.

Цель исследования – на основе данных о концентрации химических элементов в почве, питьевой воде, в биопробах растений (корка сосны *Pinus sylvestris*) и в биопробах городского населения (волосы тридцати детей в возрасте от 6 до 14 лет) определить экологическое состояние городской среды и воздействие техногенных факторов на население.

Объект исследования – город Боровичи (Новгородская область), в котором градообразующее предприятие ежегодно выбрасывает в атмосферный воздух более 1500 тонн загрязняющих веществ. Наибольшая доля (99 %) выбросов в атмосферу приходится на пыль неорганическую. Однако большое количество выбросов (около 15 тонн в год) приходится на такие опасные для здоровья населения вещества как свинец и его неорганические соединения, хром шестивалентный, дижелезо триоксид и соединения марганца. Кроме того, можно ожидать загрязнение атмосферного воздуха оксидами цинка и никеля, образующимися при сжигании угля и мазута, которые используются в городе в качестве топлива.

При проведении исследования почв и растений было выбрано 22 пробные площадки, разделенные на 6 профилей. Профиль I находился на расстоянии 2,5 км от предприятия в зоне возможного переноса загрязняющих веществ преимущественными ветрами. Профиль VI был проложен в 10 км от города вдали от крупных промышленных объектов и

транспортных развязок (рассматривался как фоновый). Остальные профили находились на разных направлениях от предприятия в районе границы его санитарно-защитной зоны. Оценивалось содержание в почве и коре сосны следующих химических элементов: Mn, Cr, Ni, Zn и Pb, в пробах питьевой воды и волос детей в дополнение к этим элементам определяли содержание Ca, K, Mn, Na, Fe и Co. Анализ всех проб проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Ресурсный Образовательный Центр по направлению химия». Полученные результаты анализа на содержание химических элементов в почве (подвижные формы) сравнивались с ПДК и со значениями фоновой территории, а результаты анализа корки сосны – с кларком химических элементов в растениях по Добровольскому и со значениями фоновой территории.

Результаты анализа почв показывают, что во всех пробных площадках содержание исследуемых элементов не превышает ПДК. Однако по сравнению с фоновой территорией обнаружено превышение содержания всех рассматриваемых химических элементов (табл.). В наибольшей степени это наблюдалось по Zn (в профилях II, IV и I превышение в 4,3, 2,4 и 1,3 раза соответственно) и по содержанию Pb (в профилях I, IV, II и III – превышение в 3,1, 1,5, 1,4 и 1,4 раза соответственно).

Значительное превышение по сравнению с фоном содержания тяжелых металлов отмечено и в пробах корки сосны (табл.). При этом содержание Ni в зависимости от профиля превышало фоновые значения в 16,4 – 1,6 раза, Cr – в 6,3 – 1,3 раза, Zn – в 1,7 – 1,1 раза, а Mn – в 4,7 – 1,1 раза.

Химический анализ проб питьевой воды показал, что в сравнении с СанПин, превышенных концентраций рассмотренных химических элементов не наблюдается. Однако содержание таких химических элементов как Ca и Mg характеризуется самыми высокими показателями. Отмечено низкое содержание в воде Na, K, Fe и Mn; содержание Cd, Cu, Cr, Ni и Pb не зафиксировано.

В целом можно отметить, что анализ подвижных форм тяжелых металлов в почве не выявил превышения их концентрации по сравнению с ПДК, однако выявлены существенные превышения их содержания по сравнению с фоновой территорией. Превышения над фоном содержания большинства рассмотренных тяжелых металлов наблюдается и в корках сосны, при этом в ряде случаев выявлено превышение и по сравнению с кларком. В профиле I по Pb превышение над фоном составляет 1,7 раза, в профиле II по Cr – 1,4 раза, а в профиле IV по Ni – 4,1 раза. Результаты исследований корки сосны указывают на существенное загрязнение

атмосферного воздуха тяжелыми металлами, что может повлиять на функциональное состояние и здоровье населения.

Содержания тяжелых металлов в почве / в коре сосны (мг/кг)

Место взятия проб	Cr	Mn	Ni	Pb	Zn
Профиль I	0,23 / 0,9	44,3 / 75	0,16 / 0,8	2,7 / 2,1	2,0 / 14
Профиль II	0,5 / 2,5	47 / 39	0,24 / 1,0	1,2 / 1,4	6,9 / 20
Профиль III	0,3 / -	53 / -	0,16 / -	1,2 / -	3,8 / -
Профиль IV	0,2 / 1,1	98 / 22	0,27 / 8,2	1,3 / 0,65	3,8 / 22
Профиль V	0,25 / 0,5	40 / 18	0,58 / 0,5	0,7 / 0,35	1,5 / 9
Профиль VI	0,3	94	0,36	0,87	1,6

Возможное влияние химического загрязнения на городское население оценивали по элементному статусу детей. Определение элементного статуса населения позволяет выявлять дисбаланс элементов, связанный с геохимическими особенностями территории [2].

Проведенная оценка элементного состава волос детского населения показала, что у большинства детей наблюдается избыток по сравнению с БДУ Ca, Mn, Mg, а также Ni и Pb с одновременным дефицитом Na, K, Cu и Fe. Кроме того, у некоторых детей (38% обследуемых) наблюдается избыток в пробах Cr. Дефицит химических элементов в наибольшей степени проявился для Cu (в 93% случаев) и для K (в 72% случаев).

Можно предположить, что избыток Ca и Mg в биопробах детей связан с достаточно высокими значениями концентрации этих элементов в питьевой воде (природные особенности среды обитания). Превышение в сравнении с БДУ концентрации Mn, Ni, Pb можно объяснить влиянием техногенных факторов, прежде всего, загрязнением атмосферного воздуха градообразующим предприятием, а также автотранспортом. Дефицит у детей Na, Fe и K можно связать с низким содержанием этих элементов в питьевой воде. Избыток и недостаток некоторых химических элементов можно также объяснить присутствием антагонистических связей между ними [3]. В частности, возможно, что высокое содержание Pb и Ca в организме детей ингибирует накопление Cu, в результате чего в организме большинства детей наблюдается дефицит этого элемента.

Подводя итог можно сделать вывод, что дисбаланс химических элементов у детей г. Боровичи формируют как природные, так и техногенные факторы. Особенности элементного статуса населения можно использовать в качестве показателя геохимической обстановки территории как естественного, так и антропогенного происхождения.

## Литература

1. Мовчан В.Н., Зубкова П.С., Питулько В.М. Формирование критериальной базы экологической оценки состояния урбанизированных территорий // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. - 2017. - Т.62. Вып.3. - С. 266-279.

2. Бонитенко Е.Ю., Киселева М.Ф. Элементный статус населения России. Часть 1. Общие вопросы и современная оценка элементного статуса индивидуума и популяция / Е.Ю. Бонитенко, М.Ф. Киселева. – СПб.: Медкнига «Элби-СПб», 2010. – 416 с.

3. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭ // Микроэлементы в медицине. – 2003. - Т. 4, вып. 1. – С. 55-56.

**V.N. Movchan, A.D. Sakovich**

St. Petersburg State University, Russia

### **ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION IN SMALL INDUSTRIAL CITIES**

In this article results of assessment of impact of the city-forming enterprise on the environment small city are stated. The analysis of the elemental composition of the children's hair of the Borovich town (Novgorod region) and the various environmental components (soil, water, woody vegetation) was carried out. It was found that the work of the enterprise does not cause soil contamination, but affects the vegetation. On the basis of the obtained data, it is concluded that the revealed imbalance of macro - and microelements in the body of children is influenced by both natural and man-made factors. The results of the hair's elemental composition research can be used as an indicator of geochemical environment's features of the studied territory.

Keywords: soil, vegetation, heavy metals, elemental status

**З.А. Мустафаева, У.Т. Мирзаев, М.Ш. Атамуратова**

Институт зоологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

### **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ТАШКЕНТСКОГО ОАЗИСА**

Материалом для данной статьи послужили комплексные исследования антропогенного воздействия на состояние биоразнообразия водных биоценозов, таксономической структуры и видового состава сообществ перифитона и зообентоса, качества воды и экологического состояния рек Чирчик и Ахангаран.

Ключевые слова: реки Чирчик, Ахангаран, перифитон, зообентос, качество воды, экологическое состояние

Основными водотоками Ташкентского оазиса являются реки Чирчик, Ахангаран – правобережные притоки р. Сырдарьи. В бассейнах этих рек,

имеющие горный тип питания, выделяются две основные гидрологические зоны: зона формирования стока (ЗФС), приуроченная к горному типу ландшафта и включающая многочисленные притоки; зона интенсивного потребления стока (ЗИПС), приуроченная в основном к равнинной территории и в наибольшей степени подверженная антропогенному влиянию [1].

Река Чирчик – самый крупный правобережный приток Сырдарьи, которая образуется при слиянии рек Чаткал и Пскем. Длина реки Чирчик – 155 км, русло извилистое, площадь бассейна – 14,9 тыс.км<sup>2</sup>. Средняя высота водосбора реки 2548 км, средний расход воды в истоке – 221 м<sup>3</sup>/сек. Основными притоками являются Угам и Аксаката, типичные горные потоки с быстрым течением и каменисто-галечниково-песчаным дном.

В верховьях реки расположено водохранилище Чарвакской ГЭС; ниже Газалкентского гидроузла из р.Чирчика вправо по верхнему деривационному каналу вода (до 310 м<sup>3</sup>/с) подается на Чирчик-Бозсуйский каскад ГЭС, далее река интенсивно разбирается на орошение и питает другие каналы.

Река Ахангаран берет свое начало на высоте 3500 м над уровнем моря на северо-западном склоне Чаткальского хребта от слияния рек Акташсай и Урталыксай. В верховьях реки расположено Ангренское плато, высота которого 2100-3400 м над уровнем моря. Режим питания – снего-дождевое, а также в бассейне реки много различных родников, питающих ее пресной водой. Длина реки – 236 км, площадь бассейна 5220 км<sup>2</sup>. На реке находятся Ахангаранское и Туябугузское водохранилища (Ташкентское море).

В зоне формирования стока, где отсутствует заметное антропогенное воздействие, изменение гидрологических и биологических характеристик речных объектов имеют естественную природу, зависящую в основном от динамики климатических факторов (высота водозабора, тип питания и т.д.). Качество речных вод в этой зоне (фоновой), рассчитанное по интегральным биологическим индексам (БПИ – 7-10, ИС – 1.03 -1.52), в целом сохраняется высоким: в пределах I-II и II классов (очень чистые - чистые воды) с минерализацией от 89-309-420 мг/дм<sup>3</sup>, экологическое состояние – АБ (Ф). Специфические загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, фенолы, нефтепродукты (природные углеводы), пестициды и другие в основном не превышают или незначительно превышают ПДК [2].

В верхних фоновых участках реки являются типичными горными потоками, которые характеризуются быстрым течением, пониженной температурой воды, каменисто-галечниковыми грунтами.

Водные биоценозы представлены в основном холодноводными ритробионтными видами [3]. В составе биоценозов перифитона и зообентоса преобладают криофильные северо-альпийские и горные виды – индикаторы х-, х-о-, о-, о-в-сапробных условий. В летне-осенний период

особенно в мелководных ручьях, в связи с естественным прогревом и повышением трофности, более заметно развиваются эврибионтные о-б-, б-мезосапробные виды организмов.

В перифитоне заметно развиваются такие диатомовые водоросли, как *Achnanthes lanceolata* и ее вариация, *A. linearis*, *Ceratoneis arcus* и ее вариации, *Cymbella helvetica*, *C. Hustedtii*, *C. delicatula v. sibirica*, *C. Stuxbergii*, *C. turgida*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale var. mesodon*, *Didymosphenia geminata* и с невысоким обилием *Meridion circulare* и *Melosira arenaria*. На протяжении всего года отмечено развитие диатомовых водорослей родов *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, зеленых нитчатых водорослей *Ulothrix zonata* и *Ul. menuissima*, *Spirogyra sp.*, *Sp. porticalis*, *Cladophora glomerata*. В весенне-летний период наблюдается массовое развитие золотистой водоросли *Hydrurus foetidus*. Организмы из группы консументов отмечены единично.

В составе зообентоса из х-, х-о-, о-сапробных организмов присутствуют веснянки родов *Capnia*, *Xantoperla*, *Mesonemoura*, личинки поденок *Iron montanus*, *Cinygmula joosti*, *Rhitrogena tianschanella*, двукрылые из родов *Denterophlebia*, *Blepharocera*, *Tianschanella*, а также *Dicranota bimaculata*, ручейники родов *Agapetus*, *Mystrophora*, *Dinarthrum*, турбеллария *Polyclis asiatica*, клещи рода *Protzia*. В течение года были отмечены как горные и предгорные о-, о-б-, б-мезосапробные виды поденок *Baetis rhodani*, *Baetis stipposus*, ручейники *Agapetus comatus*, *Brachycentrus sp.*, двукрылые рода *Dicranomyia*, олигохеты *Nais behningi*, хирономиды *Diamesa mohelnicensis*, *Orthocladus frigidus*, *Tvetenia cf. paucunca*, *Cricotopus tremulus*, так и равнинные б-а-, а-мезосапробные виды поденок родов *Baetis* (*B. transiliensis*), *Caenis*, ручейники *Hydroptila sp.*, *Hydropsyche gracilis*, клещи *Sperchon plumifer*, хирономиды *Orthocladus rhyacobius*, *Cricotopus trifascia*, *Cricotopus bicinctus*, *Rheocricotopus fuscipes*, *Eukiefferiella quadridentata*.

В зоне потребления стока от среднего к нижнему течению, т.е. устью рек Чирчик и Ахангаран наблюдается тенденция в изменении комплекса абиотических факторов и визуальных показателей, а именно, скорость течения замедляется, вода приобретает серо-зеленый оттенок, увеличивается ее мутность за счет глинисто-песчаных фракций грунтов, прогрев водной массы, зарастаемость русла рек макрофитами и нитчатыми зелеными водорослями, загрязненность и заиленность донных отложений.

Протекая по густонаселенным пунктам и городам Чирчик, Ташкент, Янгиюль, Ангрэн, Ахангаран, водная биота подвергается сильнейшим антропогенным нагрузкам (промышленные и хозяйственные стоки, разбор воды на сельскохозяйственные нужды и т.д.), что в итоге отражается на смене видового состава гидробионтов и качестве воды. Водные биоценозы представлены в основном б-, б-а- и а-мезосапробными видами организмов.

В обрастаниях возрастает удельное соотношение нитчатых зеленых и сине-зеленых водорослей из родов *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Vaucheria*, *Dactylococcopsis*, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Tetrapedia*, *Gloeocapsa*, *Gomphosphaeria*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Phormidium*, *Spirulina*, заметно развиваются зеленые протококковые, десмидиевые, вольвоксовые и нитчатые водоросли, а также организмы из группы консументов (простейшие, коловратки, круглые и малощетинковые черви и др.). Качество воды среднего течения рек оценивается в основном III классом (зона умеренного загрязнения), значения БПИ - 5-7 баллов, ИС – 1,55-2,18; экологическое состояние – АБ.

По мере продвижения к устьевым участкам происходит изменение генофонда водных биоценозов. Состав водных сообществ указывает на некоторое повышение общей минерализации воды и уровня трофности, что особенно заметно в летне-осенний период когда в массе в обрастаниях развиваются b-, b-a-, a-мезосапробные и солоноватоводные виды диатомей из родов *Amphora*, *Anomoeoneis*, *Bacillaria*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Coscinodiscus*, *Diploneis*, *Melosira*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Gyrosigma*, *Pleurosigma*, *Cymatopleura*, *Hantzschia*, *Rhoicosphenia*, *Surirella*, зеленых нитчаток – *Cladophora*, *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Vaucheria*, *Hydrodictyon*, *Rhizoclonium*, *Enteromorpha* и др., а также организмы из группы консументов (*Amoeba*, *Bodo*, *Stylonichia*, *Rotaria*, *Chilodonella*, *Glaucoma*, *Vorticella*, *Epistylis*, *Nematoda*).

Сообщества зообентоса этого участка также претерпевают изменения по сравнению с верхними участками рек: в составе бентофауны повышается удельное соотношение a-, a-p-, p-сапробных видов поденок *Caenis macrura*, *Baetis buceratus*, ручейников *Hydropsyche gracilis*, моллюсков *Lymnaea sp.*, *Physa acuta*, пиявок *Herpobdella octoculata*, олигохет сем. Tubificidae, хирономид *Cricotopus bicinctus*. Присутствие на этом участке солоноватоводных видов поденок *Cloeon simile*, моллюсков *Corbicula fluminalis*, креветок *Macrobrachium nipponense asper*, личинок хирономид *Cricotopus silvestris* также указывает на повышенный уровень минерализации.

Качество воды по биологическим показателям (БПИ – 4-6 баллов, ИС – 1,96-2,29) оценивается в основном III и переходным III-IV классами, а в маловодные годы – IV (загрязненные воды), экологическое состояние переходное - АБ-Аб.

Таким образом, гидрографическую сеть бассейнов рек Чирчик, Ахангаран можно рассматривать как мозаику взаимосвязанных экосистем, в которых их отдельные участки характеризуются разной степенью антропогенной нагрузки, качеством воды и разной степенью изменения исходной структуры водных биоценозов.

## Литература

1. Мустафаева З.А., Тальских В.Н. “Состояние биоценозов перифитона, зообентоса и оценка качества воды в водотоках Таш.оазиса” - Материалы республик. научно-практического совещания. Ташкент, 2001. -с.79-81.

2. Тальских В.Н., Беглов Е.О. Влияние климатических факторов на водные экосистемы и меры адаптации. Узгидромет, Бюллетень, Вып. №7, Ташкент, 2008. –с.53-61.

3. Тальских В.Н., Мустафаева З.А., Герасимова О.Д., Абдурахимова А.Н. «Таксономическое разнообразие биоценозов перифитона и зообентоса в водотоках Чаткальского заповедника» - Труды Чаткальского заповедника, Выпуск VI, Ташкент, 2007. -с.111-131.

**Z.A. Mustafaeva, U.T. Mirzaev, M.Sh. Atamuratova**

Institute of Zoology of AS RUz, Tashkent, Uzbekistan

### **NFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER ECOSYSTEMS OF THE TASHKENT OASIS**

Annotation. The materials for this article were the results complex of research of the anthropogenic impact on the state of biodiversity of aquatic biocenoses, taxonomic of structure and species composition of the periphyton and zoobenthos communities, water quality and ecological status of the Chirchik and Akhangaran rivers.

Keywords: Chirchik, Akhangaran rivers, periphyton, zoobenthos, water quality, ecological state

**М.Г. Опекунова<sup>1</sup>, А.Ю. Опекунов<sup>1</sup>, С.Ю. Кукушкин<sup>1</sup>, Э.Э. Папян<sup>2</sup>,  
М.М. Ошейко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, <sup>2</sup> Сибайский институт Башкирского государственного университета, г. Сибай, Россия

### **ПРИМЕНЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГОРОДЕ СИБАЙ (БАШКОРТОСТАН)**

Статья посвящена оценке загрязнения тяжелыми металлами (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd, Pb) окружающей среды города Сибай – крупнейшего центра горнорудного производства Башкирского Зауралья. Основное внимание уделено системе почва-растение с использованием тополя *Populus nigra* L. На основе сравнительного анализа химического состава почв и тополя *Populus nigra* L. на фоновых участках и на территории г. Сибай (Башкортостан) установлены биогеохимические индикаторы трансформации потока тяжелых металлов под влиянием объектов горнорудного производства и предприятий инфраструктуры города.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, система почва-растение, биоиндикация, корка тополя

Город Сибай – крупнейший промышленный центр Башкирского Зауралья, расположен в пределах естественной геохимической аномалии с высоким содержанием Cu, Zn и Cd во всех компонентах ландшафтов. В городе сосредоточены основные объекты горнорудного комплекса – Сибайский и Камаганский карьеры, обогатительная фабрика, отвалы, хвостохранилище, а также предприятия городской инфраструктуры, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду и приводящих к антропогенному загрязнению компонентов ландшафтов [2,7].

Возгорание руды в Сибайском карьере осенью 2018 г. резко обострило экологическую обстановку в городе. В результате горения наблюдаются выбросы диоксида серы, оксида углерода и тяжелых металлов (ТМ) в атмосферный воздух. Это приводит к интенсивному загрязнению компонентов ландшафтов, оценить которое можно с помощью сравнения химического состава до и после пожара. В связи с этим особое значение приобретает анализ состояния окружающей среды в городе Сибай и Баймакском районе Башкортостана, проведенный по результатам исследований в предыдущие годы, в том числе, летом 2018 г., накануне возгорания руды (табл.).

Статистические показатели физико-химических параметров почв и корки тополя

*Populus nigra* L.

Показатель	Fe	Zn	Ni	Cr	Pb	Cd	Cu	Mn	Co	pH	Гумус %	Физический песок, %
Почвы, фоновый профиль*												
Среднее	$\frac{36805}{21}$	$\frac{174}{3,0}$	$\frac{27}{1,3}$	$\frac{54}{<0,5}$	$\frac{15}{2,8}$	$\frac{н/д}{0,2}$	$\frac{83}{2,0}$	$\frac{1096}{77}$	$\frac{20}{0,3}$	6,05	8,1	48,7
Коэффициент вариации(K,%)	$\frac{11}{58}$	$\frac{37}{75}$	$\frac{26}{21}$	$\frac{21}{н/д}$	$\frac{10}{29}$	$\frac{н/д}{13}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{20}{26}$	$\frac{14}{89}$	3	21	13
Почвы, город*												
Среднее	$\frac{4979}{19,9}$	$\frac{584}{105}$	$\frac{62}{0,7}$	$\frac{87}{1,1}$	$\frac{71}{7,4}$	$\frac{1,3}{0,4}$	$\frac{263}{7,3}$	$\frac{1069}{176}$	$\frac{21}{0,9}$	7,89	9,4	55,9
Коэффициент вариации (%)	$\frac{11}{62}$	$\frac{58}{104}$	$\frac{37}{102}$	$\frac{15}{54}$	$\frac{51}{60}$	$\frac{53}{78}$	$\frac{48}{82}$	$\frac{22}{66}$	$\frac{11}{60}$	3	46	18
ОДК	-	$\frac{220}{23}$	$\frac{80}{4,0}$	$\frac{=}{6,0}$	$\frac{130}{6,0}$	2,0	$\frac{132}{3,0}$	$\frac{=}{140}$	$\frac{=}{5,0}$	-	-	-
Корка тополя, <i>Populus nigra</i> , фоновый участок, мг/кг сухого вещества											Зольность, %	
	276	87	1,3	1,1	2,37	0,22	14	25	1,2	7,21	9,16	
Корка тополя, <i>Populus nigra</i> , город, мг/кг сухого вещества,												
Среднее	413	165	1,4	0,9	2,93	0,33	30	24	0,7	6,91	10,47	
K, %	56	37	58	69	44	52	105	36	60	11	23	

\* - в числителе дано валовое содержание; в знаменателе – подвижные формы ТМ (мг/кг)

Индикаторами загрязнения окружающей среды ТМ являются древесные породы. Под влиянием объектов горнорудного производства и предприятий городской инфраструктуры происходит трансформация потока ТМ, сопровождающаяся изменением физико-химических параметров в системе почва-растение. Основными биогеохимическими индикаторами трансформации потока ТМ в окружающей среде служат величина рН почвенных растворов и биоматериалов, валовое содержание и концентрация подвижных форм Cu, Zn, Cd и Fe в почвах и растительной биомассе, изменение структуры корреляционных связей ТМ, снижение интенсивности биологического поглощения. В связи с этим в мониторинговых исследованиях успешно используются различные виды тополя *Populus sp.* [3, 4 и др.]. Многолетние исследования на территории Башкирского Зауралья свидетельствуют о том, что надежным показателем загрязнения городской среды служит корка тополя *Populus nigra* L. [6].

Проведенные исследования показали (табл.), что на площадках в городе значения рН почв выше фоновых в среднем на 20%. Это хорошо согласуется с представлением о подщелачивающем эффекте городских строений [1, 5]. В условиях нейтральной реакции почвенных растворов большинство ТМ находится в малоподвижном состоянии. Однако увеличение показателя рН до 8,0 и более сопровождается усилением подвижности ТМ в связи с образованием комплексных соединений.

Величина рН корки тополя на фоновой территории выше, чем почвы. На пробных площадках в городе, наоборот, значения рН корки ниже показателя в почве. При сравнении рН и зольности корки тополя выявлена прямая корреляционная зависимость. Связь между значениями рН в корке тополя и почвах с содержанием подвижных форм ТМ не отмечена.

Почвы фоновой территории в пределах рудоносной зоны отличаются повышенным валовым содержанием рудных элементов - Fe, Cu, Zn, Cd (табл.). Концентрация Cu, Fe, Cr, Pb, Co в почвах города Сибай превышает их содержание на фоновой территории. Среднее валовое содержание Zn, Cd и Cu в городских почвах выше значений ОДК.

Биогеохимическим индикатором трансформации потока вещества в системе почва-растение служит содержание подвижных форм ТМ. Как показали проведенные исследования [6], концентрация их очень изменчива как в пространстве, так и во времени. В целом на фоновой территории содержание подвижных форм невелико и составляет 0,5-8% от их валового значения. Почвы г. Сибай характеризуются высоким содержанием подвижных форм Zn, Cu, Co, Mn, Pb, Cr, Cd. Фоновое значение Zn превышено в среднем в 880 раз, Co – в 10, Cu – в 4, Pb и Mn – в 3, Cd и Cr – в 2 раза. Концентрация подвижных форм Zn, Cu, Pb, Mn превышает ПДК.

Корка тополя отличается накоплением большинства изученных ТМ, за исключением Co и Cr (табл.). Так, например, фоновое содержание Cu и Cd в корке тополя превышено в среднем в 2 раза. Наличие загрязнения

связано, в первую очередь, с воздействием объектов горнорудного комплекса, а также обусловлено влиянием ТЭЦ и автотранспорта.

Соотношение подвижных форм ТМ в почве и корке тополя на пробных площадках различается. Содержание Fe, Zn, Ni, Cu в корке тополя выше, чем в почве: в среднем для Fe в 42 раза, Zn и Ni в 2 раза, для Cu в 4 раза. Это указывает на преимущественное поступление металлов в растения из воздушной среды при аэротехногенном загрязнении. В то же время содержание подвижных форм Pb и Mn в почве в 3 и 7 раз больше, чем в корке тополя, что связано с поступлением их из загрязненных почв и индицирует воздействие автотранспорта во времена применения бензина с антидетонационными присадками, содержащими тетраэтилсвинец.

Корреляционный анализ содержания ТМ в корке тополя показал наличие взаимосвязей между Fe-Zn-Mn, Cu-Zn-Mn, также Fe-Ni, Mn-Cd. Концентрация Co в корке тополя ни с одним из металлов значимых связей не образуют. Для подвижных форм ТМ в почве определены две группировки с тесными связями Cd-Pb и Co-Ni. Связь между подвижными формами ТМ в почве и корке тополя отмечена для Fe, Zn и Mn.

Наиболее загрязненным в городе оказался район Строителей, расположенный рядом с карьером. В районе Южный вдоль шоссе отмечены самые высокие концентрации Pb, Cd в корке тополя и Mn в почве, что может быть связано с загрязнением от автотранспорта. В восточной части города выделяется площадка рядом с ТЭЦ, где обнаружено высокое содержание Cd в корке тополя и Cu в почве. Максимальное содержание Cd в корке тополя установлено на площадке в парковой зоне, что может быть вызвано воздействием расположенного вблизи Камаганского карьера. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения, почвы только на одной пробной площадке относятся к умеренно опасной категории загрязнения, на остальных площадках категория загрязнения оценена как чрезвычайно опасная.

#### Литература

1. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. М.: АПР, 2016. 276 с.
2. Ковальский В.В., Кривицкий В.А., Алексеева С.А., Летунова С.В., Опекунова М.Г., Скарлыгина-Уфимцева М.Д., Берман Ш., Илзиль А., Петерсон Н., Жогова Е.П., Рублик Р.Я. Южно-Уральский субрегион биосферы // Труды биогеохимической лаборатории. 1981. Т. 19. С. 3-64.
3. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005. 190 с.
4. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: изд-во С.-Петербург. ун-та, 2016. 300 с.
5. Опекунова М. Г., Захарян Л.С., Вокуева О. В., Константинова А.Ф. Экологический мониторинг загрязнения территории Васильевского острова г. Санкт-

Петербурга с использованием тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.). Известия РГО, 2011, Т.143, вып. 2. С. 31-44.

6. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Сомов В.В., Папян Э.Э. Использование биоиндикационных свойств растительности при оценке трансформации ландшафтов в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения (Южный Урал) / Сибирский экологический журнал, № 3, 2017, с. 350 – 366. DOI 10.15372/SEJ20170312

7. Суяндукоев Я.Т., Семенова И.Н., Зулкарнаев А.Б., Хабилов И.К. Антропогенная трансформация почв города Сибай в зоне влияния предприятий горнорудной промышленности. Академия наук Республики Башкортостан, Институт региональных исследований Республики Башкортостан. Уфа, 2014. 124 с.

**M.G. Opekunova<sup>1</sup>, A.Yu. Opekunov<sup>1</sup>, S.Yu. Kukushkin<sup>1</sup>, E.E. Papyan<sup>2</sup>, M.M. Oshejko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, <sup>2</sup>Sibay Institute of Bashkir State University, Sibay city, Russia

### **BIOGEOCHEMICAL INDICATORS OF TRANSFORMATION OF HEAVY METAL FLOW IN THE SOIL-PLANT SYSTEM IN THE SIBAY CITY (BASHKORTOSTAN)**

The article is devoted to the assessment of environmental pollution by heavy metals (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd, Pb) in the city of Sibay, the largest center of mining production in the Bashkir Zauralye. The main focus is the soil-plant system using *Populus nigra* L. On the basis of the comparative analysis of the chemical composition of soils and poplar *Populus nigra* L. at background sites and in the territory of Sibay (Bashkortostan), biogeochemical indicators of the transformation of the heavy metals cycle under the influence of mining facilities and city infrastructure enterprises were established.

Keywords: pollution, heavy metals, soil-plant system, bioindication, poplar bark

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 18-05-00217 «Биогеохимические индикаторы техногенной трансформации потоков тяжелых в ландшафтах»

**М. Ю. Опекунова, Ж. В. Атутова**

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

### **АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕК ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ**

Акцентируется внимание на выявлении неблагоприятных процессов рельефообразования через установление механизмов трансформаций пойменно-русловых комплексов при различных видах хозяйственного воздействия. Выявлены особенности современных условий функционирования долинных геосистем, подверженных длительному промышленному освоению.

Ключевые слова: пойменно-русловые комплексы, морфодинамические типы русла, типы пойм, антропогенное воздействие, экзогенные процессы, русловые деформации

**Введение.** Исследования нацелены на выявление неблагоприятных процессов рельефообразования через установление механизмов трансформаций пойменно-русловых комплексов при различных видах хозяйственного воздействия. Проведен ландшафтно-геоморфологический анализ современного состояния речных комплексов на примере ключевого участка, включающего платформенную часть верхнего течения р. Ангары в пределах нижнего течения крупных притоков – Ушаковки и Иркута с впадающими в него реками Олха и Кая. Исследуемая территория является наиболее освоенным районом юга Восточной Сибири, где сосредоточены крупные промышленные центры региона – города Иркутск и Шелехов.

**Материалы и методы исследования.** Практическая часть работы опиралась на результаты русловедческих, ландшафтных и исторических исследований. В области изучения морфологии и морфодинамики русла были использованы материалы Н. И. Маккавеева [1], Р. С. Чалова [2]; антропогенное влияние на экологию и формирование пойменно-русловых комплексов базировалось на разработках Н. Н. Назарова и его коллег [3], О. В. Хромых и В. В. Хромых [4], А. В. Аношкина [5]. В период 2015-2018 гг. на ряде притоков верхнего течения р. Ангары были проведены ландшафтно-геоморфологические исследования современного состояния пойменно-русловых комплексов, в ходе которых проводилось профилирование с выделением форм пойменного микрорельефа и анализом развития в их пределах экзогенных процессов рельефообразования.

**Результаты и их обсуждение.** Основными преобразователями пойменно-русловых комплексов ключевого участка выступают урбано-промышленные (функционирование населенных пунктов и промышленных объектов, а также эксплуатация коммунально-бытовой инфраструктуры) и коммуникационно-транспортные (строительство и эксплуатация автомобильных дорог, железнодорожных магистралей, линий электропередач) мероприятия.

Урбанизация пойменно-русловых комплексов. Наиболее трансформированными являются приустьевые части рр. Олхи, Каи, Ушаковки, Иркута и Ангары, подверженные городской, пригородной, поселковой, а также дачной застройке. Существенным фактором деформации пойменно-русловых комплексов стало строительство карьеров для добычи гравийно-галечниковой смеси (ГГС) (рис., врезка а), отстойников Иркутского алюминиевого завода и т.д. Площадь карьеров в междуречье рр. Иркут и Олха от линии с. Баклаши – северная граница г. Шелехов составляет 2,77 км<sup>2</sup> или 14,3% от всей площади; территория, застроенная промышленными и селитебными объектами, занимает 33,4%. Более значительным деформациям подвергся пойменно-русловой комплекс притока р. Каи – падь Межевое Болото, где плотиной перекрыто русло и долина, сооружен золотстойник Иркутской ТЭЦ площадью 1 км<sup>2</sup>

(рис., врезка б). В береговой, лишенной растительности, зоне золоотстойника интенсивно развиваются процессы дефляции, плоскостного смыва и линейного размыва.



Современное состояние пойменно-русловых комплексов в зонах воздействия урбано-промышленных и коммуникационно-транспортных мероприятий:

- а – несанкционированная добыча ГГС в пойме р. Иркут, с. Максимовщина (2007 г.);
- б – золоотстойник Иркутской ТЭЦ в долине левого притока р. Каи (2015 г.);
- в – захламлённое русло р. Каи в пределах частного сектора г. Иркутска (2015 г.);
- г – разрушение береговых уступов р. Ушаковки в окрестностях дачных поселков пригорода Иркутска (2018 г.).

В целом, в пределах урбанизированных территорий основными неблагоприятными процессами рельефообразования являются ухудшение фильтрационных свойств почв, полное или частичное уничтожение пойм и русел малых рек, занесение их наносами. Данные процессы широко распространены в устьевой части р. Каи, где в результате отсыпки поймы под застройку происходят увеличение ее высоты и частичное перекрытие русла строительным мусором, техногенным грунтом; кроме этого отмечается частичное заболачивание поймы (рис., врезка в).

Наибольшее преобразование коммуникационно-транспортные объекты оказывают в период их возведения – при расчистке поверхности, снятии почвенного слоя, возведении насыпей и выемок, устройстве водоотводных и дренажных сооружений, уплотнении грунтов, при отделочных и укрепительных работах [6]. Дальнейшая эксплуатация возведенных объектов приводит к активизации линейной эрозии в дорожных откосах, усилению процессов плоскостного смыва. Возведение насыпей способствует частичному повышению отметок поверхностей поймы, прекращению затопления поймы и, как следствие к развитию локальных участков эрозии в русле, а также разрушению береговых уступов. Такие участки зафиксированы в черте г. Иркутска, в долине р. Ушаковки (рис., врезка г).

*Иные хозяйственные мероприятия, способствующие трансформации долинных геосистем.* На периферии городских агломераций локально выражено проявление сельскохозяйственных и рекреационных мероприятий. Наибольший антропогенный пресс со стороны сельскохозяйственных мероприятий пойменно-русловые комплексы испытывают в процесс расчистки территории под

земледельческие угодья, когда сводится растительность и уничтожается почвенный покров [6]. В процессе эксплуатации пахотных земель, которые в пределах рассматриваемой территории располагаются в пойменной части рек Иркута (окрестности сел Максимовщина и Смоленщина), Ушаковки (окрестности сел Дзержинск и Пивовариха), Олхи (в пределах одноименной деревни), а также на пологих склонах долины р. Каи (в окрестностях пос. Марково), происходит увеличение плоскостного смыва со склонов долин и усиление процессов линейной эрозии. Выпас скота, осуществление которого приурочено к долинам рек в пределах сельских населенных пунктов, в основном, усиливает зоотрансферную группу процессов (роющая и выбивающая грунт деятельность животных).

Активизация рекреационных мероприятий связана с улучшением транспортной доступности. Вдоль железной дороги и автомобильной магистрали осваиваются пологие склоны в нижнем и среднем течении рек для образования баз отдыха, большая часть которых сосредоточена в долинах. Нижние течения рек вблизи городов, поселков и садовых участков в летнее время очень популярны у жителей как место самодеятельного (пикникового) досуга. Наибольшее рекреационное воздействие пойменно-русловые комплексы испытывают в местах массового отдыха при расчистке и использовании площадок-стоянок, при разведении костров и заезде по бездорожью, что приводит к вытаптыванию, уничтожению растительности и повреждению почвенного горизонта [6]. Вследствие этого при рекреационных нагрузках усиливаются процессы плоскостного смыва, линейной эрозии, дефляции.

**Заключение.** Полученные материалы иллюстрируют два варианта условий, в которых функционируют пойменно-русловые комплексы зоны антропогенного воздействия. Первый из них характерен для территорий интенсивного промышленного освоения, когда происходит полное или частичное уничтожение пойменно-русловых комплексов малых рек, как например, р. Кая и ее притоки, а также междуречье Иркута и Олхи. Такой сценарий трансформации пойменно-русловых комплексов сопровождается активизацией неблагоприятных экзогенных процессов. Второй вариант характерен для рек, долины которых подвергались долговременному и постепенному освоению. В этом случае стоит отметить, что урбанистические трансформации, в целом, имеют благоприятное воздействие на пойменно-русловые комплексы, повышая их устойчивость. Пример такого развития иллюстрирует трансформация пойменно-русловых комплексов р. Ушаковки, в долине которой главными механизмами минимизации развития неблагоприятных процессов рельефообразования явились укрепление берегов, спрямление русла, строительство водохранилищ на притоках.

*Исследование выполнено при поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области  
в рамках научного проекта №17-45-388070-р\_а.  
The work was carried out with support of the RFBR and the Government of the Irkutsk region  
according to the research project № 17-45-388070-p\_a.*

#### Литература

1. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М: Географический факультет МГУ, 2003. – 355 с.
2. Чалов Р. С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. – Москва: Издательство ЛКИ, 2008. – 608 с.
3. Назаров Н. Н., Фролова И. В., Черепанова Е. С. Антропогенные факторы и современное формирование пойменно-русловых комплексов // Географический вестник. Физическая география и геоморфология. – 2012. – №1 (20). – С. 31–41.
4. Хромых О. В., Хромых В. В. Ландшафтный анализ Нижнего Притомья на основе ГИС: естественная динамика долинных геосистем и их изменения в результате антропогенного воздействия. – Томск: НТЛ, 2011. – 160 с.
5. Аношкин А. В. Факторы геоэкологического состояния пойменно-русловых комплексов бассейна среднего течения реки Амур // Региональные проблемы. – 2018. – Т. 21. – № 1. – С. 16-21.
6. Горшков С. П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. – М.: Недра, 1982. – 288 с.

**M.Yu. Opekunova, Zh.V. Atutova**

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

#### **ANTHROPOGENIC FACTORS OF TRANSFORMATION OF FLOODPLAIN-CHANNEL COMPLEXES OF THE UPPER ANGARA REGION**

Abstract. The work focuses on the identification of adverse processes of relief formation through the establishment of transformation mechanisms of floodplain-channel complexes with various types of economic impact. The features of the modern functioning of valley geosystems that are subject to prolonged industrial development were considered.

Keywords: floodplain-channel complexes, morphodynamic types of the channel, types of floodplains, anthropogenic impact, exogenous processes of relief formation, channel deformations.

**О.А. Плотникова, Г.В. Мельников, Е.И. Тихомирова, А.Ж. Адылова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАТРИЦ ДЛЯ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ ПАУ**

В статье исследована эффективность сорбционного концентрирования различными матрицами (гидрофильными и гидрофобными) и люминесцентные характеристики одного из наиболее известных представителей ряда полициклических ароматических углеводородов пирена. Полученные результаты могут быть использованы для разработки высокочувствительного метода контроля содержания ПАУ в различных средах.

Ключевые слова: твердофазная люминесценция, полициклические ароматические углеводороды, пирен, сорбенты, сорбционное концентрирование

В связи с интенсивным развитием транспорта, усиленной химизацией производства и сельского хозяйства уровень антропогенного загрязнения окружающей среды повсеместно возрастает. Это определяет актуальность разработки высокочувствительных методов контроля содержания опасных химических веществ в объектах окружающей среды. К одним из наиболее опасных загрязнителей относятся полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [1]. ПАУ образуются, главным образом, в результате неполного сгорания органических веществ.

Нужно отметить, что определение ПАУ в водных средах довольно сложно, так как их концентрации в воде чрезвычайно низки из-за их низкой растворимости, но даже при низких концентрациях вещества данной группы могут оказывать канцерогенное и мутагенное действие на живые организмы [1-2]. Определенными преимуществами в качестве метода определения ПАУ обладает флуоресцентная спектроскопия [3-4], в частности, метод твердофазной флуоресценции. Данный метод позволяет обнаруживать ПАУ на уровнях следовых концентраций благодаря люминесцентным свойствам этих соединений, и обеспечивает недорогой и быстрый метод анализа [4]. Имобилизация люминофоров на твердых матрицах позволяет сочетать сорбционное концентрирование веществ с их последующим люминесцентным определением непосредственно в фазе сорбента, минуя этап десорбции вещества органическим растворителем, что повышает чувствительность анализа и воспроизводимость результатов. Таким образом, типичная процедура определения ПАУ в экологических средах данным методом основана на предварительном концентрировании аналитов на твердых носителях с последующим измерением их флуоресценции [5-6].

Целью данной работы являлось изучение влияния матриц на сорбционное концентрирование и люминесцентное твердофазное определение экотоксикантов ПАУ в различных растворах.

В качестве ПАУ для экспериментальной работы был выбран наименее токсичный представитель этой группы соединений – пирен. Сорбция пирена проводилась из различных растворов. Для этих целей в качестве растворителей применялись: дистиллированная вода, растворитель Р-12 ОСЧ для хроматографии (смесь толуола, бутилацетата и ксилола) и 0.05 М водно-мицеллярный раствор анионного поверхностно-активного вещества (ПАВ) додецилсульфата натрия (ДСН). Для сравнительного исследования сорбционных свойств были выбраны следующие типы матриц: гидрофильный целлюлозный сорбент (фильтровальная бумага марки «красная лента») и гидрофобные фильтрующие материалы на основе полипропилена, вискозы и полиэстера. Сорбцию пирена на различные матрицы проводили в динамическом режиме в сорбционной колонке. После высушивания матрицы регистрировали спектры твердофазной люминесценции (ТФЛ) пирена. Флуоресценция регистрировалась на люминесцентном спектрометре LS 55 Perkin-Elmer (США) и спектрофлуориметре «Флуорат-02-Панорама» (Россия). Фотометрический анализ растворов проводился на двухлучевом сканирующем УФ-ВИД спектрофотометре ПромЭкоЛаб ПЭ-6100УФ (Россия).

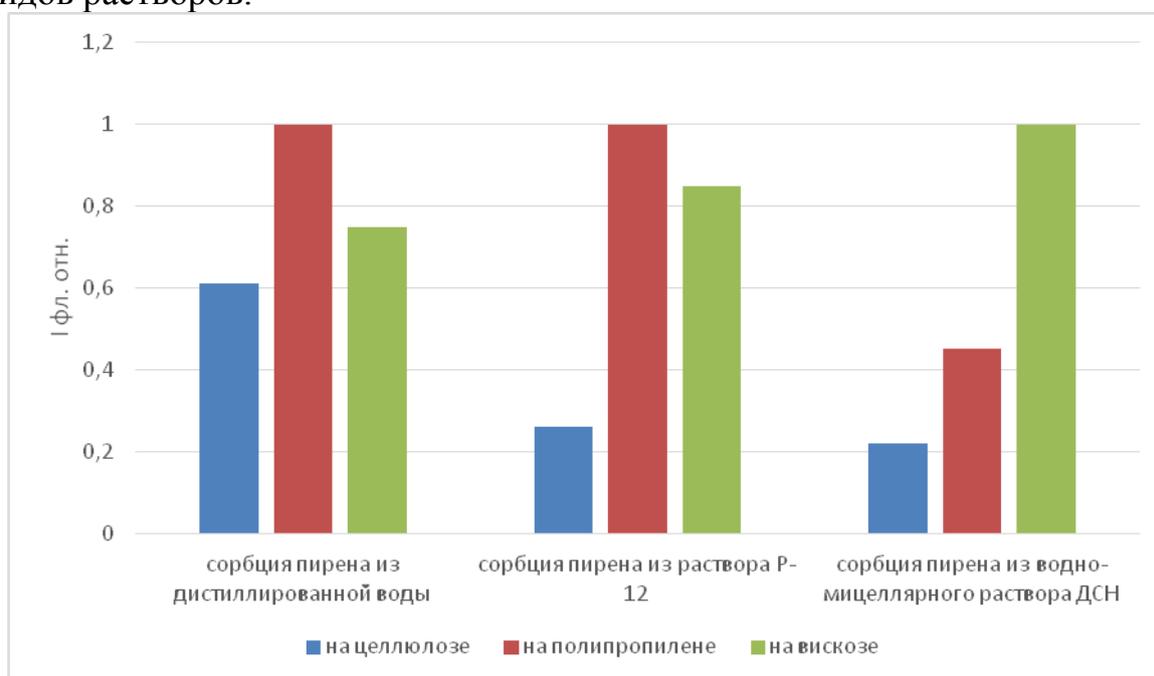
Эффективности сорбции пирена из различных растворов определялась спектрофотометрическим методом. Максимальная степень извлечения пирена из воды и растворителя Р-12 наблюдалась у гидрофобной полипропиленовой матрицы; из 0.05М ВМР ДСН – у вискозной матрицы, при этом у целлюлозной и вискозной матриц эффективность сорбции увеличилась при использовании ВМР, тогда как у полипропиленовой и полиэстерной синтетических матриц максимальная эффективность наблюдалась при сорбции пирена из растворителя Р-12. Экспериментально определено, что повысить эффективности сорбции пирена на исследуемые матрицы можно увеличив время сорбции и количество фильтрации одного и того же раствора через матрицы.

Следующим этапом работы было изучение ТФЛ пирена при сорбции из различных растворов. Выявлено увеличение интенсивности сигнала флуоресценции пирена при его сорбции на твердые матрицы.

Однако первоначально необходимо было учесть вклад фоновых сигналов матриц в общую флуоресценцию, наблюдаемую при сорбции пирена из различных растворов на различные матрицы. Экспериментально обнаружено, что вклад фонового сигнала в флуоресценцию пирена на гидрофильной целлюлозной матрице и гидрофобной полипропиленовой матрице возрастает в ряду растворов: вода, растворитель Р-12, 0,05 М ВМР ДСН. Тогда как на гидрофобной вискозной матрице наблюдается

совершенно противоположная зависимость, что, вероятно, объясняется различными свойствами изученных матриц. Однако, нужно заметить, что фоновый сигнал данных матрицы не является помехой для получения сигнала флуоресценции пирена, но его необходимо учитывать при разработке методов ТФЛ для аналитического определения ПАУ. Экспериментально также было выявлено, что на матрице из полиэстера при сорбции из всех изученных растворов флуоресценция пирена имеет минимальное значение, сравнимое с фоновым сигналом матрицы. В связи с этим данная матрица не применялась в дальнейших исследованиях ТФЛ пирена.

Далее были получены спектры ТФЛ пирена при сорбции из различных растворов на изученные матрицы с учетом фоновых сигналов матриц. Наибольший сигнал ТФЛ пирена при этом получен на гидрофобных полипропиленовой и вискозной матрицах, что объясняется большей эффективностью сорбции гидрофобного пирена из воды на гидрофобные матрицы, нежели на гидрофильную целлюлозную матрицу фильтровальную бумагу. Сравнительные данные спектральных характеристик пирена на различных матрицах представлены на рисунке. На диаграмме за единицу принималось максимальное значение ТФЛ на матрицах, наблюдаемое при сорбции пирена из каждого из изученных видов растворов.



Сравнительные данные относительной интенсивности ТФЛ пирена при сорбции на матрицы из различных растворов

Полученные результаты могут быть использованы для разработки высокочувствительного метода контроля содержания ПАУ в различных средах, включающего предварительное сорбционное концентрирование и твердофазное люминесцентное определение экотоксикантов

непосредственно в фазе сорбента-матрицы. В результате проведенных исследований предложен ТФЛ способ определения ПАУ, который может быть рекомендован для экологического мониторинга ПАУ в водных средах.

*Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания № 5.3922.2017/64 Минобрнауки России.*

#### Литература

1. Abdel-Shafy, H.I.A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation / H. I. Abdel-Shafy, M. S. M. Mansour //Egyptian Journal of Petroleum. - 2016. - V. 25. - № 1 - P. 107 - 123.
2. Wise, S.A Analytical methods for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) – A historical perspective on the 16 U.S. EPA priority pollutant PAHs / S. A. Wise, L. C. Sander, M. M. Schantz// Polycyclic Aromatic Compounds. - 2015. - V. 35. - №. 2-4. - P. 187-247.
3. Luminescence methods for study and determination of pollutants in the environment / T. V. Morales [et al.]// Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. - 2010. - V. 29. - № 1. - P. 1-42.
4. Comparison of second-order multivariate methods for screening and determination of PAHs by total fluorescence spectroscopy / S. Elcoroaristizabal [et al.]// Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. - 2014. - V. 132. - P. 63-74.
5. Bortolato, S.A. A novel application of nylon membranes to the luminescent determination of benzo[a]pyrene at ultra trace levels in water samples / S. A. Bortolato, J. A. Arancibia, G. M. Escandar // Analytica Chimica Acta. - 2008. - V. 613. - №. 2. - P. 218-227.
6. The development of solid-surface fluorescence characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons for potential screening tests in environmental samples / J. F. Fernández-Sánchez [et al.] // Talanta. 2003. V. 60. No. 2-3. P. 287-293.

**O.A. Plotnikova, G.V. Mel'nikov, E.I. Tikhomirova, A.Z. Adylova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

#### **DIFFERENT MATRIXES APPLICATION FOR ECOTOXICANT PAHs SORPTION CONCENTRATION AND LUMINESCENT DETERMINATION**

The article investigates the efficiency of sorption concentration by various matrices (hydrophilic and hydrophobic) and the luminescent characteristics of one of the most well-known polycyclic aromatic hydrocarbon - pyrene. The results can be used to develop a highly sensitive method for PAHs monitoring in various environments.

Keywords: solid phase luminescence, polycyclic aromatic hydrocarbons, pyrene, sorbents, sorption concentration

**А.В. Рахуба**

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

## **ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦВЕТЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ГОРОДОВ КРУПНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ**

Аннотация: В работе представлен модельный расчет развития фитопланктона в Куйбышевском водохранилище в условиях двукратного снижения сброса фосфора в Волжском бассейне. При анализе данных натуральных наблюдений и вычислительных экспериментов выявлен механизм квазипериодических всплесков биомассы фитопланктона в результате сезонных изменений факторов среды.

Ключевые слова: математическая модель, качество вод, экологический мониторинг, измерительная система.

Необходимость решения проблемы массового «цветения» воды в водоемах стимулирует исследователей все больше использовать методы математического моделирования [1-4]. Модельные эксперименты дают возможность не только лучше понять функционирование экосистемы в целом, но и прогнозировать аномальное развитие фитопланктона. Даже в краткосрочной перспективе (несколько дней) прогноз биомассы сине-зеленых водорослей позволяет оптимизировать работу систем водоочистки и улучшить качество питьевой воды.

В данной работе разработана одномерная (по вертикали) численная модель весенне-летней динамики фитопланктона приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища. Биомасса фитопланктона в модели представлена концентрацией хлорофилла «а». Верификация модели и модельные расчеты осуществлялись на основе данных натуральных наблюдений (рис. 1), полученных в районе левобережной части (г. Тольятти) приплотинной акватории Куйбышевского водохранилища в вегетационный период 2012 г.

Результаты наблюдений за вертикальным распределением гидрохимических показателей в водной толще водохранилища показывают, что сезонный ход температуры воды (Т), содержание минерального фосфора и ветровые течения являются основными факторами, обуславливающими многопиковую динамику развития фитопланктона. В вегетационный сезон 2012 года в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища наблюдалось четыре пика «цветения». Из-за теплой погоды весной первый пик был образован диатомовыми водорослями и пришелся на последнюю декаду мая. Верхний слой воды прогрелся до 19,5 °С, придонный слой – до 10,7 °С. Второй всплеск развития фитопланктона пришелся на первую половину июня. Он был сформирован ростом преимущественно диатомовых и появляющихся сине-зеленых водорослей. К середине июля вода на поверхности прогрелась до 25,6 °С, на дне – до 20,0 °С, что спровоцировало продолжительный рост

сине-зеленых водорослей. Последний пик «цветения» фитопланктона пришелся на начало августа. На этот момент водная толща максимально прогрелась на поверхности до 25,2 °С и на дне – до 21,9 °С (рис. 1).

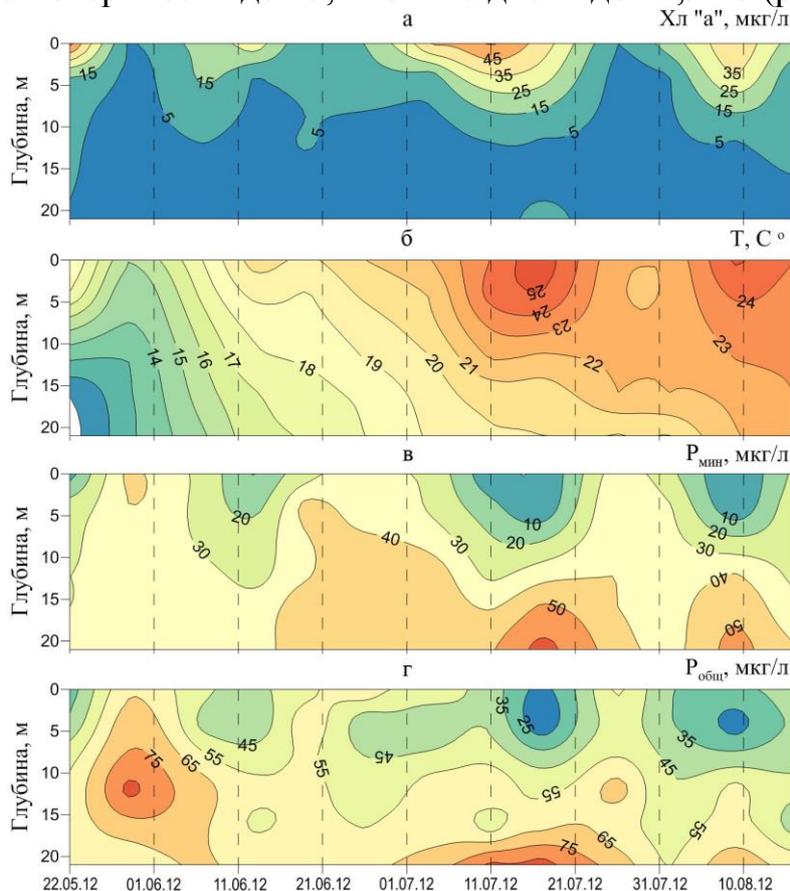


Рис. 1. Распределение Хл «а» (а), Т°С (б), PO<sub>4</sub> (в), P<sub>общ</sub> (г) на рейдовой вертикали в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища за время наблюдений 2012 г.

Моделирование сезонной динамики биомассы фитопланктона осуществлялись с использованием программного комплекса «ВОЛНА [2-4]. Уравнения модели для расчета имеют следующий вид:

$$\frac{\partial B}{\partial t} + (w \pm v) \frac{\partial B}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial B}{\partial z} + B\mu, \quad (1)$$

$$K_z \frac{\partial B}{\partial z} = -\overline{w'B'}, \quad (2)$$

$$\mu = \mu_{\max} \left[ \left( \frac{I_z}{I_{opt}} \exp\left(1 - \frac{I_z}{I_{opt}}\right) \right) \cdot \frac{P_z}{P_z + P_{II}} \cdot \exp(-a_p(T_z - T_{opt})^2) \right] - \varphi - k_s, \quad (3)$$

$$I_z = I_0 \exp(-\alpha \cdot z), \quad (4)$$

$$\varphi = \varphi_m \cdot \exp(a_c(T_z - T_{opt})), \quad (5)$$

$$k_s = \frac{Q}{V}, \quad (6)$$

где  $B$  – концентрация хлорофилла «а» (биомасса фитопланктона), мкг/л;  $t$  – координата по времени, сут;  $\mu$  – удельная скорость роста фитопланктона, сут<sup>-1</sup>;  $\mu_{\max}$  – максимальная удельная скорость роста фитопланктона, сут<sup>-1</sup>;  $w$  –

вертикальная составляющая скорости потока, м/с;  $v$  – скорость опускания (поднятия) клеток фитопланктона, м/с;  $K_z$  – коэффициент турбулентной вязкости воды, м<sup>2</sup>/с;  $w'B'$  – пульсационный турбулентный поток фитопланктона, г/(с·м<sup>2</sup>);  $I_0$  – средний за день световой поток на поверхности воды, Вт/м<sup>2</sup>;  $I_{opt}$  – оптимальная для фотосинтеза освещенность, Вт/м<sup>2</sup>;  $I_z$  – освещенность на глубине  $z$ , Вт/м<sup>2</sup>;  $\alpha$  – коэффициент ослабления освещенности с глубиной, м<sup>-1</sup>;  $P_z$  – концентрация фосфатов в воде, мг/л;  $P_{II}$  – константа полунасыщения для фосфатов, мг/л;  $T_z$  – температура воды на глубине  $z$ , °С;  $T_{opt}$  – оптимальная для роста водорослей температура, °С;  $a_c$ ,  $a_p$  – эмпирические коэффициенты;  $\varphi$  – убыль клеток фитопланктона, сут<sup>-1</sup>;  $\varphi_m$  – удельная скорость выедания и смертности фитопланктона, сут<sup>-1</sup>;  $k_g$  – коэффициент выноса фитопланктона за пределы водоема в результате водообмена, сут<sup>-1</sup>;  $Q$  – расход воды в замыкающем створе (на ГЭС), м<sup>3</sup>/сут;  $V$  – объем водохранилища, м<sup>3</sup>.

Модельное дифференциальное уравнение (1) решалось способом конечно-разностной аппроксимации по неявной численной схеме с временным шагом  $\Delta t=1$  сут и шагом по глубине  $\Delta z=1$  м. Ось  $z$  направлена вертикально вниз с началом координат на поверхности воды. Изменения условий среды в выражениях (3) и (5) задавались вертикальными распределениями температуры воды  $T_z$  (рис. 1б), минерального фосфора  $P_z$  (рис. 1в) и солнечной радиации  $I_z$ . Уменьшение солнечной радиации  $I_z$  с глубиной рассчитывалось по формуле (4) [1], где  $I_0$  задавалось исходя из ежедневных наблюдений. С учетом данных натурных наблюдений, полученных на Куйбышевском водохранилище, для модельных расчетов в качестве лимитирующего вещества использовалась концентрация в воде минерального фосфора. Вертикальная компонента скорости  $w$  задавалась в пределах 0,01-0,04 м/с в зависимости от ветровых условий.

По нашим оценкам и данным 2-ТП (водхоз) фосфорная нагрузка на Волгу не превышает 9863 тР/год, а доля фосфора от антропогенных источников в Волжском стоке составляет 55%. Моделирование отклика фитопланктона на снижение фосфорной нагрузки показывает, что при возможном благоприятном сценарии снижения сброса фосфора хотя бы на 50% (4932 тР/год), концентрация  $P_{мин}$  в Волге снизится на 27% с 0,07 до 0,05 мг/л. Реакция фитопланктона Куйбышевского водохранилища на изменение фосфорной нагрузки будет достаточно чувствительной и приведет к сглаживанию пиков «цветения» воды (рис. 2).

Таким образом, использование разработанной модели позволило оценить влияние факторов среды на сезонную динамику и рассчитать возможный отклик фитопланктона на снижение фосфорной нагрузки от импактных источников в Волжском бассейне. Вычислительные эксперименты показали, что при двукратном снижении антропогенных сбросов фосфора, можно ожидать трехкратное снижения биомассы сине-зеленых водорослей и, как следствие, улучшения экологического состояния водохранилищ Волги.

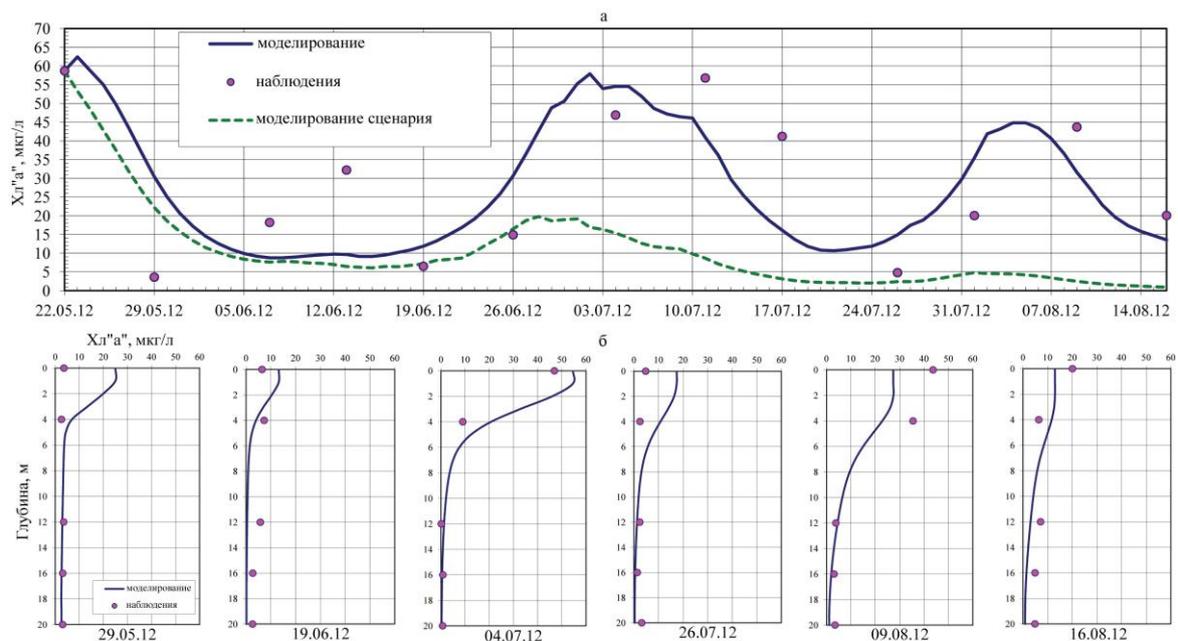


Рис. 2. Сезонная динамика в верхнем слое (а) и вертикальное распределение хлорофилла «а» (б) в приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища в 2012 году: точки – данные наблюдений, линия – рассчитанные значения, пунктирная линия – моделирование сценария развития фитопланктона в условиях 50% снижения сброса фосфора в Волжский бассейн.

#### Литература

1. Домбровский Ю.А., Ильичев В.Г., Селютин В.В., Сурков Ф.А. Теоретические и прикладные аспекты моделирования первичной продуктивности водоемов. Ростов: Изд. Ростовского Ун-та, 1990. 176 с.
2. Рахуба А.В. Опыт использования измерительно-вычислительной системы «Хитон-Волна» в гидроэкологических исследованиях прибрежной акватории г. Тольятти // В сборнике: Экологические проблемы промышленных городов. Сборник 8-й Международной научно-практической конференции. Саратов, 2017. С. 484-488
3. Рахуба А.В. Имитационное моделирование роста биомассы фитопланктона в Куйбышевском водохранилище// Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 1. С. 76-87
4. Рахуба А.В. Экспериментальные исследования пространственно-временной неоднородности качества вод долинного водохранилища // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1. С. 146-154

**A.V. Rakhuba**

Institute of Ecology of Volga River Basin of RAS, Togliatti, Russia

#### **EXPERIENCE OF MODELING THE FLOWING OF PHYTOPLANKTON IN THE COASTAL AQUATORIA OF CITIES OF MAJOR WATER RESERVES**

*Annotation:* The paper presents a model calculation of phytoplankton in the Kuibyshev reservoir in a twofold reduction of discharge of phosphorus in the Volga basin. While analyzing the data of field observations and numerical experiments revealed the mechanism of quasi-periodic spikes in the phytoplankton biomass as the result of seasonal changes in environmental factors.

*Keywords:* mathematical model, water quality, ecological monitoring, measuring system

**Н.Е. Сивцева**

ГБУ «Арктический научно-исследовательский центр  
Академии наук РС(Я)», г. Якутск, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА ЯКУТСКА**

Аннотация: в данной статье приведены результаты мониторинговых исследований, проводимых на территории г. Якутска. Помимо физико-химических характеристик и содержания тяжелых металлов в почве, было изучено содержание нефтепродуктов в верхнем слое (0-50см.) урбаноземов города Якутска. Установлено, что с каждым годом идет увеличение содержания нефтепродуктов в грунтах города. Внутрипрофильное распределение нефтепродуктов коррелирует с распределением органического вещества.

Ключевые слова: мониторинг, загрязнение почвы города, накопление нефтепродуктов, корреляционная зависимость

С поступлением нефти и нефтепродуктов в окружающую среду, наряду с процессами микробиологического и химического разложения происходит их испарение, что может служить источником загрязнения атмосферы, воды и почв. Нефтяные вещества способны накапливаться в донных отложениях, а затем с течением времени включаются в физико-химическую, механическую и биогенную миграцию вещества. Все это создает большую опасность для жизнедеятельности микрофлоры почвы [1].

Степень загрязненности почвы нефтью и нефтепродуктами оценивают по их концентрации. В настоящее время на территории России не разработаны единые критерии оценки уровня загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами [2]. Однако приняты отраслевые нормативы [3,4], а также нормы ОДК по отдельным регионам [5,6]. В качестве регионального норматива ОДК нефти в мерзлотных почвах Якутии, предложено значение 1000 мг/кг [7].

Исследования содержания нефтепродуктов в грунтах и почвах города Якутска были начаты в 2012 г., за 5 лет исследований проанализировано 179 проб почв и грунтов. На территории города были заложены мониторинговые точки, из которых ежегодно отбирались пробы для определения содержания в них тяжелых металлов, нефтепродуктов, а также были определены основные физико-химических свойства грунтов. Содержание нефтепродуктов определяли флуориметрическим методом, на приборе «Флюорат-02-2М».

Якутск расположен в зоне распространения вечной мерзлоты с мощностью от 200-1500 м. в районе города мощность многолетнемерзлых пород составляет 200-250 м, сезонно-талого слоя 2,5-3 м, а температура на глубине 10 м колеблется в пределах -2... -8°С [8]. Мерзлота – важнейший

экологический фактор почвообразования, определяющий особенности строения, физико-химических режимов и биологических свойств мерзлотных почв. В результате урбанизации и высокой степени засоления деятельный слой на территории города увеличивается и в результате отсутствия сточных канав сильно увлажняется. В августе деятельный слой составляет около 3 м. [9].

Почвенный покров города отличается разнообразной структурой и пестротой строения профиля. По способу образования преобладают насыпные и перемешанно-насыпные, по мощности горизонта «урбик» могут быть как «средняя» – 50-100см, так и достаточно «мощная» >100см, характер включений – строительный и бытовой мусор, гумусный горизонт либо отсутствует, либо развит «слабо»  $A_1 < 15$ см, насыпные слои – плотные. В зависимости от характера насыпного грунта (песок, суглинок), от его плотности и включений, зависит распределение физико-химических свойств.

Результаты исследований нефтепродуктов выявили, что на глубине 0-50 см. их содержание колеблется в диапазоне от 2 до 5981,6 мг/кг. Самое высокое содержание средних величин наблюдается в 2017 году (181,98мг/кг), в 2018 году идет снижение до 97,67мг/кг.

Содержание нефтепродуктов по годам исследований

Год исследований	2012 (n=33)	2013 (n=59)	2014 (n=34)	2017 (n=19)	2018 (n=34)
Содержание, мг/кг					
Среднее геометрическое	11,55	86,41	69,04	181,98	97,67
Максимум	135,00	5981,6	455,00	2736,00	1388,00
Минимум	2,00	2,41	6,00	12,00	8,00

Относительно рекомендованных норм ОДК нефтепродуктов, средние содержания находятся ниже допустимых концентраций, что характеризует исследованные участки как допустимого уровня загрязнения, за исключением отдельных точек, на которых выявлены превышения ОДК практически до браз.

Ранними исследованиями 2012 года были установлены 4 района с высокими содержаниями нефтепродуктов, это районы авиапорта, ДСК (домостроительный комбинат), проспект Ленина и район «Маньяттах» (ул. Рыдзинского). В 2013 году в перечисленных районах было проведено детальное опробование участков и установлены максимальные содержания нефтепродуктов. В целом, при сравнении данных по годам исследований, наблюдается рост среднего и минимального значений (рис.1). Характер распределения по территории города – неравномерный, но четко выделяются участки с высоким содержанием, расположенные у автодорог.



Рис. 1 Динамика содержания нефтепродуктов по годам исследований

Внутрипрофильное распределение также носит неравномерный характер, но особо высокими содержаниями отличаются верхние слои на глубине 0-50 см. В 2018 году пробы отобраны почвенным буром на глубину до 1 м., по результатам исследования, распределение нефтепродуктов и содержание гумуса в 70% разрезов имеет высокую зависимость,  $r > 0,6$  (рис.2).

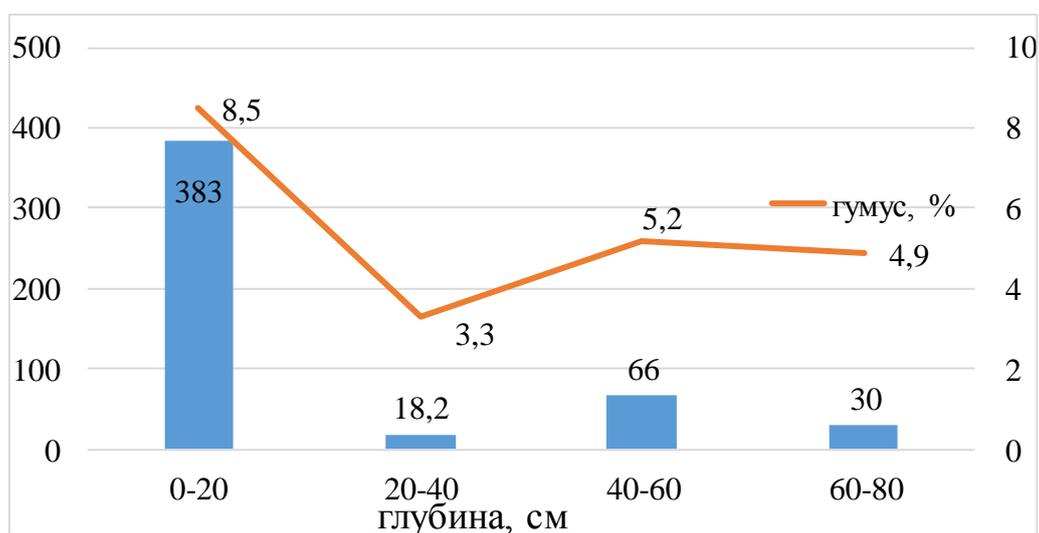


Рис.2 Внутрипрофильное распределение нефтепродуктов и гумуса

Таким образом, в урбанизированных г. Якутска на макроэлементном уровне формирование профиля происходит в условиях постоянного антропогенного привноса и турбирования материала. В результате наблюдается хаотичный характер распределения основных свойств. Расположение высоких концентраций нефтепродуктов вблизи автодорог

свидетельствует о том, что основным источником загрязнения территории является автотранспорт. Настораживает факт увеличения содержания нефтепродуктов по годам исследований, это требует продолжения мониторинговых исследований.

#### Литература

1. Куликов, О.В. Техногенные загрязнения нефтепродуктами почв и водных объектов /О.В. Куликов // Бурение и нефть, 2002, № 12 – С. 24–27.
2. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Зарегистрировано в Минюсте РФ 7 февраля 2006 г. № 7470
3. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. – М. : Минздрав СССР ; ИМГРЭ, 1987. – 25 с.
4. Система методического и нормативного обеспечения работ в области нефтеэкологии / М. Д. Белонин [и др.] // Экология, нормативно-методические и правовые основы постоянно действующей службы нефтеэкологического мониторинга и принципы ее финансового обеспечения. – СПб., 1999. С. 10 – 22.
5. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Тюменская область) от 10 декабря 2004 г. № 466-п об утверждении регионального норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»
6. Правила охраны почв в Санкт-Петербурге (региональный норматив). Приложение к распоряжению мэра Санкт-Петербурга № 891-р от 30.08.1994 //
7. Лифшиц С.Х., Кершенгольц Б.М., Чалая О.Н., Зуева И.Н., Шашурин М.М., Глязнецова Ю.С. Изучение способности модельной системы мерзлотная почва Якутии - растения к восстановлению при загрязнении нефтью. // Химия в интересах устойчивого развития. 2008. т. 16. №5. с. 537-545.
8. Экогеохимия городов Восточной Сибири / И.С. Ломоносов, В.Н. Макаров, А.П. Хаустов и др. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1993. – 108 с.
9. Алчин К.Е. Экологическое состояние ГО «Город Якутск» // Бюллетень «Экологический мониторинг» ГУ РИАЦЭМ. – Якутск, 2012.

**N.E. Sivtceva**

State Budgetary Institution "Arctic Research Center of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia)", Yakutsk, Russia

#### **STUDY OF THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS IN THE SOILS OF THE CITY OF YAKUTSK**

Annotation: this article presents the results of monitoring studies conducted in the territory of Yakutsk. In addition to the physico-chemical characteristics and the content of heavy metals in the soil, the content of oil products in the upper layer (0-50 cm.) of urban soil of the city of Yakutsk was studied. It is established that every year there is an increase in the content of oil products in the soils of the city. Intra-profile distribution of petroleum products correlates with the distribution of organic matter.

Keywords: monitoring, pollution of the soil of the city, accumulation of oil products, correlation dependence

**Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова, С.Ф. Свирщевский, С.Я. Рубинчик,  
Д.И. Клевченя**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика  
Беларусь

## **ПРОДУКТЫ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИЭТИЛЕН**

Исследована токсическая опасность и проанализирован состав газовой фазы, образующейся при термическом разложении отходов производства, содержащих полиэтилен. Доля таких отходов составляла 15 % среди всех исследованных образцов. Показано, что токсичность газовой фазы определяется присутствием в смеси оксидов углерода, азота, серы, галогенводородов, акролеина, формальдегида.

Ключевые слова: токсичность продуктов горения, состав газовой смеси, отходы производства, полиэтилен

Отходы как промышленного, так и бытового происхождения, несут в себе потенциальную опасность для окружающей среды и для здоровья людей. Причиной попадания различных токсичных веществ в атмосферу городов, близлежащих к городам территорий и других густонаселенных мест может быть случайное возгорание участков сбора мусора, а также утилизация и переработка отходов с использованием высокотемпературных воздействий. Оценка экологической и пожарной опасности отходов различного состава проводится по различным параметрам, одним из которых является токсичность продуктов их горения. Информация о токсичности необходима при оценке экологического риска, обусловленного воздействием на окружающую среду и, в конечном итоге, на людей, токсичных продуктов, образующихся в результате утилизации отходов путем сжигания или их возгорания.

На территории Беларуси токсичность продуктов горения определяется биологическим методом в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 и оценивается по значению показателя токсичности ( $HC_{L50}$ ).

К настоящему времени в БГУ проанализировано 230 различных отходов, около 15 % из них содержали в своем составе полиэтилен. Доля отходов, содержащих другие наиболее широко используемые синтетические полимеры, составляла: 10 % – отходы с полипропиленом или полиуретаном, 6 % – с полиамидом, 5 % – с поливинилхлоридом, 3 % – с полистиролом 2 % – с поликарбонатом. Доля отходов с другими искусственными полимерами (например, поливинилацетатом, полиэфирными материалами и др.) была существенно меньше.

Исследованные в БГУ отходы были образованы как в результате работы предприятий различного направления, так и в ходе антропогенной деятельности.

При оценке экологического риска, обусловленного термическим разложением полиэтилена (как и других материалов), помимо данных о токсичности продуктов горения, необходимо иметь данные об их составе. Это дает возможность получить информацию о том, какие газы поступают в атмосферу, а полученные одновременно данные о показателях токсичности образующейся газовой смеси, дадут возможность оценить их комбинированное воздействие на живые организмы.

В газовой смеси контролировалось содержание CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HCN, HCl, HBr, HF, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, акролеина (CH<sub>2</sub>O) и формальдегида (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O), т.к. именно эти газы в соответствии с положениями, представленными в международном стандарте [1], являются наиболее значимыми при воздействии продуктов горения на живые организмы. Состав газовой смеси анализировался по разработанной авторами методике определения состава газовой фазы, образующейся при горении веществ и материалов [2]. Для каждого из зарегистрированных газов были оценены удельные выходы (*Выход C<sub>гази</sub>, г/кг*), представляющие собой отношение содержания анализируемого газа в замкнутом объеме (*C<sub>гази</sub>, г*) к массе исследуемой пробы (*M<sub>обр</sub>, кг*).

В таблице представлены максимальные удельные выходы газов, зарегистрированных в продуктах горения, образующихся при термическом разложении проб, содержащих полиэтилен, а также проб, содержащих в своей основе другие широко используемые в производстве и быту синтетические полимеры.

Максимальные выходы анализируемых газов, образующихся при термическом разложении некоторых видов отходов

Основной полимерный материал в составе отходов	<i>Выход C<sub>гази</sub>, г/кг</i>									
	CO	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	CH <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	HCl	HBr	HF
Полиэтилен	552,9	788,4	2,0	9,3	1,2	8,1	0,3	44,0	–	<0,1
Полистирол	479,9	4372,9	0,5	25,0	0,7	2,4	<0,1	18,0	–	<0,1
Полипропилен	419,6	1276,4	0,4	0,4	1,9	7,7	0,5	–	–	–
Поликарбонат	408,3	1463,7	0,4	0,2	–	0,2	<0,1	–	–	–
Полиамид	403,6	1313,4	1,6	2,4	0,4	0,9	<0,1	1,5	13,0	–
Полиуретан	398,8	1423,5	1,3	6,9	0,4	0,7	0,1	64,2	7,0	–
Поливинилхлорид	226,0	881,5	1,0	0,5	0,2	0,5	–	18,0	–	–

Результаты исследования показали, что токсичность продуктов горения всех исследованных видов отходов определяется, в основном,

присутствием оксида углерода (СО), что согласуется с полученными ранее результатами для других видов проб [3].

Показано, что среди всех исследованных материалов наибольшие удельные выходы оксидов углерода, а также формальдегида были зарегистрированы у образцов с полиэтиленом.

Установлено, что по значениям показателя токсичности более 90 % отходов, содержащих полиэтилен, являются высокоопасными, остальные 10 % – умеренноопасными.

Представленные данные о токсичности и о составе газовой смеси, образующейся при горении отходов, содержащих полиэтилен, свидетельствуют о наибольшей опасности при возгорании таких материалов среди всех исследованных синтетических полимеров. Это необходимо учитывать при выборе режимов утилизации, уничтожения, а также при выборе схемы переработки и условий захоронения отходов производства, содержащих полиэтилен.

#### Литература

1. Определение летальной токсической потенциальной опасности продуктов горения: ISO 13344:2015. – Введ.15.12.15. – ISO/TC 92/SC 3 Опасность пожара для людей и окружающей среды, 2015. – 20 с.

2. Методика определения содержания СО, СО<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCN, формальдегида, акролеина, HCl, HBr, HF в газовой смеси, образующейся при горении веществ и материалов: МВИ 3763-2011. – Введ. 30.03.11. – Минск: БелГИМ, 2011. – 161 с.

3. Соколик Г.А., Лейнова С.Л., Свирщевский С.Ф., Рубинчик С.Я., Клевченя Д.И., Иванова Т.Г. Состав и токсичность газовой фазы, образующейся при термическом разложении материалов, изготовленных на различной основе. // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация – 2009. №2 (26). – С. 49-57.

**G. Sokolik, S. Leinova, S. Svirshevsky, S. Rubinchik, D. Klevchenya**

Belarusian State University, Minsk, Belarus

#### **PRODUCTS OF THERMAL DECOMPOSITION WASTES CONTAINING POLYETHYLENE**

The toxic hazard was investigated and the composition of the gas phase formed during the thermal decomposition of production waste containing polyethylene was analyzed. The share of such waste was 15% among all the samples studied. It is shown that the toxicity of the gas phase is determined by the presence of oxides of carbon, nitrogen, sulfur, hydrogen halides, acrolein, and formaldehyde in the mixture.

Keywords: toxicity of combustion products; gas mixture composition; construction and finishing materials

**И.М. Учаева<sup>1</sup>, Н.А. Шилова<sup>2</sup>, Е. М. Богатырева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>Саратовский государственный медицинский университет  
имени В.И. Разумовского, г. Саратов, Россия

## **БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ *XANTHORIA PARIETINA***

Аннотация: проведено исследование присутствия тяжелых металлов в лишайниках в условиях городской среды г. Саратова и г. Красноармейска на примере *Xanthoria parietina*.

Ключевые слова: биоиндикация, тяжелые металлы, городская среда *Xanthoria parietina*

Приземные атмосферные слои промышленных городов загрязнены оксидами азота, серы, хлороводородом, пылью, а также частицами тяжелых металлов. Основными источниками загрязнения атмосферы на урбанизированных территориях являются промышленные предприятия, автотранспорт, тепловые станции. Для биоиндикации состояния атмосферного воздуха и определения содержания приоритетных поллютантов, таких как тяжелые металлы, метод лишайноиндикации является современным и актуальным. Лишайники способны аккумулировать из окружающей среды элементы в количествах, намного превосходящих их физиологические потребности, что определило широкое использование лишайников как аккумулятивных биоиндикаторов загрязнения среды тяжелыми металлами, соединениями серы, азота, радионуклидами и другими веществами [1].

Цель работы – исследование биоиндикации тяжелых металлов на примере лишайника *Xanthoria parietina* в условиях городской среды г. Саратова и г. Красноармейска.

Для исследования антропогенной нагрузки был выбран широко распространенный лишайник *Xanthoria parietina*, собранный с тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Rozier), который является преобладающим древесным видом в городской среде. Отбор проб лишайников проводили в соответствии с рекомендациями [1]. Лишайники отбирали в сухую погоду, со стволов деревьев на высоте 1,5 м от поверхности земли по всей длине окружности ствола. Для отбора использовали неповрежденные слоевища лишайников, имеющие естественную окраску. Сбор лишайника производился в г. Красноармейске, Саратовская область, на территории бывшей красильной фабрики. Также пробы отбирали в нескольких районах г. Саратова: 3-я Советская больница, Детский парк, ул. Астраханская, в сквере им. С.М.

Кирова, на ул. Брянская вокруг территории Саратовского нефтеперерабатывающего завода.

Отобранные пробы высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С и измельчали до размера частиц не более 71 мкм. Степень измельчения контролировали просеиванием через сито. Подготовленные пробы хранили в эксикаторе. Масса подготовленной пробы должна быть не менее 5 г. Определение тяжелых металлов проводили с помощью прибора (рис. 1) Спектроскан МАКС (М-049-РМ/12), который предназначен для качественного и количественного рентгенофлуоресцентного анализа твердых и жидких проб. Рентгенофлуоресцентный анализ – один из самых распространенных методов элементного анализа разнообразных веществ основан на зависимости интенсивности рентгеновской флуоресценции от содержания определяемого элемента [2].



Рис. 1. Спектроскан МАКС (М-049-РМ/12)

В результате произведенных исследований (согласно методике [3]) содержания тяжелых металлов в условиях городской среды г. Саратова и г. Красноармейска на примере *Xanthoria parietina* установлено, что для обоих городов содержание цинка в лишайнике составляет для г. Красноармейска – 36 мг/кг, для г. Саратова – 37 – 42 мг/кг.

Содержание марганца в г. Красноармейске варьируется от 36 до 42 мг/кг, такое содержание больше характерно для парковых зон г. Саратова (территория 3-й Советской больницы – 20-40 мг/кг, сквер им. С.М. Кирова – 25-36 мг/кг). В других местах сбора проб по г. Саратову содержание марганца увеличено почти в 2-3 раза (41-97 мг/кг) по сравнению с г. Красноармейском.

Железо в обоих городах накапливается в большом количестве. Также как и с марганцем, содержание железа г. Красноармейска (4597-5743 мг/кг) типично для парковых зон г. Саратова (3-я Советская больница – 3037-5410 мг/кг и сквер им. С.М. Кирова – 4106-5730 мг/кг). В местах отбора проб на ул. Брянская (150 м от границы Саратовского нефтеперерабатывающего завода) содержание железа варьируется в диапазоне 9142-12192 мг/кг, концентрация железа на территории Детского парка и ул. Астраханской изменяется в пределах с 5525 мг/кг до 16483 мг/кг, что превышает данные г. Красноармейска в 2-3 раза.

Установлено, что в образцах *Xanthoria parietina* обоих городов распределение содержания тяжелых металлов имеет одинаковую тенденцию: Fe > Zn ≈ Mn.

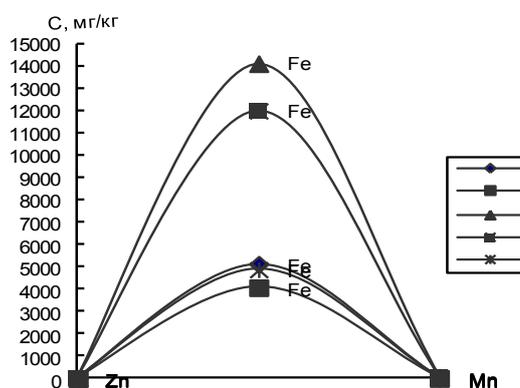


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в пробах лишайника (1 – г. Красноармейск, 2 – г. Саратов, 3-я Советская больница, 3 – г. Саратов, Детский парк, 4 – г. Саратов, ул. Астраханская, 5 – г. Саратов, сквер им. С.М. Кирова, 5 – г. Саратов, ул. Брянская)

Показано, что в г. Саратове содержание тяжелых металлов в 2 – 3 раза больше, чем в г. Красноармейске, за исключением цинка. Такая разница объясняется тем, что в г. Саратове имеется более высокая антропогенная нагрузка по сравнению с г. Красноармейском.

#### Литература

1. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л.Г. Бязров. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
2. Бахтияров А. В. Рентгенофлуоресцентный анализ минерального сырья / А. В. Бахтияров, С. К. Савельев. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2014. – 132 с.
3. Методика измерений массовой доли Mg, Al, Si, Zn, P, S, Cl, K, Ca, Ba, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Br, Rb, Sr в порошковых пробах растительных материалов рентгенофлуоресцентным методом с применением аппаратов рентгеновских для спектрального анализа СПЕКТРОСКАН МАКС. – (М-049-РМ/12) - Аттестована во ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (аттестат аккредитации № 01.00250-2008 от 30.12.2008), адрес: 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр.,19. - Свидетельство об аттестации методики измерений № 309/242-(01.00250-2008)-2012 от 09.08.2012. – 12 с.

I. M. Uchaeva, N.A. Shilova, E. M. Bogatyreva

<sup>1</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia

#### THE BIOINDICATION OF HEAVY METALS IN THE URBAN ENVIRONMENT USING *XANTHORIA PARIETINA*

Annotation. The study of the presence of heavy metals in lichens in urban environment of Saratov and Krasnoarmeysk was carried out on the example of *Xanthoria parietina*.

Keywords: bioindication, heavy metals, urban environment, *Xanthoria parietina*

**А.А. Фомина, Д.В. Гариевская**  
Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ г. САРАТОВА С ПОМОЩЬЮ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

Работа включает анализ воды Волгоградского водохранилища в районе города Саратова с использованием тест-объектов разных уровней организации. Пробы природной воды не обладали острой токсичностью в отношении *Daphnia magna* и *Lemna minor*. В биотесте с *Chlorella vulgaris* показано, что пробы воды, отобранные вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода, обладали слабой токсичностью. Установлено, что вода Волгоградского водохранилища в исследуемых точках является удовлетворительно чистой.

Ключевые слова: природная вода, Волгоградское водохранилище, биотестирование, *Chlorella vulgaris*, *Lemna minor*, *Daphnia magna*

В настоящее время Волгоградское водохранилище находится под значительной антропогенной нагрузкой. Водоем является последним в каскаде водохранилищ на Волге, а также местом сброса промышленных и бытовых вод. Среди негативных воздействий на данную среду выделяются такие факторы как стоки с полей и животноводческих ферм, отходы портов и лодочных станций, городских и несанкционированных пляжей и т.д. В то же самое время водоем в районе г. Саратова является местом забора воды для бытовых и промышленных целей, поэтому в современных условиях актуальны исследования качества воды водоема.

Метод биотестирования является уникальным интегральным методом, который позволяет увидеть общую картину состояния водной среды, а не отдельные ее части. При биотестировании не отменяется система аналитического контроля, метод дополняет ее и позволяет довольно быстро получить важные биологические показатели. С экологической точки зрения сами по себе результаты определения концентрации загрязняющих веществ обладают относительной ценностью. Иногда важнее понимать не только уровни загрязнения, но и какие они могут вызывать биологические эффекты [1].

В связи с этим целью работы явилось исследование на тест-организмах острой токсичности воды Волгоградского водохранилища в районе крупного промышленного центра – города Саратова.

Работа была выполнена в биологической лаборатории кафедры экологии Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А. Отбор проб воды проводился в апреле 2017 г. в пяти точках прибрежной зоны Волгоградского водохранилища, расположенного у города Саратова.

Проба №1 из устья реки Назаровка, которое проходит вдоль Саратовского нефтеперерабатывающего завода; проба №2 из Волгоградского водохранилища, в месте куда впадает река Назаровка; проба №3 из Волгоградского водохранилища вверх по течению, около улицы Большая Садовая, вблизи проходят выпускные коллекторы со стоками городской ливневой системы; проба №4 из Волгоградского водохранилища у п. «Затон», где расположен коллектор городской ливневой системы и находится несанкционированный пляж; проба №5 из Волгоградского водохранилища у с. Пристанное – выше по течению г. Саратова.

В качестве тест-объекта в работе использовали ряску малую (*Lémma minor*). Критерием острой токсичности служила гибель 50 % и более растений за 96 ч в исследуемой воде при условии, что в контроле погибло не менее 10 % растений. Производили учёт морфологических изменений растений (хлороз, некроз, поверхности листеца, расслоение листецов) для оценки наличия токсических веществ в исследуемой среде по сравнению с контролем [2].

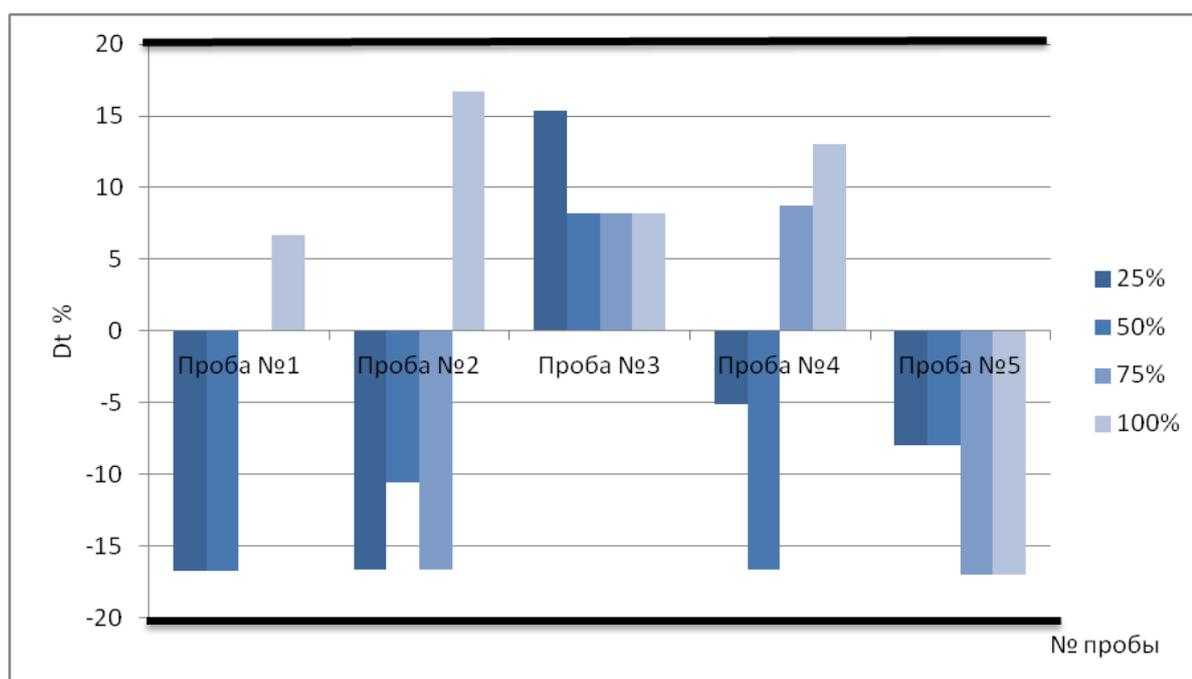
Для выращивания в качестве тест-объекта *Chlorella vulgaris* приготавливали среду Тамия и использовали культиваторы водорослей (многоцветный КВМ-05 и культиватор КВ-05). Метод основан на регистрации различий в оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла, выращенной на среде, которая не содержит токсических веществ (контроль) и тестируемых проб воды [3]. Оптическую плотность определяли с помощью измерителя плотности суспензии ИПС-03.

В качестве тест-объекта также использовали дафнии магна (*Daphnia magna* Straus). Острую токсичность природной воды исследовали общепринятой методикой [4], которая основана на определении смертности дафний при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде по сравнению с контрольной культурой. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 48 ч в исследуемой пробе при условии, что в контрольном эксперименте все рачки сохранили свою жизнеспособность.

В биотесте с хлореллой показано, что пробы воды №1 и №2, отобранные вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода, обладали слабой токсичностью. Оптическая плотность проб воды №3, №4 и №5 достоверно не отличалась от контроля, а, следовательно, вещества находящиеся в природной воде не оказывали подавляющего или стимулирующего воздействия на растительный объект.

В экспериментах с ряской малой установлено (рис.), что исследуемые пробы воды не обладали острой токсичностью: показатели изменения времени удвоения численности ряски в исследуемых растворах по отношению к контролю не превышали 20% . В пробе воды №2 находилось небольшое количество растений с проявлением некрозов во

все разбавлениях. Установлено, что в пробах воды №3, №4 и №5 не наблюдалось ни хлорозов, ни некрозов, все растения выглядели зелеными и здоровыми, листецы были собраны вместе. Также хотелось бы отметить, что проба №3 во всех разбавлениях оказывала стимулирующее действие на рост ряски малой, что свидетельствует о повышенном содержании органических веществ в воде места отбора. Возможно, это связано с тем, что таивший снег и обильные дожди в данный весенний период в значительном количестве сбрасывались через коллекторы городской ливневой системы, которые расположены вблизи точки отбора пробы.



Показатель изменения времени удвоения численности ряски малой в исследуемых растворах по отношению к контролю,  $D_t$  %

Биотестирование с использованием в качестве тест-объекта дафния magna показало, что все исследуемые пробы не обладали острой токсичностью. Проба №3 в разбавлениях 25-50% не оказывала воздействия на рачков, только в 100% разбавлении смертность дафний по отношению к контролю находилась на уровне 10%. Установлено, что в пробах воды №1 и №2 наблюдалась наибольшая смертность особей во всех разбавлениях, однако она не превышала 10 %.

Таким образом, установлено, что собранные в весенний период пробы природной воды не обладали острой токсичностью в отношении таких тест-объектов как *Daphnia magna* и *Lemna minor*. Показано в исследовании с *Chlorella vulgaris*, что пробы воды №1 и №2, отобранные вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода, обладали слабой токсичностью. Наиболее благоприятной средой для живых организмов является вода Волгоградского водохранилища, отобранная на участках,

расположенных до сброса в водоем основных сточных и ливневых вод города Саратова.

#### Литература

1. Александрова В.В. Биотестирование как современный метод оценки природных и сточных вод: монография / В.В. Александрова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 119 с.

2. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И.Евсеева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

3. Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). ПНД Ф 14.1:2:4.10-2004 (Т 16.1:2.3:3.7-2004).

4. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод и отходов по смертности дафний (*Daphnia magna* Straus), ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 Т 16.1:2.3:3.9-06.

**A.A. Fomina, D.V. Garievskaja**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

#### **RESEARCH OF WATER FROM THE VOLGOGRAD RESERVOIR IN THE REGION OF SARATOV WITH BIOTESTING**

Water samples of the Volgograd reservoir near the Saratov city have been researched using test objects of different levels of organization. Pond water samples were not highly toxic towards *Daphnia magna* and *Lemna minor*. In the biotest with *Chlorella vulgaris*, it was found that water samples had low toxicity near the Saratov oil refinery. It is established that the water of the Volgograd reservoir in the studied points is satisfactorily clean.

*Keywords:* pond water, Volgograd reservoir, biotesting, *Chlorella vulgaris*, *Lemna minor*, *Daphnia magna*

**О.Л. Цандекова**

Федерально-исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук «Институт экологии человека СО РАН», Кемерово, Россия.

#### **УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ ОПАДЕ *ACER NEGUNDO* L. В ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СООБЩЕСТВАХ**

Показаны результаты накопления танинов в опаде *Acer negundo* L. в трансформированных фитоценозах. Выявлены некоторые изменения процессов метаболизма, которые выражались в аккумуляции полифенолов. Одиночные деревья в несомкнутых древостоях обладали наиболее интенсивной минерализацией опада в

почве, за счет минимального содержания уровня танинов, в сравнении с деревьями других исследуемых групп. Экспериментальные данные можно использовать в оценке состояния древесных растений и структуры фитоценоза.

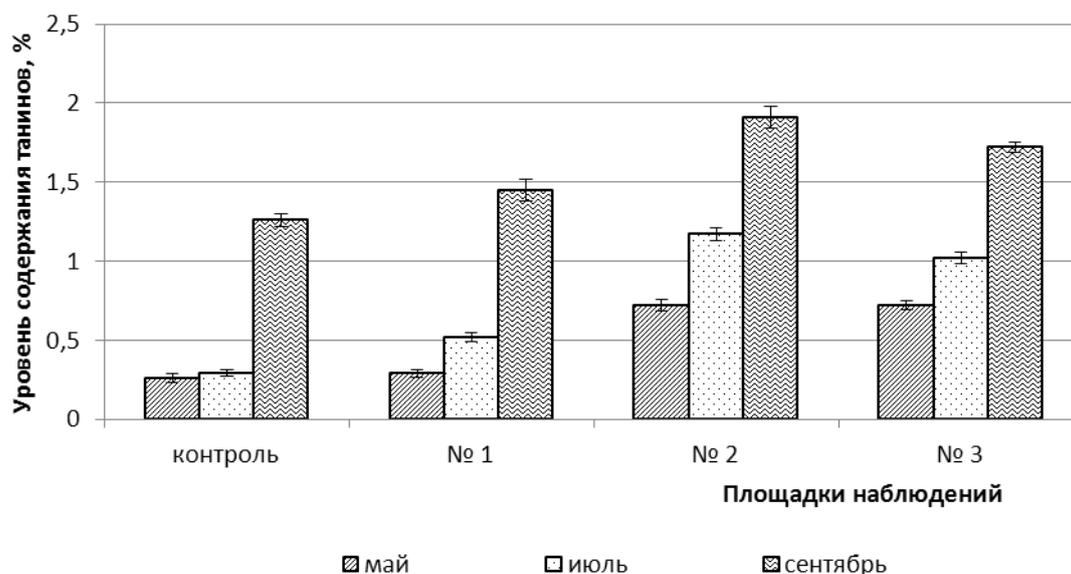
**Ключевые слова:** *Acer negundo* L., растительный опад, танины, фитоценоз

*Acer negundo* L. оказывает существенное влияние на растительность нижних ярусов, изменяя водный, тепловой и световой режим биогеоценоза. Он формирует значительное количество растительного опада, вместе с которым в почву возвращаются химические соединения, принадлежащие к разнообразным классам [1-4]. Высокое содержание легкоразлагаемых водорастворимых органических соединений благоприятствует быстрой минерализации растительного опада. Наличие большого количества полифенольных соединений, в том числе танинов, замедляется этот процесс.

Цель работы – оценка уровня содержания танинов в растительном опаде *Acer negundo* L. в трансформированных сообществах.

Объектом исследований служил растительный опад, отобранный в различных фитогенных полях *Acer negundo*, произрастающий в пойме р. Томь в пределах г. Кемерово. Отбор образцов проводили на пробных площадках (ПП) в различных условиях сомкнутости крон с учетом зон влияния деревьев: № 1 – одиночные деревья в несомкнутых древостоях; № 2 – деревья со средней сомкнутостью крон (50-60%); № 3 – деревья с сомкнутостью крон 100%. В качестве контроля выбрана внешняя зона одиночных деревьев. Насаждения оценивались первой категорией жизненного состояния по шкале В.А. Алексеева I классом бонитета. Возраст деревьев составлял 20-25 лет, высота – 12-14 метров. Сроки отбора образцов – в начале (III декада мая), в середине (III декада июля) и в конце (III декада сентября) вегетации 2017-2018 гг.. Перед проведением исследований выделялись аналитические пробы, которые измельчались до частиц размером 1 мм. В аналитических пробах определяли содержание водорастворимых фенольных соединений – по уровню танинов [5]. Повторность всех опытов трехкратная. Статистическая обработка полученных данных и построение графиков выполнены с помощью стандартного пакета программ StatSoft STATISTICA 8.0. for Windows и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты проведенных исследований показали, что на всех пробных участках в течение вегетации происходит повышение содержания полифенолов с максимумом в сентябре (1,26-1,91%). Наибольшие отличия от контроля на пробных площадках в по уровню танинов отмечены у деревьев со средней и с полной сомкнутостью крон, особенно в июле. Так, на ПП2 и ПП3 значения варьировали в пределах от 1,02 до 1,17, что выше контроля в 4 и 3,5 раза соответственно (рис. 1).



Динамика накопления танинов в растительном опаде *A. negundo*  
(средние данные за 2017-2018 гг.)

Таким образом, одиночные деревья в несомкнутых древостоях обладали наиболее интенсивной минерализацией опада в почве, за счет минимального содержания уровня танинов, в сравнении с деревьями других исследуемых групп.

#### Литература

1. Кузнецов М.А. Влияние условий разложения и состава опада на характеристики и запас подстилки в среднетаежном чернично-сфагновом ельнике // Лесоведение. 2010. № 6. С. 54–60.
2. Овчаренко А.А., Кузьмичев А.М. Роль биологически активных выделений древесных растений в формировании экологической среды фитоценозов среднего Прихоперья // Вестник Тамбовского государственного университета. 2013. Т.18, №.3. С. 822-825.
3. Федорец Н. Г., Бахмет О. Н. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. 240 с.
4. Wang Q., Wang S., Huang Y. Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture *Cunninghamia lanceolata* and a mixed stand in southern China // Forest Ecology and Management. 2008. V. 255. P. 1210–1218.
5. Коренская И.М., Ивановская Н.П., Измалова И.Е. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие антраценпроизводные, простые фенолы, лигнаны, дубильные вещества. Воронеж, 2007. С. 50-51.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания ФИЦ УУХ СО РАН (Проект № 0352-2016-0002).

**O.L. Tsandekova**

Federal research center of coal and coal chemistry Siberian branch of the Russian Academy of Sciences «Institute of human ecology SB RAS».

**LEVEL CONTENTS OF TANINS IN THE PLANT LITTER OF *ACER NEGUNDO* L. IN TRANSFORMED COMMUNITIES**

The results of the accumulation of tannins in the litter of *Acer negundo* L. in transformed phytocenoses are shown. Some changes in metabolic processes, which were expressed in the accumulation of polyphenols, were revealed. Single trees in unclosed stands had the most intensive mineralization of litter in the soil, due to the minimum level of tannins, in comparison with the trees of other studied groups. Experimental data can be used to assess the state of woody plants and the structure of the phytocenosis.

Keywords: *Acer negundo* L., plant litter, tannins, phytocenosis

**П.А. Чеплакова, Т.В. Анохина**

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России,  
Россия

**ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ  
НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

В работе представлены материалы по гигиенической оценке качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения. Установлено превышение ПДК по железу и жесткости. Проведен корреляционный анализ для выявления связи заболеваемости ОКИ с долей проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям.

Ключевые слова: питьевая вода, гигиеническая оценка, нецентрализованное водоснабжение, здоровье населения

**Введение.** Вода – важнейший фактор здоровья человека. Проблема качества воды затрагивает многие сферы жизни человека. Однако в настоящее время население все чаще жалуется на снижение качества воды и ухудшение самочувствия после ее употребления.

Согласно исследованиям НИИ "Экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина" РАМН в среднем по стране гигиеническим требованиям не соответствует каждая третья проба воды. Отсутствие чистой воды является основной причиной распространения кишечных инфекций, гепатита и болезней желудочно-кишечного тракта, возникновения патологий и усиления воздействия на организм человека канцерогенных и мутагенных факторов.

Целью данной работы является изучение влияния качества питьевой воды нецентрализованной системы водоснабжения на здоровье населения Саратовской области.

**Материалы и методы.** Для достижения цели в работе было проведено:

- изучение санитарно-химических показателей качества воды нецентрализованных источников водоснабжения в районах Левобережья и Правобережья Саратовской области за 2005-2017 гг.;
- изучение микробиологических показателей качества воды нецентрализованных источников водоснабжения в районах Левобережья и Правобережья Саратовской области за 2005-2017 гг.;
- анализ работ, посвященных оценке влияния качества питьевой воды на здоровье населения с применением корреляционного метода;
- корреляционный анализ, расчет ошибки и оценка достоверности коэффициента корреляции для отобранных связей;
- выявление статистически значимых для данного региона корреляций между показателями заболеваемости и загрязнения питьевой воды, формирование выводов.

Для проведения аналитических исследований использовали статистические данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области (Статистический ежегодник), данные государственных докладов «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Саратовской области» (Государственные доклады 2005-2017).

**Результаты.** В ходе проведения Саратовским научно-исследовательским институтом сельской гигиены санитарно-химических исследований подземных источников в Саратовской области за 2015-2017 гг. было выявлено превышение норм ПДК по железу и жесткости (таблица 1, таблица 2).

Таблица 1

Санитарно-химические показатели качества воды нецентрализованных источников водоснабжения в районах Правобережья Саратовской области за 2015-2017 гг.

Определяемые показатели	Результаты исследования санитарно-химических показателей	Норма СанПин 2.1.4.1175-02
Цветность (градусы)	5-20	20
Мутность (мг/дм <sup>3</sup> )	0.2-2.0	1.5-2
Железо (мг/дм <sup>3</sup> )	0.01- <b>1.0</b>	0.3
Жесткость (мг/дм <sup>3</sup> )	6.0- <b>60.0</b>	10.0
Марганец (мг/дм <sup>3</sup> )	0.01- <b>0.6</b>	0.1
Общая минерализация (мг/дм <sup>3</sup> )	400-800	1500
Хлориды (мг/дм <sup>3</sup> )	15-150	350
Сульфаты (мг/дм <sup>3</sup> )	60-200	500
Нитраты (мг/дм <sup>3</sup> )	0.3- <b>60</b>	45

Таблица 2

Санитарно-химические показатели качества воды нецентрализованных источников водоснабжения в районах Левобережья Саратовской области за 2015-2017 гг.

Определяемые показатели	Результаты исследования санитарно-химических показателей	Норма СанПин 2.1.4.1175-02
Цветность (градусы)	5-18	20
Мутность (мг/дм <sup>3</sup> )	0.2-1.5	1.5-2
Железо (мг/дм <sup>3</sup> )	0.01- <b>0.65</b>	0.3
Жесткость (мг/дм <sup>3</sup> )	6.0- <b>30.0</b>	10.0
Марганец (мг/дм <sup>3</sup> )	0.01-0.3	0.1
Общая минерализация (мг/дм <sup>3</sup> )	400-1000	1500
Хлориды (мг/дм <sup>3</sup> )	15-190	350
Сульфаты (мг/дм <sup>3</sup> )	60-350	500
Нитраты (мг/дм <sup>3</sup> )	0.2-45	45

Превышение ПДК по данным показателям может негативно влиять на здоровье населения. При длительном потреблении жесткой воды отмечаются следующие эффекты: поражение сердечно-сосудистой системы; возникновение заболеваний суставов (артриты, полиартриты) и почек (уролитиаз).

Вода, с повышенной концентрацией катионов кальция и магния имеет неудовлетворительные органолептические свойства, ее применение в быту затруднительно: при стирке увеличивается расход мыла, происходит накопление осадка в системе водоснабжения и на сантехнике.

Повышенное содержание железа в виде комплексных соединений или в виде высокодисперсной взвеси придает воде неприятную красно-коричневую окраску, ухудшает ее вкус. Употребление воды с содержанием железа выше норматива неблагоприятно воздействует на морфологический состав крови, может стать причиной возникновения аллергических реакций.

В 2017г. в нецентрализованных источниках доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, превышала средне-областной показатель (25,2%) в 1,5 и более раз в следующих районах Саратовской области: Татищевский, Пугачевский, Самойловский, Энгельсский, Вольский, Саратовский, Перелюбский, Марковский. По микробиологическим показателям: в Вольском и Перелюбском районах (рисунок 1).

Наиболее высокий уровень заболеваемости острыми кишечными инфекциями отмечен в Вольском (633,32), Энгельском (560,01) Перелюбском (558,62) районах (рисунок 2, рисунок 3).



Рис. 1. Доля проб воды, не отвечающих гигиеническим нормативам



Рис. 2. Общая заболеваемость кишечными инфекциями на территории Саратовской области

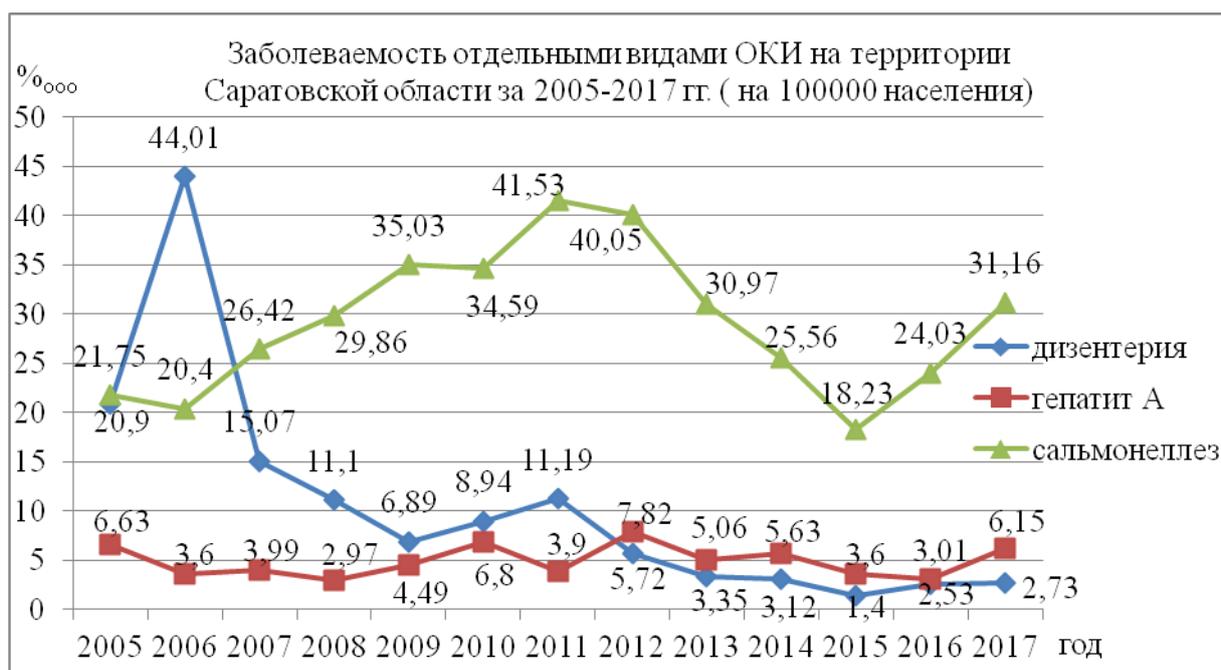


Рис. 3. Заболеваемость отдельными видами острых кишечных инфекций на территории Саратовской области

В ходе проведения корреляционного анализа были получены следующие результаты:

1) установлена прямая сильная зависимость между заболеваемостью дизентерией в Саратовской области и долей проб питьевой воды, не соответствующим гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям ( $r = 0,8586$ ,  $p = 0,01$ ).

Этот результат не противоречит данным государственных докладов, поскольку на 2017 г. из всех биологически подтвержденных случаев дизентерия Флекснера (60,4%) превалировала над Зонне (39,6%)

2) установлена прямая средняя зависимость между заболеваемостью гепатитом А в Саратовской области и долей проб питьевой воды, не соответствующим гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям ( $r = 0,608$ ,  $p = 0,01$ )

**Выводы.** Качество воды водоисточников за 2005-2017 гг. имеет стойкую тенденцию к улучшению по микробиологическим и химическим показателям. Однако доля проб питьевой воды, не отвечающих гигиеническим нормативам, остается высока. Проведенные исследования позволили предположить наличие нарушений гигиенических требований при организации водоснабжения. В связи с этим, поиск перспективных методов, которые могут быть использованы для дезинфекции воды одновременно с сорбционными материалами, эффективно очищающими от химических загрязнителей, является актуальным и востребованным в практике водоочистки и водоподготовки.

## Литература

1. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
2. Галстян Г.А., Кочетков Н.В., Логашова Н.Б. Современные проблемы гигиены водных объектов и питьевого водоснабжения в Саратовской области // Бюллетень медицинских интернет-конференций 2012. - №11, том 2.-С. 916-917.
3. Логашова Н.Б., Луцевич И.Н., Водянова Т.В., Тихомирова Е.И. Санитарно-токсикологическая оценка качества питьевой воды города Саратова и обоснование оптимизации водоподготовки //Естественные и технические науки-2008.-№6-С.112-115.
4. Каменецкая Д.М., Попова А.А. Влияние состава воды на здоровье населения различных субъектов Российской Федерации// Бюллетень медицинских Интернет-конференций 2017. Том 7. № 6.-С.1135
5. Савина К.А., Панкратов Ю.А., Иванов Д.Е. Оценка качества подземных источников водоснабжения сельского населения Саратовской области//Материалы 8 межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов 2018.-135-141.

**Р.А. Cheplakova, T.V. Anohina**

### **INFLUENCE OF QUALITY OF DRINKING WATER OF THE DECENTRALIZED WATER SUPPLY SYSTEM ON HEALTH OF THE POPULATION OF THE SARATOV REGION**

Results by hygienic assessment of quality of drinking water of the decentralized water supply are presented in this research. Excess maximum permissible concentration of iron and rigidity is established. The correlation analysis for identification of communication of incidence of OKA with a share of the tests of water which are not meeting hygienic requirements is carried out.

Keywords: drinking water, hygienic assessment, decentralized water supply, public health

**Е.Г. Шадрин<sup>1</sup>, В.Ю. Солдатова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

<sup>2</sup> – Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия

### **БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ АДМИНИСТРАТИВНОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЯКУТИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ**

Проведена биоиндикационная оценка качества среды на территории городов Якутск и Мирный (Восточная Сибирь, Якутия). Рассматривается величина флуктуирующей асимметрии (ФА) листа березы плосколистной *Betula pendula* Roth.

Исследовано 27 900 листьев. В большинстве проб на городских территориях отмечается статистически значимое повышение ФА по сравнению с природными биотопами. Выявлена положительная корреляция между величиной ФА и автотранспортной нагрузкой и атмосферным загрязнением. Отмечено, что на территории административного центра (г. Якутск) основным источником загрязнения является автотранспорт, вследствие чего наиболее загрязнены крупные улицы и перекрестки с высокой транспортной нагрузкой. На территории промышленного центра (г. Мирный) загрязнение распространяется от техногенно нарушенных земель на жилую зону. Нарушения стабильности развития свидетельствуют об ухудшении условий существования вследствие комплексного воздействия негативных факторов антропогенно преобразованной среды.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, береза повислая, здоровье среды, биоиндикация, антропогенное загрязнение, урбанизированная территория.

Оценка здоровья среды является важной задачей при осуществлении любых мероприятий по планированию территории и обеспечению экологической безопасности на территории города. Одним из перспективных подходов к характеристике качества среды является оценка состояния организмов по нарушениям стабильности развития, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии (ФА) морфологических структур [1]. Представляя собой форму фенотипической изменчивости, ФА отражает суммарное негативное воздействие на развивающиеся структуры организма [2], что позволяет использовать ее в биоиндикации для оценки здоровья среды на территории промышленных предприятий и населенных пунктов [3-7].

**Целью исследования** была оценка экологического состояния городских территорий с разной антропогенной нагрузкой по величине показателя ФА березы повислой *Betula pendula* Roth. (= *Betula platyphylla*).

Исследования проведены на территории городов Мирный и Якутск. Г. Мирный с населением около 40 тыс. человек является центром алмазодобывающей промышленности, г. Якутск с населением более 300 тыс. человек является административным центром Республики Саха Якутия. Основными источниками загрязнения для первого являются предприятия горнодобывающей промышленности, для второго – автотранспорт и теплоэнергетика.

ФА оценивали по пяти признакам строения и жилкования листовой пластинки березы повислой, используя схему, предложенную В.М. Захаровым с соавторами [8]. На территории г. Мирный и в его окрестностях обследовано 20 точек в двукратной повторности (2003 и 2011 гг.). На территории г. Якутска обследовано 80 точек в 2-5-кратной повторности (2000-2018 гг.). В каждой исследуемой точке собирали примерно по 100 листьев (по 10 листьев с 10 растений генеративного возраста). В качестве контроля рассматривали листья, собранные с берез из природных биотопов того же региона. Всего за период исследований

проанализировано: 23 400 листьев на территории г. Якутска и 4 500 – на территории г. Мирный.

Анализ показателя ФА березы плосколистной в природных биотопах региона выявил сходные показатели: в благоприятных условиях величина ФА березы плосколистной варьирует в пределах 0,039-0,044. На территории г. Якутска по годам усредненные показатели ФА березы плосколистной варьировали от 0,046 до 0,051, что может зависеть как от антропогенного воздействия, так и от погодных условий. Для всех сезонов исследования показатель ФА на территории города был неизменно выше, чем в рекреационной зоне.

По мнению В.М. Захарова с соавторами показатель ФА менее 0,044 у березы повислой свидетельствует о минимальных отклонениях от нормы, а свыше 0,054 – о критическом состоянии организма и крайне неблагоприятном состоянии среды [8]. Следовательно, в целом состояние берез в черте г. Якутска можно охарактеризовать как отличающееся от природного и неблагоприятное. При этом отмечен значительный разброс значений показателя ФА – от 0,042 до 0,057. Выявлена статистически значимая положительная корреляционная зависимость между показателем ФА и автотранспортной нагрузкой (коэффициент Спирмена 0,76,  $p < 0,01$ ), а также ФА с содержанием пыли в атмосферном воздухе (коэффициент Спирмена 0,71,  $p < 0,05$ ). В целом территория г. Якутска характеризуется наиболее значительным ухудшением качества среды в зоне наибольшей транспортной нагрузки, причем особенно страдают центральные районы города. Отмечена также зависимость величины показателя ФА от близости к проезжей части дорог и содержания тяжелых металлов в почве [5, 9].

На территории г. Мирный также отмечены существенные различия качества среды между точками. В контрольной точке (природные биотоп) величина ФА составила 0,044. Наиболее значительные нарушения отмечены у берез, подвергающихся негативному воздействию на территории промышленных объектов, многие деревья угнетены, а величина интегрального показателя составляет 0,048-0,054, причем в наиболее загрязненных пунктах величина ФА статистически значимо выше, чем в контрольном биотопе (по критерию Стьюдента  $p < 0,001$ ). Состояние среды на территории г. Мирный в 2003 и 2011 гг. по обобщенным данным можно оценить как удовлетворительное (показатель ФА 0,049), но при рассмотрении по районам города выявлены различия: улучшилось состояние среды в районе улиц, по которым запретили проезд грузовых автомобилей и ухудшилось - в центре и старой части города, это может объясняться накоплением загрязнителей в почвогрунтах. Основным путем загрязнения территории г. Мирный является атмосферный, причем основной вклад в загрязнение вносит пыление от территорий, нарушенных в процессе открытой добычи алмазов (отвалы пустых пород и хвостохранилища).

Таким образом, загрязнение на территории двух рассматриваемых городов имеет разное происхождение. На территории промышленного центра с невысокой численностью населения, каковым является г. Мирный, загрязнение распространяется от техногенно нарушенных земель на жилую зону, в результате центр города менее загрязнен, чем окраины. На территории административного центра (г. Якутск) основным источником загрязнения является автотранспорт, вследствие чего наиболее загрязнены магистральные улицы в центральной части города и в зоне проезда грузового автотранспорта, тогда как на окраинах и в рекреационной зоне состояние среды благополучное.

Работа выполнена в рамках выполнения госзадания ИБПК СО РАН, регистрационный номер рег. номер АААА-А17-117020110054-6. Авторы выражают благодарность сотрудникам и студентам, принимавшим участие в сборе и обработке материала: Н.Н. Алексеевой, Д.Я. Шадрину, Д.Н. Новгородовой, С.В. Петровой, О.А. Атласовой, В.Е. Сертюковой.

#### Литература

1. Захаров В.М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
2. Leary R.F., Allendorf F.W. Fluctuating asymmetry as an indicator of stress. Chance use in protect nature // Acta Zool. Fenica. – 1989. – № 4. – pp. 214-217.
3. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: методика и практика оценки в Москве. – М.: Центр экологической политики России, 2001. – С. 68.
4. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л., Данилов В.А., Шадрин Д.Я. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера (морфогенетический подход). – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2003. – 110 с.
5. Солдатова В.Ю., Шадрина Е.Г. Флуктуирующая асимметрия березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) как показатель качества городской среды // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 5. – С. 70-74.
6. Шабалина О.М., Демьяненко Т.Н. Оценка влияния загрязнения среды и почвенных факторов на показатели флуктуирующей асимметрии листа березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в г. Красноярске // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – № 12. – С. 135-140.
7. Савинцева Л.С., Егошина Т.Л., Ширяев В.В. Оценка качества урбано среды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Вестник Удмуртского Университета. Серия Биология. Науки о Земле. - 2012. - № 2. – С. 31-37.
8. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
9. Солдатова В.Ю., Шадрина Е.Г. Оценка качества среды территории г. Якутска по показателю нарушения стабильности развития березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) [электронное издание]. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2016. – 112 с.

**E.G.Shadrina<sup>1</sup>, V.Yu.Soldatova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia

<sup>2</sup> – North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

## **BIOINDICATING ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY IN ADMINISTRATIVE AND INDUSTRIAL CENTERS ON THE TERRITORY OF YAKUTIA BY THE LEVEL OF FLUCTUATING ASYMMETRY OF SILVER BIRCH**

Abstract. Bioindicational evaluation of environmental quality on the territory of Yakutsk and Mirny (East Siberia, Yakutia) has been performed. Fluctuating asymmetry (FA) value of *Betula pendula* leaves was examined. About 27 900 leaves were examined. In most samples collected on the territories of these cities, statistically significant increase in FA in comparison to undisturbed habitats was registered. Positive correlation between FA value and traffic load as well as atmospheric pollution was found. On the territory of the administrative center (Yakutsk), motor transport was found to be the main source of pollution. Consequently major streets, especially in the immediate vicinity of roadways, and crossroads with heavy traffic load suffer from pollution most. On the territory of the industrial center (Mirny) pollution spreads from technogenically disturbed areas to the residential area. Developmental stability abnormalities indicate deterioration of environmental conditions as a consequence of combined impact of negative factors arising from anthropogenically transformed environment.

Keywords: fluctuating asymmetry, Silver Birch *Betula pendula*, environment fitness, bioindication, anthropogenic pollution, urbanized territories.

**О.В. Шергина, Г.С. Шамбуева, О.В. Калугина**

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,  
Иркутск, Россия

## **РАЗВИТИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЭМБРИОЗЕМАХ, СФОРМИРОВАННЫХ НА ТЕХНОГЕННОМ ОТВАЛЕ**

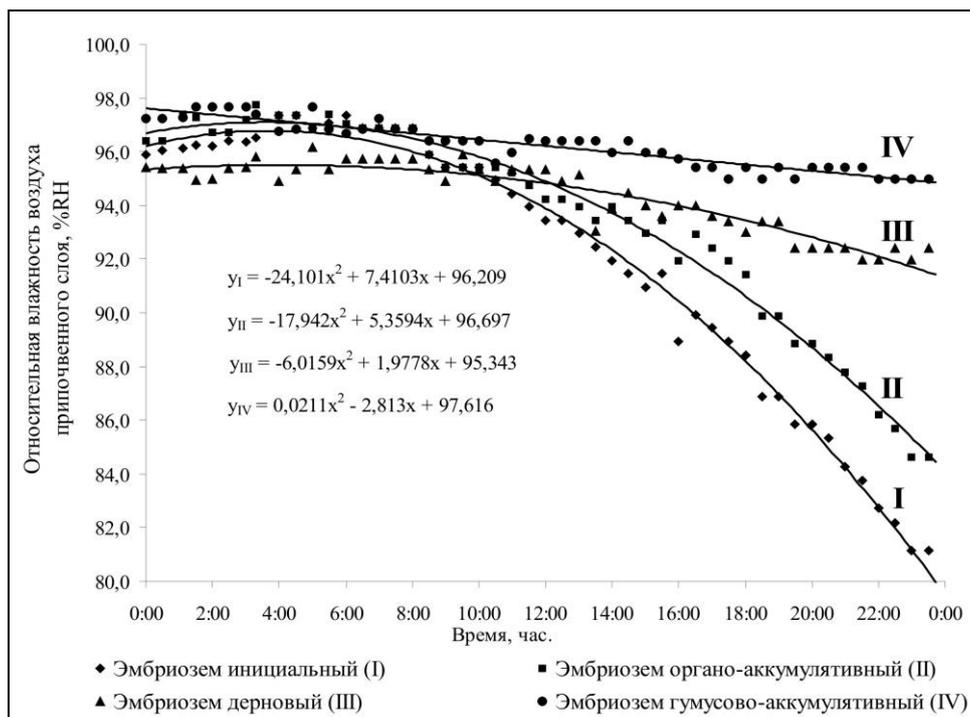
В пределах промышленного отвала крупного химического производства исследовано состояние почв и растительности. Выделено несколько типов эмбриоземов: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые, гумусово-аккумулятивные. Каждой стадии техногенного почвообразования соответствует распространение растительности, при этом выражена четкая тенденция изменения ее состава – от бедного, представленного немногочисленными сорными видами на инициальных эмбриоземах, до сложных группировок травянистых и древесных видов растений на гумусово-аккумулятивных.

Ключевые слова: промышленный отвал химического производства, стадии техногенного почвообразования, эмбриоземы, растительность

Исследования проводились в пределах промышленного отвала крупного химического производства, расположенного в территориальных границах г. Усолье-Сибирское (Иркутская область). Судя по космоснимкам,

общая площадь отвалов этого города составляет 350 га, а шлейф распространения техногенных отходов прослеживается по преобладающему направлению ветров еще на 15–20 км. На территории обследования по морфологическим признакам нами было выделено несколько типов эмбриоземов: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые, гумусово-аккумулятивные, которые можно рассматривать как последовательные стадии техногенного почвообразования [1]. Показано, что эмбриоземы характеризуются слабой степенью дифференциации их минеральной части на генетические горизонты, высокой впитывающей способностью и быстрой испаряемостью с поверхности. В их верхних горизонтах обнаружено значительное содержание таких элементов-поллютантов, как стронций, торий, молибден, селен, бор, мышьяк. Кроме того, эмбриоземы характеризуются высокой щелочностью (рНводн. может достигать 13) и высокими показателями фитотоксичности, превышающими фоновые величины в 6–10 раз. По суммарному показателю концентраций поллютантов [2] инициальные эмбриоземы отнесены к категории чрезвычайно опасного загрязнения; органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные – опасного загрязнения.

По физическим свойствам эмбриоземы, особенно инициальные, отличаются высокой водопроницаемостью, однако их поверхность не защищена от высушивания и ветровой эрозии. В результате в этих техногенно сформированных почвах наблюдается высокая впитывающая способность и быстрая испаряемость с поверхности. При определении естественной полевой влагоемкости показано, что объемное содержание влаги в верхних (0-20 см) слоях инициального эмбриозема составляет 6-9 %, органо-аккумулятивного – 16-18%, дернового – 24-26%, гумусово-аккумулятивного – 32-35%. Проведена также суточная регистрация влажности с помощью гигрохроннов *in situ*. Установлено, что относительная влажность воздуха припочвенного слоя эмбриоземов от полуночи до полудня статистически отличается мало. Значительные отличия наблюдаются во второй половине дня и в вечерние часы, при этом наиболее напряженный режим по обеспеченности влагой складывается для инициального эмбриозема, а наименьшая потеря влаги регистрируется в гумусово-аккумулятивном эмбриоземе (рисунок). В течение суток относительная влажность воздуха припочвенного слоя инициального эмбриозема резко уменьшается – от 97 до 81%RH, тогда как в гумусово-аккумулятивном эмбриоземе она снижается незначительно – от 97 до 94%RH. При таком интенсивном иссушении припочвенного слоя инициального эмбриозема наблюдается, соответственно, низкое содержание кислорода и ограниченная биологическая активность.



Суточная динамика относительной влажности воздуха припочвенного слоя эмбриоземов

Формирование эмбриоземов происходило на промышленном отвале, в состав которого входило большое количество карбоната кальция, вследствие чего в верхних слоях инициального эмбриозема наблюдается интенсивное химическое преобразование карбоната кальция до гидрокарбонатов и бикарбонатов. Этим объясняются обнаруженные нами высокие значения эмиссии  $CO_2$  из верхних слоев инициального эмбриозема, составляющие более 50 мг/10г/сут. Ожидалось, что такие жесткие условия затрудняют формирование начальной стадии почвообразования с участием микроорганизмов. Однако, при микроскопическом исследовании образцов, взятых из инициального эмбриозема, в культурах было обнаружено массовое развитие цианопрокариот. Многочисленны были также мелкоклеточные диатомовые водоросли и представитель эустигматовых – *Vischeria helvetica* (Visch. et Pasch.) Hibb. Всего было выявлено 11 видов наземной альгофлоры.

В верхних горизонтах органо-аккумулятивного, дернового, гумусово-аккумулятивного эмбриоземов уже наблюдается активное протекание биохимических процессов, которые характеризуют начальную стадию развития гумусового вещества и преобразования почв. Это подтверждается при исследовании содержания общего углерода, общего азота, соотношения C/N в верхних горизонтах и эмиссии  $CO_2$  с поверхности почв. Так, в органо-аккумулятивных эмбриоземах наблюдается низкое содержание общего углерода – от 0,3 до 0,5%, общего азота – от 0,025 до 0,05%, соответственно C/N составляет – 12 и 10 ед. Однако такие показатели указывают уже на достаточно благоприятные условия начальной стадии формирования гумусового вещества. В

дерновом и гумусово-аккумулятивном эмбриоземах обнаруживается большее увеличение содержания общего углерода и азота – на 15-40%, снижение соотношения C/N – на 2-3 ед., снижение эмиссии CO<sub>2</sub> – до 10-20 мг/10г/сут., соответственно. Такие значения достоверно указывают на усиление минерализации органического вещества и формирование более стабильных гумусовых веществ.

При натурных обследованиях территории отвала было установлено, что каждой стадии техногенно преобразованных почв соответствует распространение определенных растительных сообществ. Так, на инициальных эмбриоземах растительность представлена небольшими единичными пионерными группировками, сложенными в основном сорными видами (*Artemisia absinthium* L., *Polygonum aviculare* L. s. l., *Atriplex* L.). На органо-аккумулятивных эмбриоземах, помимо сорных видов, в небольшом количестве отмечаются злаки и осоки, также небольшими куртинами могут встречаться кустарники (*Padus avium* Miller, *Caragana arborescens* Lam., *Hippophaë rhamnoides* L., *Salix* sp.) и единичные низкорослые сильно угнетенные деревья *Pinus sylvestris* L., *Populus* sp., *Betula pendula* Roth. На дерновых эмбриоземах процент проективного покрытия более высокий. В растительных группировках преобладают: *Achillea millefolium* L., *Artemisia absinthium* L., *Bromopsis inermis* (Leysser) Holub, *Trofolium hybridum* L., *Trifolium repens* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Potentilla anserina* L., *Medicago sativa* L. Древесная и кустарниковая растительность представлена отдельными группами. На участках отвала, где формируются гумусово-аккумулятивные эмбриоземы, нередко сложные растительные группировки, проективное покрытие травяного покрова составляет от 30 до 50%, в его состав входит около 12-15 видов, древесная растительность представлена небольшими массивами смешанного состава.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют, что в зоне воздействия техногенного отвала растительные сообщества с соответствующими почвенными условиями характеризуются определенной структурно-функциональной организацией и обладают способностью к самовосстановлению.

#### Литература

1. Шергина О.В., Михайлова Т.А., Калугина О.В. Исследования почв и растительных сообществ промышленного отвала в г. Усолье-Сибирское Иркутской области // Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году». – Иркутск: Форвард, 2015. – С. 281–286.
2. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

**O.V. Shergina, G.S. Shambueva, O.V. Kalugina**

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

**DEVELOPMENT OF VEGETATION COVERS ON EMBRIOSMS FORMED ON INDUSTRIALS DUMP**

Complex of parameters was used to study state of soils and vegetation within the industrial dump from the large chemical enterprises. According to the morphological characters some embriozems types were distinguished – initial, organo-accumulative, sod, humus-accumulative. The embriozems differ in vegetative species formed. The clear tendency is observed in formation of the species composition – from poor one on the initial embriozems (only some weed kinds) to complex groups of herbaceous and wood species on the humus-accumulative embriozems.

Keywords: industrial dump of chemical production, stages of technogenic soil formation, embriozems, vegetation

**Л.С. Верзакова, А.Ю. Спирина, Е.В. Васнецова, О.Ю. Ксенофонтова**

Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Чернышевского Н.Г., Российская Федерация

**ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММА *PSEUDOMONAS PUTIDA* P2  
ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ,  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ**

В работе изучена возможность штамма *Pseudomonas putida* P2 использовать различные пестициды в качестве единственного источника углерода, влияние культуры бактерий на прорастание семян, проведено биотестирование штамма на токсичность с помощью дождевых червей и представлены исследования по изучению факторов фитопатогенности и ферментов, обуславливающих инвазивность бактерий в отношении животных и человека.

Ключевые слова: ремедиация почв, биодеструктор, *Pseudomonas putida*, пестициды, прометрин, 4,4-ДДТ, ГХЦГ.

Одной из актуальных задач современной биотехнологии является создание биопрепаратов на основе штаммов–деструкторов ксенобиотиков для решения комплекса задач, связанных с реабилитацией загрязненных почв в результате загрязнения ксенобиотиками [1,2]. Кроме того, при интродукции значительного количества биологических агентов в экосистему важное значение имеет отсутствие у них токсикологического и патогенного действия на растения, животных и человека.

В связи с этим, подбор штаммов-деструкторов для использования в качестве основы биопрепарата является очень ответственным этапом. В данной работе нами изучены факторы патогенности и токсигенности штамма – деструктора пестицида, адаптированного к высоким концентрациям прометрина

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования явился штамм деструктор сим-триазинового гербицида прометрина *Pseudomonas putida* P2, выделенный из почвы, загрязненной пестицидами [1].

Выявление способности штамма использовать различные пестициды в качестве единственного источника углерода проводили по наличию дегидрогеназы [3]. Мацерирующую способность определяли по Джонсону [4]. Целлюлолитическую активность выявляли на минимальной агаризованной глюкозо-солевой среде с помощью красителя конго красного (4мл) [4].

Изучение влияния микроорганизма деструктора на прорастание семян однодольного (пшеница) и двудольного (морковь) растения проводили в чашках Петри. Семена раскладывали на фильтровальную бумагу по 100 штук в каждую чашку и наливали требуемое количество дистиллированной воды (контроль) и взвеси исследуемых бактерий (опыт). Всхожесть определяли на 10 день по формуле с поправкой на всхожесть в контроле:  $A = B/C \cdot 100\%$ , где, В – количество семян, проросших в опыте; С – количество семян, проросших в контроле [5].

В качестве ферментов, обуславливающих инвазивность бактерий в отношении животных и человека, были изучены фибринолизин, гемолизин и аргининдегидролаза. Фибринолизин определяли в пробирке с фибрином (отмытый от эритроцитов сгусток крови) куда вносили испытуемую культуру. Гемолизины определяли путем посева испытуемой культуры «бляшками» в чашку Петри с кровяным агаром [6].

Определение аргининдегидролазной активности изучали на среде следующего состава (г/л): пептон ферментативный – 1 г; NaCl – 5 г;  $KH_2PO_4$  – 0,3 г; L(+) аргинин•HCl – 10 г; феноловый красный – 0,01 г; агар-агар – 15 г; pH=6,9-7,0. Микроорганизмы, обладающие аргининдегидролазой, образуют из аргинина в анаэробных условиях  $NH_3$ , что сопровождается защелачиванием среды и изменением цвета индикатора. В случае положительной реакции у бактерий, выращенных в анаэробных условиях, цвет среды изменяется с желтого на красный [6].

Определение токсичности почвы биотестированием с помощью дождевых червей проводили методом кратковременного биотестирования (screening test) – до 2-х суток и длительного (хронического) – до 28-30 суток [7]. В исследовании использовали особи гибрида калифорнийского гибрида (*Eisenia foetida*). Расчет посадки тест-объектов в контейнеры составлял 20 особей на 2 кг субстрата. Суспензию микроорганизмов деструкторов добавляли в почву в количестве  $10^8$  кл/г.

Статистическую обработку данных проводили с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007).

**Результаты и обсуждения.** Определение дегидрогеназной активности штамма деструктора прометрина показало, что данный штамм может также использовать в качестве единственного источника углерода действующие вещества пестицидов малатиона, ГХЦГ и 4,4-ДДТ.

Анализ ферментативной активности штамма в отношении растительных тканей не выявил мацерирующей и целлюлолитической активности. Изучение факторов патогенности в отношении животных и человека не показало наличие аргининдегидролазы, фибринолизина и гемолизина. Следовательно, исследуемый штамм деструктор не патогенен в отношении растений, животных человека.

Изучение влияния штамма *Pseudomonas putida* P2 на прорастание семян пшеницы сорта «Саратовская 70» и моркови сорта «Самсон» не выявило негативного влияния, а наоборот, обладало стимулирующим

действием. Так, в опыте с семенами пшеницы всхожесть составила 98%, что на 2 % выше контроля, а с семенами моркови всхожесть семян соответствовала 96 %, что на 1 % превышало контрольные значения (таблица 1).

Таблица 1

Влияние штамма *Pseudomonas putida* P2 на всхожесть семян пшеницы сорта «Саратовская 70» и моркови сорта «Самсон»

Семена тест растения	Всхожесть, % (контроль)	Всхожесть, % (опыт)
Пшеница сорта «Саратовская 70»	96	98
Морковь сорта «Самсон»	95	96

Критерием токсичности является отсутствие зарывания дождевых червей в тестируемую почву, активное ползание по поверхности земли и попытки к выползанию из ящика (avoidance test). В связи с эколого-физиологическими особенностями дождевые черви контактируют с почвенными частицами, воздухом и влагой не только на поверхности кожных покровов, но и внутри пищеварительного тракта. Перерабатывая большое количество почвы, они подвергаются прямому влиянию неорганических и органических веществ, находящихся в почве. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Определение токсичности штамма *Pseudomonas putida* P2 с помощью дождевых червей

Варианты опытов	Количество живых особей, %	
	3 сутки от внесения деструктора в почву	30 сутки от внесения деструктора в почву
Контроль – почва без деструктора	99	91, 2
Опыт – почва + деструктор	99	89,9

Проведение биотестирования штамма *Pseudomonas putida* P2 на дождевых червях не выявило острой токсичности культуры. Установлено, что смертность *Eisenia foetida* на 3-ий день эксперимента не превышала 1% в контроле и в пробах с деструктором.

К 30-му дню эксперимента наблюдалась стабильно возрастающая динамика смертности червей в пробах с деструктором до 10,1 %, без него – до 8,8%. Возрастание смертности во всех пробах может быть связано с естественной убылью червей, культивируемых в лабораторных условиях. Результаты 30-го дня также свидетельствует об отсутствии среднелетальных эффектов у дождевых червей к концу эксперимента и отсутствии какого-либо влияния деструктора на показатели тест-объектов (при сравнении с контролем). Наблюдая за

поведением люмбрицид, нами не выявлены отрицательные поведенческие реакции.

На основании полученных результатов *Pseudomonas putida* P2 характеризуется как безопасный, непатогенный штамм и может быть рекомендован для создания биопрепарата, предназначенного для биоремедиации земель загрязненных пестицидами.

#### Литература

1. Олискевич В.В., Талаловская Н.М., Тихомирова Е.И., Ксенофонтова О.Ю., Третьякова С.Э. В Биодеструкторы пестицидов и испытание их эффективности на экспериментально загрязненных почвенных системах/ В книге: IV международная конференция "Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности" Материалы конференции. 2018. С. 110.

2. Ильина Н.А., Тихомирова Е.И., Третьякова С.Э., Ксенофонтова О.Ю., Казакова Н.А., Касаткина Н.А. Биотехнологические аспекты разработки биопрепарата для ремедиации почв, загрязненных фенольными соединениями/В сборнике: Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды Материалы докладов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор И.В. Старостина. 2018. С. 226-230

3. Пат. 2051961– Способ выявления микроорганизмов- деструкторов ксенобиотиков Российская Федерация, МПК Раздел С С12 С12Q С12Q 1/00 – Способы измерения или испытания, использующие ферменты или микроорганизмы; составы для них; способы получения подобных составов/ Гранатская Т.А., Дворникова Т. П.. Дата публикации патента: 10.01.1996.

4. Желдакова Р.А., Мямин В.Е. Фитопатогенные микроорганизмы: учеб.-метод.комплекс для студентов биол.фак.спец.G-31 01 01 «Биология». Минск: БГУ, 2006. 116с.

5. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур.Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. 30 с.

6. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов [и др.] – М.: Издательский центр «Академия», – 2005. – 608 с.

7. Международный стандарт ИСО 11268-1 «Определение загрязнения по острой летальной токсичности у земляных червей».

**L.S. Verzakova, A.Yu. Spirina, E.V.Vasnetsova, O.Yu. Ksenofontova**

Saratov National Research State University named after Chernyshevsky N.G.  
Saratov, Russian Federation

#### **CHARACTERISTICS OF THE STRAIN *PSEUDOMONAS PUTIDA* P2 INTENDED FOR THE RECULTIVATION OF SOILS POLLUTED BY PESTICIDES**

Annotation. The study investigated the possibility of the *Pseudomonas putida* P2 strain to use various pesticides as the sole carbon source, the effect of bacterial culture on seed germination, biotesting of the strain on toxicity using earthworms was carried out, and studies on the factors of phytopathogenicity and enzymes causing invasive bacteria in animals and human.

Keywords: soil remediation, biodestructor, *Pseudomonas putida*, pesticides, prometrin, 4,4-DDT, HCCH.

**Е.Ф. Волосатова, О.П. Диканская, И.О. Тихонова**

РХТУ им. Д.И.Менделеева, г. Москва, Россия

## **НАИЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ РЕВИТАЛИЗАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДЕ**

Водотоки в мегаполисе испытывают значительный экологический стресс и для восстановления их свойств необходима разработка программ ревитализации. Малые реки рассматриваются как естественные коридоры в рамках экологического каркаса города, позволяющие обеспечить непрерывность экологического пространства.

Ключевые слова: малые реки, ревитализация, экологический каркас.

Эффективность функционирования природных компонентов в структуре города достигается за счет их объединения в единую систему пространств, внутри которой возможно сохранение основных ландшафтных связей. Такой системой служит экологический каркас, где объединяющим элементом является река. Согласно идее экологической компенсации, каркас представляет собой единую, взаимосвязанную структуру природных и природно-антропогенных территорий, влияние которых распространяется вниз по склону, дополняется и усиливается за счет возрастания иерархии узлов и транзитных территорий, тем самым увеличивая зону экологического равновесия. В рамках концепции экологического каркаса на основе существующих природных территорий предполагается создание экологической сети (каркаса), состоящей из элементов с определенным режимом их использования, которая могла бы устойчиво функционировать как единое целое, нейтрализуя антропогенные воздействия на ландшафт и предотвращая его деградацию.

В зависимости от уровня экологической сети территории в ее состав входят различные элементы: заповедники, заказники, большие и малые реки (или их участки), сады и парки, участки типичных ландшафтов и т.д., в том числе транзитные территории, к которым причисляются и малые реки, соединяющие различные территории, обеспечивая обмен информацией и энергией. На малые реки приходится более 80% речной системы Московской области, а в бассейне реки Москвы на долю малых рек приходится 99%.

Определяющее значение в сохранении свойств прибрежных территорий как экологического компенсатора и водоохранной зоны имеет выбор функционального использования долины реки – т.е. для получения реальных результатов Программы ревитализации водных объектов необходимо уточнение ее целей и путей практического осуществления – в каком виде мы хотим воссоздать ту или иную малую реку? В прошлые десятилетия считалось, что наиболее удовлетворительные результаты дает восстановление водотоков на уровне доиндустриального периода. Сегодня

понимают, что возвращение реки к тому давнему состоянию является чаще всего невозможным как с точки зрения экономики, так и чисто физически (географически). Ревитализация реки должна учитывать как чисто природные функции, так и специфические человеческие потребности, что требует достижения компромиссов в процессе планирования. К тому же неопределенность в отношении изменений климата, землепользования, роста населения и развития города приводит к неопределенности в отношении будущего речных бассейнов [1].

В настоящее время существенной проблемой является отсутствие процедур совместного планирования и обсуждения вариантов использования прибрежных территорий. Местные жители обычно получают доступ к информации только по окончании этапов планирования и проектирования, а их возможное участие на этих этапах зависит от решения и заинтересованности проектировщика. Однако в системе городского управления уже есть понимание необходимости участия местных жителей во всех этапах проектирования и реализации проекта, т.к. ревитализация реки не заканчивается на этапе выполнения строительных работ, но и требует поддержания водного объекта в нужном состоянии, что невозможно без участия населения.

Участие общественности (волонтеров) очень важно на начальных этапах проектирования, начиная с простого визуального обследования всей прибрежной территории. Далее волонтеры сами организуют и проводят природоохранные акции различных масштабов и вовлеченности. На федеральном уровне (но включая и г. Москву) проводится Всероссийский экологический субботник «Зеленая весна», организуемый Фондом имени Вернадского [2], где также проводят расчистку русел и уборку мусора. В 2017 году волонтеры реализовали экологическую акцию «Живая река» на р. Нара Московской области, где им удалось разобрать 12 речных заторов, достать 53 автомобильные покрышки, выловить 9 продуктовых тележек, собрать с поверхности вод и берегов реки около 200 м<sup>3</sup> мусора. В таких волонтерских акциях обязательно принимают участие школьники - например, в рамках проекта «Поможем малым рекам» активисты Московского детского эколого-биологического центра также проводят ежегодные акции по очистке берегов малых рек г. Москвы от мусора.

На следующем этапе проектирования необходимо проведение полевых исследований, которые включают выявление возможных загрязнителей: отбор проб воды и донных отложений с последующим химическим анализом [3].

И уже только на основании полученных данных возможна разработка проекта по ревитализации реки, который позволит использовать саму реку и прибрежную территорию наиболее эффективно с точки зрения вовлеченности в экологический каркас мегаполиса. Наличие линейных элементов, связующих базовые резерваты, – одно из основных

условий функциональности экологического каркаса. Поскольку фрагментация местообитания является одной из серьезнейших угроз для биоразнообразия, понятно, что связанность резерватов становится основным принципом проектирования регионального экологического каркаса. Естественными экологическими коридорами, распространенными практически повсеместно, могли бы служить речные долины.

Управление экологическими коридорами должно обеспечивать непрерывность экологического пространства. Сегодня только комплексная реставрация всей водно-зеленой системы Москвы – создание на базе возрождаемых рек сети экологических коридоров – поможет решить экологические проблемы мегаполиса.

### Литература

1. UNESCO book: River Restoration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecrr.org/Publications/tabid/2624/mod/11083/articleType/ArticleView/articleId/3784/UNESCO-book-River-Restoration.aspx>. Дата обращения: 19.02.2019.

2. Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского. Всероссийский экологический субботник «Зеленая Весна» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.vernadsky.ru/proekti-fonda/vserossiyskiy\\_ekologicheskiy\\_subbotnik\\_zelenaya\\_vesna/](http://www.vernadsky.ru/proekti-fonda/vserossiyskiy_ekologicheskiy_subbotnik_zelenaya_vesna/). Дата обращения: 19.02.2019.

3. Kramer D., Tikhonova I. Water Contamination Of Moscow's Small Rivers With Different Anthropogenic Impacts. In: Water Resources Management VIII Transaction Series: WIT Transactions on Ecology and the The Environment, Vol 196. P.447-457. doi: 10.2495/WRM150381

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент Тихонова Ирина Олеговна

**E. Volosatova, O. Dikanskaya, I. Tikhonova**

MUCTR, Moscow, Russia

### THE BEST PRACTICES OF REVITALIZATION OF CITY WATER OBJECTS

Watercourses in the megalopolis are influenced by significant environmental stress and for the development of revitalization programs is necessary to restore their properties. Small rivers are considered as natural corridors within the ecological framework of the city, allowing to ensure the continuity of the ecological space.

Keywords: small rivers, revitalization, ecological frame.

**Е.Н. Гинатуллина, С.Н. Намозов, А.К. Куватов**

Институт зоологии Академии Наук Узбекистана

**ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА АЙДАР-  
АРНАСАЙСКОЙ СИСТЕМЫ ОЗЕР ПОД ВЛИЯНИЕМ  
КОЛЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНОГО СТОКА:  
ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООРАЗИЯ  
ВОДНЫХ СООБЩЕСТВ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ**

Одна из основных экологических проблем аридных регионов, в т.ч. центрально азиатского региона, состоит в увеличении стока коллекторно-дренажных вод, с тенденцией ухудшения качества вод поверхностного стока. Основная проблема – это повышение минерализации воды и концентрации биогенных веществ возвратного стока, который попадает в речные артерии и загрязняет поверхностные и подземные воды. Другой проблемой является то, что большой объем воды в коллекторно-дренажных озерах, не может использоваться в настоящее время для рыболовства, аквакультуры, рекреации, или для с/х нужд. Однако, при должном «экологическом» внимании такие озера могут быть ареалами обитания мигрирующих и местных видов птиц и других животных, а также служить для развития экотуризма. В статье дается краткая информация о современных проблемах состояния и использования самой крупной в Узбекистане озерной системы.

Ключевые слова: минеральное загрязнение, биоразнообразие, рыбопродуктивность, гидробионты.

Айдаро-Арнасайская озерная система (ААСО) – крупнейший водоем, образованный на территории Республики Узбекистан в 1969 г. Система представлена 3 озерами: Айдаркуль, Тузкан, Восточный Арнасай (ВА) с Арнасайским водохранилищем, общей площадью около 3,5 тыс. км<sup>2</sup>, с максимальной глубиной около 20 м и средней – 6-7 м). Средняя минерализация воды системы озер зависит от гидрологического режима Чардарьинского водохранилища и поступления воды с Центрального Голодностепского канала (ЦГК) и КДВ. ААСО, в настоящее время, имеет большое природоохранное, так как здесь расположены места зимовки несколько сотен видов птиц, а также встречаются животные – красно книжники. Кроме того водоем имеет рыбохозяйственное значение; так, например, в период с 2003-2011 г.г. в ААСО встречались 26 видов рыб, из них 12 видов промысловых (судак, сом, змееголов, толстолобик, сазан, серебряный карась, аральский усач, туркестанский усач, аральский жерех, самаркандская храмуля, белый амур, щука) [1].

На сегодняшний день в ААСО накоплено воды больше, чем во всех водохранилищах Узбекистана, однако его водный и гидрохимический (солевой) режим до сих пор не стабилен. В пустынной части ААСО выпадает в среднем 150-250 мм осадков в год, на подгорной равнине хребта Нуратау – 200-300 мм, в горах – 300-400 мм осадков в год. В засушливый период с июня по октябрь, Айдаро-Арнасайская система

испаряет большое количество воды. На колебание и повышение минерализации воды в системе оказывает влияние приток солей: 1) из Чардарьинского водохранилища (в концентрации 100-150 мг/л; масса выпадающих в осадок гидрокарбонатов 70 тыс. тон, не превышает 1-2% от суммы всех поступающих солей в озеро), 2) из коллекторов: за период существования системы в нее поступило порядка 300 млн. тон солей, в основном, хлоридного и сульфатного происхождения [2].

В настоящее время минерализация в озерах превышает значение 6-9 г/л (полигалинные воды), и только в Арнасайском водохранилище и Восточном Арнасае составляет 1-4 г/л (мезогалинные воды). Множество прибрежных маленьких озер, окаймляющих основную акваторию водоемов, за счет повышенного испарения с мелководий, как бы подкачивают в себя водные массы и соли, изымая их из основной водной массы. Такие процессы, как показала практика Аральского моря и оз. Балхаш, стабилизировали минерализацию воды в период стабильного режима этих водоемов. Поскольку уровень воды в ААСО не стабилен, этот компонент пока не играет заметной роли для поддержания солевого баланса системы озер. Кроме того, сульфатные ионы начинают выпадать в осадок только при минерализации свыше 20г/л, так что их выпадение в осадок в ближайшие годы возможно только в отшнуровывающихся водоемах и окаймляющих ААСО солончаках [3].

Из наших предыдущих исследований [4,5] известно, что при повышении минерализации озер до 5-8г/л разнообразие их планктонных и бентосных сообществ остается все еще на высоком уровне. Кроме того, при таком уровне минерализации наблюдается появление в планктоне и бентосе озер представителей биоты ранее населявшей Аральское море (11 г/л), основу которого составляли солоноватоводные виды Арало-Понто-Каспийского комплекса.

С другой стороны минерализация выше 3 г/л влияет на рост молодежи и оплодотворяющие способности основных промысловых рыб Узбекистана (карпа, белого амура и толстолобика) [6,7], и в настоящее время, максимальному увеличению биопродуктивности водоема, в т.ч. рыбопродуктивности, будет способствовать поддержание постоянного уровня минерализации 3-5 г/л, а также увеличение площади высших растений по мелководью, которое в свою очередь может быть достигнуто также благодаря стабилизации уровня и береговой линии ААСО. Один из вариантов стабилизации солевого режима для поддержания более низкого уровня минерализации на части акватории ААСО, основан на предложении строительства перегораживающей дамбы с водовыпуском между озерами Тузкан и Айдар. Разделение озерной системы на отдельные водоемы и обеспечение перетока из одной части в другую может сохранить благоприятные условия на части акватории. В частности в одном из ранее реализуемых проектов предлагается отделить котловину

Тузкан от Айдара, так как между ними существует естественный, но сейчас затопленный мыс [3].

Кроме того, развитие рыболовства и рыбоводства на ААСО возможно только, при наличии одного-двух рыбозаводов, построенных на пресных водах Арнасайского водохранилища, что позволит решить проблему зарыбления системы озер подрощенной личинкой промысловых видов семейства карповых рыб и даст возможность развивать прудовое рыбоводство. Рыбопродуктивность таких мезотрофно-сульфатно-хлоридных озер, как Айдар, Арнасай и Тузкан, в нормальных экологических условиях составляет 0,2-0,3 ц/га, то при прудовом выращивании в нашей климатической зоне она достигает 50-100 ц/га, а в садках – до 10 тыс. ц/га [1]. Необходимо также обратить должное внимание на культивирование в ААСО новых гидробиологических объектов, например, мизид и креветок, что будет способствовать увеличению кормовой базы для местных популяций рыб.

#### Литература

1. Экспедиционное обследование Айдар-Арнасайской системы озер в период с 21 сентября по 5 октября 2011 г. // Отчет НИЦ МКВК, Госкомприрода, Институт зоологии АН РУз, Ташкент 2010.

2. Ташмухамедов Б.А., Атабеков И.У., Горелкин Н.Е., Муллабаев Н.Р. Гидробиологический режим Айдар-Арнасайской системы озер. // Узб. биол. ж., 2014, №1, с. 29-32.

3. Атабеков И.У. Математическая модель минерализации Айдар-Арнасай. Проблемы вычислительной и прикладной математики, т.2, Ташкент, 2016, стр. 5-10.

4. Гинатуллина Е.Н. Экологические особенности сообщества зоопланктона Айдаро-Арнасайской системы озер Журнал Вестник КазНУ. Серия экологическая. - Алма-Аты, 2008. Т. 22. - № 1. - С. 36-41.

5. Гинатуллина Е.Н. Зоопланктон равнинных трансформированных озер Узбекистана: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Ташкент 2010. – С. 21.

6. Муллабаев Н.Р. Влияние повышенной минерализации воды на воспроизводство некоторых промысловых видов рыб в Арнасайской системе // Вестник ККО АН РУз. – Нукус, 2007. - № 1 (206). – С. 27-29.

7. Мартынова В.В. Влияние колебания солености на рост, энергетику и рыбоводные качества молоди рыб: Автореф. дисс. канд. биол. наук. – Саранск, 2003. – С. 26.

**Ginatullina E.N., Namozov S.N., Kuvatov A.K.**

Institute Zoology of Academy of Sciences, Uzbekistan

#### **CHANGES OF THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE AIDAR-ARNASAI SYSTEM LAKES UNDER THE COLLECTOR-DRAINAGE WATER: WAYS FOR CONSERVATION OF BIODIVERSITY AND PRODUCTION**

One of main environmental problem of arid regions, with the Central Asian region, it is increasing a back flow of the collector-drainage water to the rivers, with tendency of

decreasing of its water quality. The main pollutions are increasing of water salinity and concentration of biogens. Another problem is that a large amount of water in collector-drainage reservoirs cannot be used at present time for tourism, aquaculture, recreation, and for the agricultural needs. However, if government can pay seriously an “ecological” attention to some of drainage lakes, the water bodies can be as habitat’ places for the migratory and native birds and for other local animals, as well as to be a base for the development of ecotourism and recreation. In the paper is brief information about current situation of present conditions of the largest drainage lake system in Uzbekistan.

Keywords: salinity, biodiversity, fish productivity, aquatic life.

**Н.А. Ильина<sup>1</sup>, Е.И. Тихомирова<sup>2</sup>, О.Ю. Ксенофонтова<sup>3</sup>,  
Н.А. Казакова<sup>4</sup>, Т.В. Андропова<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Ульяновский государственный университет, Россия

<sup>2</sup>Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

<sup>3</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Чернышевского Н.Г., Россия

## **СОЗДАНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ШТАММОВ – ДЕСТРУКТОРОВ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В БИОРЕМЕДИАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ**

Проблема реабилитации почвенного покрова производственных территорий, полигонов ТБО и городской среды считается актуальной, а разработка технологий – востребованной. В наших исследованиях из хронически загрязненных фенольными соединениями почв отобран аборигенный сапрофитный штамм *P. putida* SU12 с усиленным деструкционным потенциалом. Получены образцы биопрепарата для деструкции фенола в жидкой (с микрокапсулами) и твердой (на сорбенте) фазах. Проведено исследование в лабораторных условиях условий ремедиации образцов стерильной и нестерильной почвы (чернозема выщелоченного) загрязненной фенольными соединениями с использованием разработанного биопрепарата. Динамика изменения в пробах почв концентрации фенола в присутствии образцов биопрепарата доказывает его деструкцию в значимых количествах.

Ключевые слова: ремедиация почв, фенольные соединения, биодеструктор, *Pseudomonas putida*, биопрепарат, сорбент

**Введение.** Одной из актуальных задач современной биотехнологии является создание биопрепаратов на основе штаммов–деструкторов ксенобиотиков, выделенных из аборигенной микрофлоры, для решения комплекса задач, связанных с реабилитацией загрязненных почв в результате возрастающей техногенной нагрузки [1-4].

Фенольные соединения представляют собой наиболее распространенный многочисленный класс вторичных соединений с различной биологической активностью. Соединения фенольного ряда

относятся к классу устойчивых органических антисептиков с сильно выраженным токсическим действием. Основными источниками загрязнения фенольными соединениями являются предприятия целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Под влиянием фенольных соединений изменяются почвообразовательные процессы, химические и физические свойства почвы [5, 6]. Кроме того, сильное загрязнение почвы фенольными соединениями приводят к существенным изменениям состава ее микробоценоза и снижению активности микробиологических процессов, так как в условиях высокой интоксикации почвы автохтонная микрофлора, как правило, ингибируется. В этих случаях процесс самоочищения почв практически полностью угнетен, и восстановить такую почву возможно только принудительным способом.

В процессе принудительной биоремедиации в загрязненные почвы вносятся биопрепараты, основанные на целевых штаммах-деструкторах. Наиболее целесообразным с экологической точки зрения считается селекционный способ с выделением деструкторов из состава аборигенной микрофлоры хронически загрязненных почв [7]. У таких штаммов стабильный деструктивный потенциал генетически закреплен в поколениях. Однако многие авторы применяют «стрессовый» способ получения специфичных биодеструкторов при искусственном лабораторном загрязнении почв целевым ксенобиотиком. В этом случае штаммы с высокой степенью деструкции загрязнителя выживают.

Учитывая актуальность и востребованность разработки биопрепаратов для биоремедиации почв, загрязненных фенольными соединениями, нами были проанализированы имеющиеся в литературе данные о выделении штаммов деструкторов, биотехнологических аспектах выделения таких штаммов из хронически загрязненных почв и из образцов почв с экспериментальным загрязнением.

Основная цель исследования: выделение штаммов – деструкторов фенольных соединений из хронически загрязненных почв Ульяновской области, разработка биопрепарата и его использование в биоремедиации загрязненных почв в лабораторных условиях.

**Материалы и методы.** Были исследованы образцы хронически загрязненной фенольными соединениями почвы (чернозема выщелоченного) с полигона в Тереньгульском районе Ульяновской области и лабораторные почвенные системы, экспериментально загрязненные фенольными соединениями в концентрации 10, 100 и 1000 ПДК.

Деструктивную активность выделенных штаммов изучали на безуглеродной минеральной среде М9 с добавлением постепенно увеличивающихся количеств фенола, эквивалентных РНЕС (элективная среда). Концентрацию бактериальных клеток в культуральной жидкости

измеряли на спектрофотометре СФ-102 при длине волны  $\lambda = 630$  нм, в кювете 10 мм (ОП<sub>630</sub>) и определяли по калибровочному графику, выражающему зависимость оптической плотности от количества клеток, определенного по стандарту мутности БАК-10 (ООО «ОРМЕТ»).

Определение концентрации фенольных соединений проводили на хромато-масс-спектрометре Agilent Technologies (GH 7820A, MS 5975). Пробоподготовку и экстракцию проводили в соответствии с МУК 4.1.1062–01 Методические указания. Хромато–масс–спектро–метрическое определение труднолетучих органических веществ в почве и отходах производства и потребления [8]. Степень биodeградации фенола рассчитывали как отношение разности между начальным и конечным содержанием углерода в пробе к начальному содержанию углерода и выражали в процентах.

Статистическую обработку данных проводили с помощью встроенного статистического пакета Excel (MS Office 2007). Повторность всех экспериментов трехкратная.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что при разовом воздействии фенольных соединений происходят существенные изменения в микробоценозе почв, а при хроническом загрязнении – сильное угнетение всех групп почвенных микроорганизмов. Из образцов почв были выделены 14 штаммов-деструкторов фенольных соединений, проведена их идентификация и тестирование на проявление патогенных признаков. Проведено детальное изучение деструктивных свойств этих штаммов в жидких и почвенных средах [9]. Для дальнейших исследований выбран наиболее эффективный штамм-деструктор, идентифицированный как *Pseudomonas putida* SU12. Проведенная с ним селекционная работа позволила достичь утилизации в жидкой среде до 75,6 % фенола от исходной концентрации в 500 ПДК за 9 дней. В лабораторных условиях были определены необходимые условия для интродукции взвеси клеток биодеструктора в загрязненную фенолом почву, и его контроля в общей массе аборигенных микроорганизмов при высеве из образцов почвы на индикаторную среду с авторскими модификациями [10]. Было показано, что штамм хорошо приживается в образцах почв с разным уровнем загрязнения, является конкурентноспособным и не является антагонистом для резидентной микрофлоры. Анализ качества очистки лабораторных почвенных образцов через 30 дней после интродукции штамма *P. putida* SU12 в почву с максимальным загрязнением 500 ПДК фенола показал, что остаточное количество фенола составило 46 % от исходной концентрации, а остаточная токсичность почвы – 38 % от исходного.

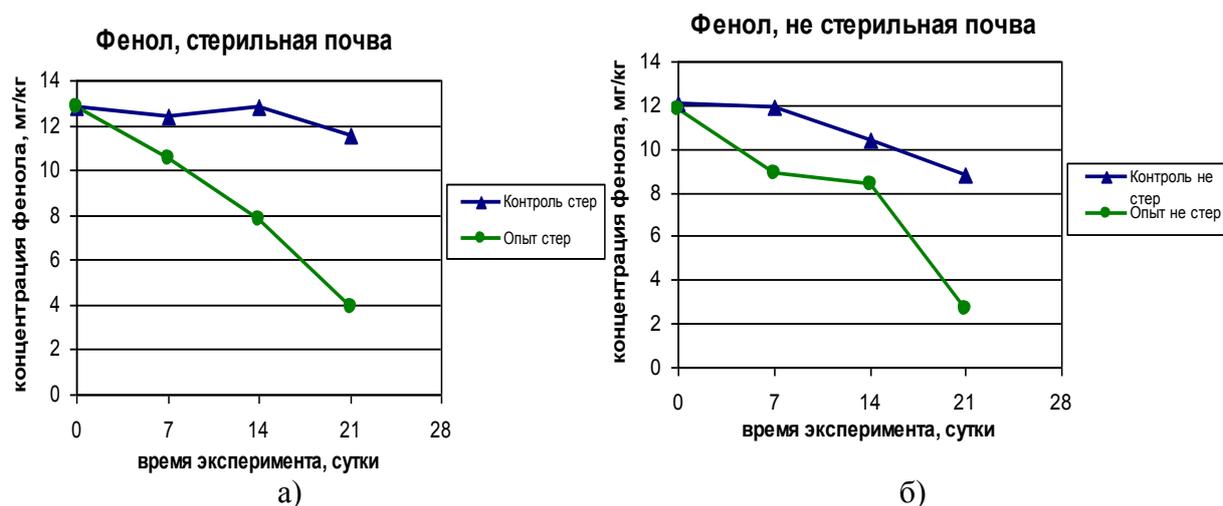
Проведено подтверждение идентификации штамма-деструктора фенола *P. putida* SU12 с определением нуклеотидных последовательностей фрагментов гена 16S рНК в лаборатории молекулярной биологии ФГБУ «ВГНКИ». Сравнительный анализ полученных последовательностей

проведен с использованием баз данных BI (GenBank, EMBL, DDBJ, PDB) и обнаружена гомология 100% с последовательностями штамма *Pseudomonas putida*. Штамм *P. putida* SU12 депонирован в качестве деструктора фенола в НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика (г. Москва).

Для усиления деструктивного потенциала выделенного штамма *P. putida* SU12 была разработана и применена схема циклического поэтапного увеличения концентрации фенола в жидкофазной среде в сочетании с промежуточным этапом накопительной культуры. В результате этот штамм стал способен снижать концентрацию фенола в жидкой среде на 92,6 % от стартовой концентрации 340 мг/л за 7 дней, и расти на плотной среде с концентрацией фенола 700 мг/л.

Была отработана технология иммобилизации клеток штамма-деструктора на вариантах сорбента-носителя, и разработаны 2 опытных образца комбинированного биопрепарата: жидкофазная система из взвеси бактерий с концентрацией  $10^8$  кл/мл в сбалансированном растворе минеральных солей и микрокапсул из полимочевины и твердофазная система из бентонитовых гранул, инокулированных бактериями [11].

Проведено моделирование в лабораторных условиях ремедиации почв, загрязненных фенольными соединениями, в сравнительном аспекте с использованием стерильной и нестерильной почвы. Результаты исследований деструктивной способности образца биопрепарата в твердой фазе (с сорбентом) в загрязненной фенолом почве, представлены на рисунке.



Динамика изменения концентрации фенола в почве с образцом биопрепарата в твердой фазе (с сорбентом): а) деструкция фенола в стерильной почве; б) деструкция фенола в не стерильной почве

При анализе данных по динамике изменения концентрации в почве фенола отмечено небольшое уменьшение в нестерильном контроле. В то время как в стерильном контроле фенол оставался практически без

изменения. В связи с этим, можно предположить, что часть аборигенных микроорганизмов, видимо, обладает некоторой способностью к деструкции фенола.

В опытных образцах почвы с внесенными образцами деструкторов концентрация фенола уменьшалась достаточно интенсивно. Однако при сравнении между собой процессов снижения концентрации фенола в обоих вариантах почв (стерильной и не стерильной) значительных различий не отмечено. Деструкторы, внесенные в почву с уже существующей там аборигенной микрофлорой, утилизировали фенол так же эффективно, как и в стерильной почве. Уменьшение концентрации фенола с учетом естественной убыли за 21 сутки составило: в стерильном образце – 59,3 %, в не стерильном образце – 49,8 %. Анализируя полученные данные по динамике изменения концентрации в образцах почвы фенола в присутствии образцов биопрепарата, можно сделать вывод о деструкции загрязнителя в значимых количествах. При этом существенного вклада в деструкцию со стороны аборигенной микрофлоры не отмечено. Установлено, что исходный штамм-деструктор фенола *P. putida* SU12 в присутствии аборигенной микрофлоры был конкурентно способен и сохранял свои деструктивные свойства.

**Выводы.** Таким образом, практическое использование полученных результатов заключается в том, что выделенный аборигенный штамм *P. putida* SU12 с высоким деструктивным потенциалом и без факторов патогенности является биодеструктором фенола с отличным биотехнологическим потенциалом в качестве основного компонента в комплексном биопрепарате. На основании лабораторных испытаний эффективности опытных образцов биопрепарата доказана перспектива получения его промышленного образца. Разработанная в лабораторных условиях технология получения биомассы штамма-деструктора фенола *P. putida* SU12 может стать основой для разработки лабораторного технологического регламента производства биопрепарата для деструкции фенольных соединений в хронически загрязненных почвах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ («р-офи-м») №16-44-732050).

#### Литература

1. Биотехнологии для очистки окружающей среды / О.В. Турковская, Л.В. Панченко, Е.В. Дубровская [и др.] // Высокие технологии – путь к прогрессу: Сб. науч. тр. – Саратов: Научная книга, 2003. – С. 76–81.
2. Возможности современных приемов биоремедиации окружающей среды / О.В. Турковская, Е.В. Дубровская, А.Ю. Муратова [и др.] // Биотехнология – состояние и перспективы развития: Материалы 1–го Международного конгресса. – Москва, 2002. – С. 290.
3. Горячева, В.Н. Обеспечение экологической безопасности при использовании фенолов в различных отраслях промышленности / В.Н. Горячева, Е.А.Ратуев, Е.А.

Елисеева [и др.] //Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2018. Т. 8. № 2 (27). С. 129-137.

4. Макаренко А.А. Биосенсоры для детекции сульфоароматических и фенольных соединений на основе бактерий родов *Comamonas* и *Pseudomonas* – деструкторов п-толуолсульфаната и фенола. – Саратов, 2007. – 144 с. 4

5. Ивлев, А. М. Деградация почв и их рекультивация / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева // Владивосток: Изд-во ДВГУ. 2003. 86 с.

6. Макаренко А.А. Биосенсоры для детекции сульфоароматических и фенольных соединений на основе бактерий родов *Comamonas* и *Pseudomonas* – деструкторов п-толуолсульфаната и фенола. – Саратов, 2007.144 с.

7. Соколова, И.В. Выделение, идентификация и подбор условий культивирования микроорганизмов деструкторов фенольных загрязнений производственных сточных вод / И.В. Соколова, Е.А. Кочеткова, С.П. Никонорова //Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2017. № 7. С. 26-33.

8. МУК 4.1.1062-01 Методические указания. Хромато-масс-спектрометрическое определение труднолетучих органических веществ в почве и отходах производства и потребления.

9. Ильина, Н.А. Выделение штаммов-деструкторов фенольных соединений из хронически загрязненных почв и при экспериментальном загрязнении в лабораторных условиях /Н.А. Ильина, Т.В. Андропова, Н.А. Казакова / Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. по материалам 8-й междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. проф. Тихомировой Е.И. – Саратов: СГТУ, 2017. С. 253-256.

10. Ильина, Н.А. Разработка схемы усиления деструктивного потенциала аборигенного штамма *Pseudomonas putida* SU12, выделенного из почв, загрязненных фенольными соединениями / Н.А. Ильина, О.Ю. Ксенофонтова, С.Э.Третьякова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2018. Вып. 4, Т. 18. С. 469-473.

11. Ильина, Н.А. Биотехнологические аспекты разработки биопрепарата для ремедиации почв, загрязненных фенольными соединениями / Ильина Н.А., Тихомирова Е.И., Третьякова С.Э. и др. // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: сборник докладов междунар. науч.-техн. конф. – Алушта- Белгород, 2018. – Ч. III. – 374-378 с.

**N.A. Iina<sup>1</sup>, E.I. Tikhomirova<sup>2</sup>, O.Yu. Ksenofontova<sup>3</sup>, N.A. Kazakova<sup>4</sup>,  
T.V. Andronova<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Ulyanovsk State University, Russia

<sup>2</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

<sup>3</sup>Saratov National Research State University named after Chernyshevsky N.G.  
Saratov, Russia

## **CREATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE BASIS OF STRAINS - DESTRUCTORS OF PHENOL COMPOUNDS AND THEIR USE IN BIOREMEDIATION OF POLLUTED SOILS**

The problem of the rehabilitation of the soil cover of industrial areas, landfills and municipal environments is considered urgent, and the development of technologies is in demand. In our studies, the aboriginal saprophytic strain of *P. putida* SU12 with enhanced destructive potential was selected from chronically contaminated with phenolic compounds.

Samples of a biological product for the destruction of phenol in the liquid (with microcapsules) and solid (on the sorbent) phases were obtained. A laboratory study of the remediation of samples of sterile and non-sterile soil (leached chernozem) contaminated with phenolic compounds using the developed biological product was carried out. The dynamics of changes in the soil samples in the concentration of phenol in the presence of samples of a biological product proves its destruction in significant quantities.

Keywords: soil remediation, phenolic compounds, biodestructor, *Pseudomonas putida*, biological product, sorbent

**М.Н. Козырев, О.А. Арефьева, Л.Н. Ольшанская**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТАЦИИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CHLORELLA SOROKINIANA* К КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Проведены исследования по культивированию *Chlorella sorokiniana* в природных условиях Саратовской области, и разработаны методические рекомендации по ее выращиванию. Хлорелла сорокиниана хорошо адаптируется к культивированию в естественных природных условиях Саратовской области, что может быть применено на практике для создания биофермы по получению биогаза и выделению биологически активных веществ.

Объектом нашего исследования являются микроводоросли *chlorella sorokiniana*. Хлорелла обладает высокой продуктивностью, большим запасом хлорофилла и комплексом редчайших питательных веществ, участвует в процессе фотосинтеза, поглощая углекислый газ, насыщая воздух кислородом [1]. В последнее время популярно ее использование для производства биотоплива и биологически активных веществ [2]. Для культивирования микроводорослей хлореллы в естественных природных условиях наиболее подходящими являются климатические условия с длительным теплым периодом. Поэтому исследования по адаптации сорокинианы к природным условиям Саратовской области являются актуальными.

Для естественных условий Саратовской области характерен теплый период – с мая по сентябрь. Первый теплый период начинается в мае и заканчивается в первой декаде июня; второй период продолжается до середины августа, когда устанавливается среднесуточная температура +15°; третий период длится до третьей декады сентября. Средняя температура воздуха днем в 2017 году составила в июне – 19 °С, в июле – 24 °С, в августе – 23 °С, в сентябре – 15 °С. Для Саратовской области характерны также засушливые периоды с температурой воздуха 30–33 °С.

Интенсивность освещения в теплый период достигает 4000 люкс в солнечные дни, в пасмурные 1300–2000 лк.

При данных климатических условиях были проведены исследования по культивированию *C. sorokiniana* в природных условиях Саратовской области, и разработаны методические рекомендации по ее выращиванию.

Начало культивирования проводилось с июля месяца 2017 г. При культивировании в естественных условиях интенсивный рост наблюдается с первых дней и продолжается в течение всего периода культивирования при обновлении питательной среды и регулировании рН (рисунок 1). Растущая популяция отличается большей долей молодых клеток и меньшей – округлых. Интенсивность роста зависит от суточных колебаний температур. В условиях длительных высоких температур (29–33 °С) в старой культуре постепенно происходят процессы закисания и к отсутствию развития молодых клеток. Из чего можно сделать вывод, что температурный оптимум для роста клеток хлореллы это 27–30 °С (рисунок 2). Замечено, что постоянные высокие температуры для роста микроводорослей менее благоприятны.

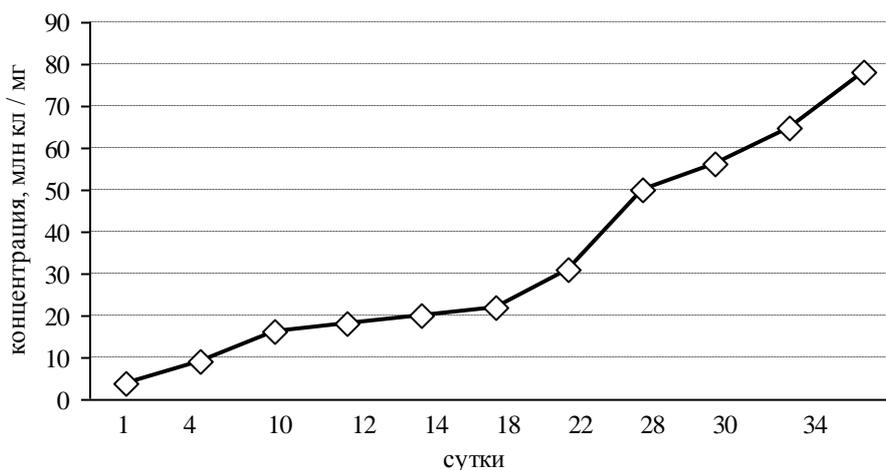


Рис. 1. График зависимости концентрации клеток *C. sorokiniana* от продолжительности культивирования в естественных условиях

Максимальный прирост биомассы водорослей наблюдается в июле и августе при хорошем солнечном освещении, т.е. в самый жаркий период времени (рисунок 3). Цвет суспензии становится насыщенно зеленым и постоянно увеличивается концентрация клеток. В сентябре прирост биомассы сократился, что связано с уменьшением светового дня и понижением суточной температуры.

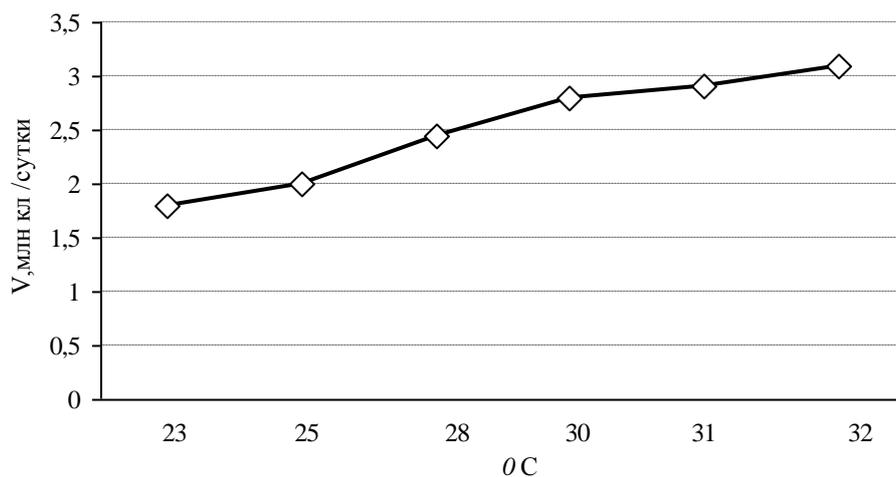


Рис. 2. График зависимости скорости роста клеток *C. sorokiniana* от дневной температуры атмосферы

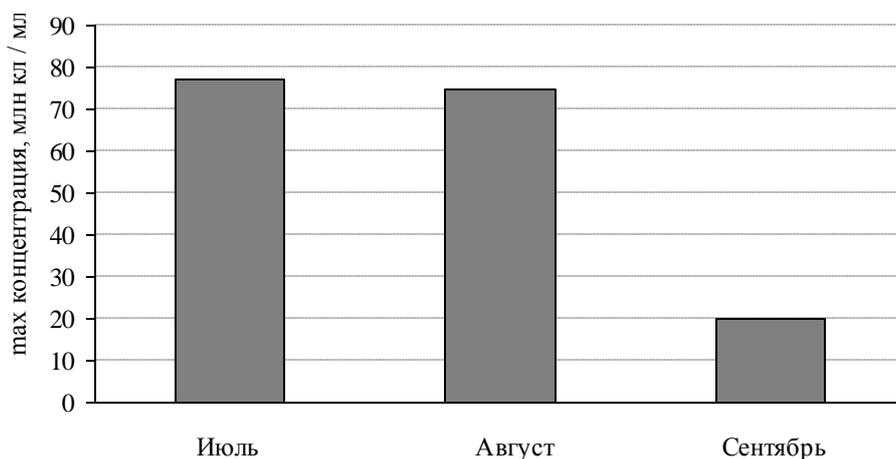


Рис.3. Диаграмма зависимости концентрации клеток *C. sorokiniana* от освещенности и температуры по месяцам года

Таким образом, культивирование проводят в стеклянном биореакторе округлой либо прямоугольной формы, с толщиной стенок 2-3 мм и оптимальной площадью поверхности раздела фаз жидкость-воздух, который помещают на открытый воздух в месте с хорошей солнечной освещенностью, защищенном от попадания осадков.

В качестве питательной среды используют состав, приведенный в таблице. Посев осуществляют из чистой популяции, сформированной в лабораторных условиях при постоянной температуре 19-23 °C и освещенности лампой дневной света 2500 люкс.

Перед осуществлением инокуляции следует провести дезинфекцию биореактора и суспензии водорослей 3%-м раствором перекиси водорода. После инокуляции питательной среды препаратом суспензии микроводорослей размножение клеток происходит естественным путем.

Состав питательной среды для культивирования хлореллы

Наименование вещества	Концентрация, мг/л
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	100,00
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	10,00
CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	100,00
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	500,00
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ·WF	50,00
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	100,00
FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O	4,00
Na <sub>2</sub> EDTA·2H <sub>2</sub> O	6,00
KNO <sub>3</sub>	3,03
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,32
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	2,40

Поверхность биореактора достаточна для растворения необходимого количества кислорода. Для ускорения развития биомассы можно воспользоваться дополнительной аэрацией аэратором с расходом кислорода 1,5 л/мин.

Раз в неделю необходимо дополнительно вносить раствор свежей питательной среды (таблица) для поддержания оптимальных параметров pH среды и микроэлементов.

Культивирование хлореллы в естественных условиях Саратовской области можно проводить в теплый период времени года с мая месяца по сентябрь. Оптимальными для наращивания достаточной биомассы являются летние месяцы (июнь, июль, август).

#### Литература

1. Impact of various physical exposures on *Chlorella Sorokiniana* microalgae cultivation / M. C. Franco, M. F. Buffing, M. Janssen et al. // J.Appl. Phys. 2011 – № 24 – 699 P.
2. Технология получения липидов из микроводорослей [Электронный ресурс]: монография / Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий, М. С. Темнов [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015 г.

**M.N. Kozirev, O.A. Arefyeva, L.N. Olshanskaya**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

#### **RESEARCH OF ADAPTATION OF MICROWAVES OF CHLORELLA SOROKINIANA TO CLIMATE CONDITIONS OF SARATOV REGION**

Annotation. Studies on the cultivation of *Chlorella sorokiniana* in the natural conditions of the Saratov region have been carried out, and methodological recommendations for its cultivation have been developed. *Chlorella Sorokiniana* adapts well to cultivation in the natural environment of the Saratov region, which can be used in practice to create a bio-farm to produce biogas and to release biologically active substances.

А.А. Кулаевский, П.Ю. Юрин, А.С. Жутов

Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ПРОЦЕССЫ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ ИОНАМИ МЕДИ

Исследовано влияния слабого уровня минерализации почв (0,5 %) и ЭМИ КВЧ на процессы фиторемедиации почв, загрязнённых ионами меди. Установлено, что увеличение содержания ионов меди в среде ухудшает ростовые показатели *P. sativum* и *Z. mays*. Наблюдается монотонное снижение индекса толерантности при увеличении концентрации ионов меди и соли в среде. Воздействие ЭМИ КВЧ 65 ГГц стимулирует фитозэкстракционную активность исследуемых видов.

Ключевые слова: почва, фиторемедиация, засоление, тяжелые металлы, ЭМИ КВЧ.

Одними из наиболее распространенных загрязнителей в водных и почвенных экосистемах являются тяжелые металлы, к которым относится, в том числе, медь. Накопление ионов меди в почве приводит к загрязнению сельскохозяйственной продукции, грунтовых вод и наземных водоемов, кумуляции их в тканях и органах животных. По пищевой цепи металл попадает в организм человека, что способствует развитию патологических состояний различной этиологии.

Нередко загрязнение почв ТМ сопряжено с их засолением, связанным с активной мелиорацией земель. Дополнительная антропогенная нагрузка приводит к резкому снижению продуктивности экосистем и, в конечном счете, исключению данных территорий из использования.

Наиболее перспективным методом восстановления загрязненных территорий в настоящее время считается фиторемедиация, эффективность которой зависит от множества факторов: вида растений, типа почвы, гидрологического режима и т.д.

Целью данной работы явилось исследование влияния засоленности и электромагнитного излучения на процессы фиторемедиации почв, загрязнённых ионами меди.

В качестве объектов исследования были выбраны однолетние травянистые растения кукуруза сахарная *Zea mays L.* и горох посевной *Pisum sativum L.* Были проведены эксперименты по выявлению действия минерализации среды и электромагнитного излучения крайне высоких частот (65 ГГц) на процессы фитозэкстракции ионов меди, при их начальной концентрации в почве 1, 2, 4 и 8 ОДК.

На первом этапе нашей работы исследовано влияние факторов на степень прорастания семян растительных культур. Для этого их помещали

в соответствующие водные растворы, через семь суток определяли процент прорастания семян, длину корня и побега.

Получено, что увеличение содержания ионов меди снижает процент прорастания семян *Zea mays*. Исключение составляет лишь раствор с концентрацией 2 ОДК, где наблюдается увеличение всхожести семян на 13 %, интенсификация процессов роста корней на 35 % и проростков на 53 % по сравнению с концентрацией 1 ОДК. Данный факт может быть связан с тем, что медь, являясь структурным компонентом многих ферментов растений, увеличивает скорость протекания биохимических реакций.

Слабый уровень засоления также увеличивает токсичность среды, снижая всхожесть семян на 15-20 % и ингибируя ростовые процессы. Обработка семян электромагнитным полем с частотой 65 ГГц повышает процент прорастания во всех случаях.

Аналогичный эксперимент с горохом, показал, что данный вид более чувствителен к содержанию меди. Увеличение содержания металла в среде приводит к монотонному снижению процента прорастания. При достижении 8 ОДК данный показатель падает на 58% в незасоленной среде и на 73 % в минерализованном растворе. Облучение семян ЭМИ КВЧ частотой 65 ГГц улучшает их прорастание. Также было установлено ухудшение показателей роста *P. sativum* при повышении уровня загрязнения среды тяжелым металлом и минерализации. В условиях засоления почвы и содержания меди, начиная с 2 ОДК, длина корней и ростков растений практически не изменяется.

На следующем этапе нашей работы в лабораторных условиях было исследовано влияние засоления и электромагнитного излучения на процесс фиторемедиации почв, загрязненных ионами меди. Для этого подготовленные семена проращивались гидропонным методом на дистиллированной воде, после чего помещались в почву с заданным уровнем загрязнения. Эксперимент проводился в течение 30 суток. Оценивались следующие показатели: длина корня, стебля, биомасса растений. Далее рассчитывался индекс толерантности вида по отношению ко всем исследуемым факторам – отношение высоты, биомассы корней и побегов растений, подвергшихся действию какого-либо фактора среды, к контрольной группе растений соответственно.

Изменение уровня относительной толерантности исследуемых растений в зависимости от концентрации ионов меди почве отображено на рис. 1.

Видно, что чувствительность исследуемых видов к содержанию тяжелого металла 1 ОДК одинакова и снижена на 10% относительно контроля. При концентрации меди в почве 8 ОДК горох оказывается более устойчивым. При этом наблюдается монотонная тенденция к снижению индекса толерантности.

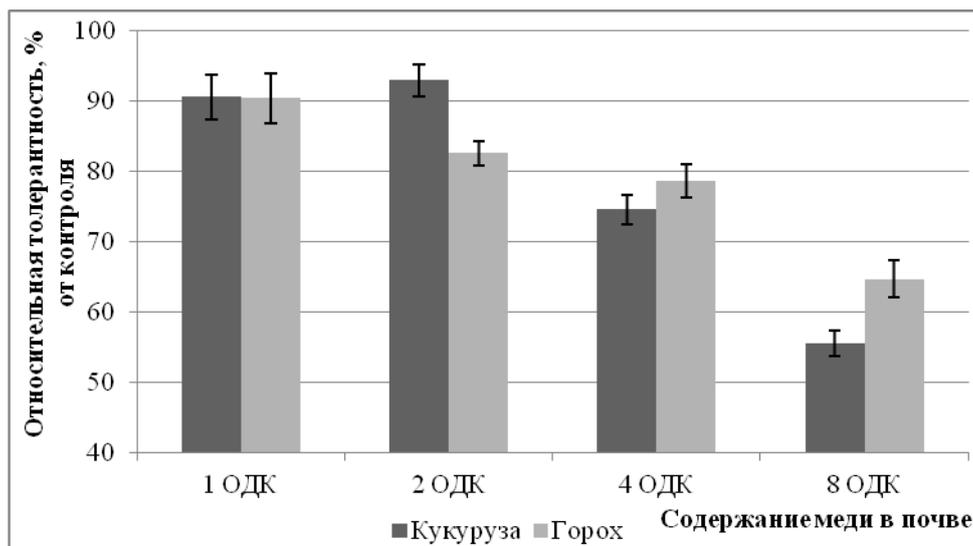


Рис.1. Изменение показателя относительной толерантности в зависимости от концентрации ионов меди почве

Далее было проанализировано действие факторов среды на устойчивость организмов (рис. 2).

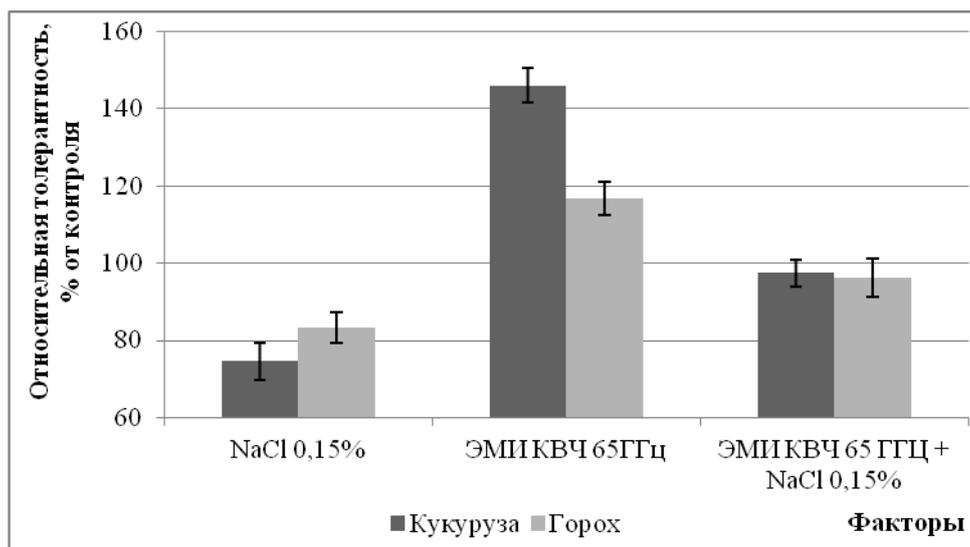


Рис.2. Изменение показателя относительной толерантности в зависимости от факторов среды

Получено, что слабый уровень минерализации почвы (0,5 %) заметно снижает толерантность видов. Так, для гороха данный показатель составляет 83 %, для кукурузы – 74 %. Действие электромагнитного излучения с частотой 65 ГГц улучшает состояние исследуемых видов, что наиболее заметно по результатам с *Z. mays*, где индекс толерантности возрастает на 46%. При аддитивном воздействии ЭМП и минерализации среды устойчивость организмов практически не снижается по сравнению с контрольными величинами.

Таким образом, увеличение содержания ионов металла в почве и повышение уровня ее минерализации ухудшают ростовые характеристики *P. sativum* и *Z. mays*, тем самым снижая эффективность процесса фиторемедиации. Обработка семян ЭМИ КВЧ с частотой 65 ГГц значительно повышает устойчивость данных видов к исследуемым факторам среды.

**A.A. Kulaevsky, P.Y. Yurin, A.S. Zhutov**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

### **INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE PHYTOREMEDIATION OF SOILS POLLUTED BY COPPER IONS**

The salinity and electromagnetic radiation effects on the processes of soil phytoremediation contaminated with copper ions were studied. It was established that an increasing copper concentrations leads to a monotonous decrease in the percentage of seed germination and growth characteristics of *P. sativum* and *Z. mays*. The tolerance index rises monotonically as the concentration of copper and salt increases. The impact of electromagnetic radiation 65 GHz stimulates phytoextraction activity of the studied species.

Keywords: soil, phytoremediation, salinity, heavy metals, EMR.

**A.B. Кошелев, A.B. Алексагин, Е.И. Тихомирова, М.А. Матвеев**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

### **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРОВОГО ШЛАМА И ПРОДУКТА БИОКОМПСТИРОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ШЛАМА И НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ГРУНТА**

В работе представлены результаты использования бурового шлама длительного хранения совместно с продуктом биокomпостирования нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов для получения органо-минерального мелиоранта, который может быть использован при рекультивации техногенного грунта. Показано положительное влияние разработанного органо-минерального мелиоранта на биологическую активность испытуемых модельных техногенных грунтов и снижение их класса опасности.

Ключевые слова: буровой шлам, нефтяной шлам, нефтезагрязненные грунты, биокomпостирование, техногенный грунт, рекультивация

**Введение.** Буровой шлам (БШ) является крупнотоннажным отходом 3-4 класса опасности по экспериментальным методам оценки [1]. Он образуется при бурении скважин, и включает в себя отработанный буровой раствор, выбуренную породу, грунтовые воды. Количество образуемого

БШ зависит от многих факторов: применяемой технологии бурения, глубины скважины, используемой системы водоснабжения и водоотведения, природно-климатических условий и т.д. [2-3]. Буровые отходы сложно закачивать насосом как жидкости и перемещать дорожно-строительной техникой, как это делается с твердыми и сыпучими материалами. Система сбора и хранения отходов в шламовых амбарах, используемая в настоящее время, не обеспечивает надежной защиты природных объектов от загрязнения [4].

Основными факторами негативного воздействия на окружающую среду бурового шлама являются: высокая минерализация, обусловленная содержанием легкорастворимых соединений хлорида калия, карбоната натрия и натриевой щелочи; повышенное содержание тяжелых металлов; устойчивость коллоидной структуры. Утилизация БШ до настоящего времени остается сложной задачей, от решения которой зависит благополучие окружающей среды [5].

Целью настоящей работы явилось изучение возможности использования бурового шлама длительного хранения совместно с продуктом биокомпостирования нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов для рекультивации техногенного грунта.

**Материалы и методы.** Объектом исследования был буровой шлам и его композиции с различными компонентами. В работе использовали объединенные пробы БШ из пяти мест хранения (шламовых амбаров) длительностью более 20 лет в Самарской области. Состав, физико-химические и токсикологические свойства этого БШ были изучены нами ранее, и установлен 4 класс опасности анализируемых образцов БШ по степени негативного воздействия на окружающую среду (6). Исследуемый БШ в значительной мере (до 50%) состоял из исходного бурового раствора, что обуславливало его гелеподобное состояние. Бентонит, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы, полиакриламид, гидроксид натрия, кальцинированная сода и некоторые другие компоненты БШ определяли его коллоидообразующие и коллоидо-стабилизирующие свойства. Органическая часть БШ была представлена компонентами нефти (алканы, парафины), начиная с веществ с углеродным фрагментом C10 и выше до C30-35.

В работе использовали также органосодержащий компонент – продукт биокомпостирования (ПБ), полученный из нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов при их смешении с органическим структуратором (опилками) и биопрепаратом на основе аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов на полигоне биокомпостирования (Самарская область) с годовой выдержкой.

Из образцов БШ и ПБ получили композицию – органо-минеральный мелиорант (ОММ), характеристики которого были далее исследованы.

В работе использовали следующие методы исследования и приборы:

– определение основных свойств коллоидных растворов БШ (размер частиц и дзета-потенциал) на установке Marven Zetasizer Nano ZS (Великобритания);

– определение органической части БШ и его композиций методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием (ГХ-МС) на хромато-масс-спектрометре TRACE GC-DSQ (модель «Thermo Finnigan», США);

– прямое измерение массовой доли (концентрации) химических элементов в исследуемых образцах осуществлялось методом неразрушающего энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) без использования эталонов на спектрометре EDX – 700/8000 Shimadzu (Япония);

– определение солесодержания в водных растворах проводили кондуктометрическими методами с использованием кондуктометра AD 203 (диапазон измерения электропроводности в жидких средах 0 – 2000 мкСм/см) и индикатора качества воды ООО «ГСС» (диапазон определения общей минерализации 0 – 10 г/л и жесткости воды 0 – 20 мг-экв./л).

Класс опасности образцов БШ и композиций ОММ определяли по общепринятым методикам: определения токсичности водных вытяжек из отходов на биотест-объектах дафниях и водоросли хлореллы [7, 8].

Биологическую активность модельной композиции ОММ определяли по ГОСТ 13038-84 «Метод определения всхожести». В качестве биологического объекта были выбраны семена мягкой пшеницы. Семена проращивали в растильнях, в качестве контрольной среды использовали песок (образец 1) с размером частиц 0,4-0,8 мм влажностью 60% [9].

Все результаты получали на основании репрезентативных выборок и анализировали с использованием общепринятых методов статистической обработки данных.

**Результаты и их обсуждение.** Для использования БШ в качестве мелиоранта для рекультивационных работ в него необходимо было добавить органосодержащий компонент. Для этой цели нами была научно обоснована целесообразность использования ПБ, получаемого на полигонах биокомпостирования при переработке отходов производства: нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов. В условиях специальной технологии биоразложения этих отходов нефтеокисляющей микрофлорой при смешении с органическим структуратором, соблюдении режима гуртования, рыхления и т.д. в течение года образуется ПБ, как не опасный отход.

В нашей работе БШ (образец 2) при смешении с ПБ в пропорции 2:1 переходил из вязко-текучего состояния в сыпучее, при этом полностью исчезал запах. Полученный ОММ тщательно перемешали с песком (образец 1) в двух пропорциях 1:10 (образец 3) и 1:15 (образец 4). Песок использовали как контроль модельных техногенных грунтов.

Определяли класс опасности и биологическую активность полученных образцов (таблица).

Биологическая активность и класс опасности исследуемых образцов

№ образца	Среда в растительные	Всхожесть, %	% к контролю	Класс опасности
1	Контроль П (песок)	94	100	5
2	БШ+1000% П	81	86	4
3	ОММ+1000% П	91	97	5
4	ОММ+1500% П	94	100	5

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии разработанного органо-минерального мелиоранта на биологическую активность испытуемых модельных техногенных грунтов: всхожесть семян мягкой пшеницы соответствовало контролю и достигала 100%. Класс опасности БШ в составе композиции ОММ снижался с 4 до 5, т.е. становился неопасным.

**Выводы.** Таким образом, с помощью предложенного способа решается важная экологическая задача – утилизация бурового шлама и продукта биокомпостирования нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов с получением органо-минерального мелиоранта и рекультивацией техногенного грунта.

#### Литература

1. Приказ № 536 от 4.12.2014 г. «Об утверждении критериев отнесения отходов к I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду». Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Зарегистрировано в Минюсте России 29.12. 2015 г. № 40330.
2. Булатов, А.И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ю. Шеметов. – М.: Недра, 1997. 483 с.
3. Барахнина, В.Б. Основы технологии очистки отходов нефтегазового комплекса и оценка ущерба окружающей среде: учеб. пособие / В.Б. Барахнина, И.Р. Киреев, В.В. Свинарев. – Уфа: РУНМЦ МО РБ, 2009. 242 с.
4. Голубев, Е.В. Состав и свойства буровых отходов Западной Сибири / Е.В. Голубев, А.В. Соромотин, Н.А. Вепренцева, Н.Б. Микушина // Мир науки, культуры, образования. 2010. № 6 (25). С.319-320
5. Барахнина, В.Б. Комплексный подход в обезвреживании отходов / В.Б. Барахнина // Экологический вестник России. 2011. №8. С. 22-33.
6. Кошелев, А.В. Исследование состава и физико-химических свойств бурового шлама из шламовых амбаров длительного срока хранения / А.В. Кошелев, А.В. Алексахин, Е.И. Тихомирова / Материалы Съезда экологов России. – Грозный, 2017. С.54
7. МВИ ФР.1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний».

8. МВИ ФР.1.39.2007.03223 «Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей».

9. Петухова В.С. Формирование оптимальных условий для культур-фитомелиоран-тов на буровых шламах. Дис. . канд. биол. наук/ ФГБОУ ВПО «ТГАСУ» Тюмень, 2015. 169 с.

**A.V. Koshelev, A.V. Aleksashin, E.I. Tikhomirova, M.A. Matveyev**

Y.A. Gagarin Saratov State Technical University

### **TO THE QUESTION OF THE USE OF DRILLING SLUDGE AND PRODUCT OF BIO-COMPOSITION OF OIL SLUDGE AND OIL-POLLUTED SOILS FOR RE-CULTIVATION OF TECHNOLOGICAL SOIL**

The paper presents the results of using drill cuttings of long-term storage in conjunction with the product of biocomposing of oil sludge and oil-contaminated soils to obtain organo-mineral ameliorant, which can be used in the reclamation of man-made soil. The positive effect of the developed organo-mineral improver on the biological activity of the tested model man-made soils and the reduction of their hazard class is shown.

Keywords: drill cuttings, oil cuttings, oil contaminated soils, biocomposing, technogenic soil, recultivation

**А.З. Миндубаев<sup>1</sup>, А.Д. Волошина<sup>1</sup>, Э.В. Бабынин<sup>2</sup>, С.Т. Минзанова<sup>1</sup>,  
Е.К. Бадеева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ  
РАН, Казань, Россия

<sup>2</sup>ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Казань, Россия

### **УСТОЙЧИВЫЙ К БЕЛОМУ ФОСФОРУ МИКРООРГАНИЗМ**

Впервые произведены посевы микроорганизмов различных таксономических групп в синтетические культуральные среды, содержащие белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. Показан рост устойчивости культур в результате направленной селекции. Проведен поиск метаболитов белого фосфора. Самая высокая концентрация соответствует превышению ПДК белого фосфора в сточных водах в 5000 раз.

Ключевые слова: биодegradация; детоксикация; белый фосфор; *Aspergillus niger*; культуральные среды; селекция.

Биодegradация становится одним из наиболее популярных методов обезвреживания промышленных стоков [1].

Целью проведенного нами исследования являлась переработка при помощи микроорганизмов белого фосфора – одного из самых опасных

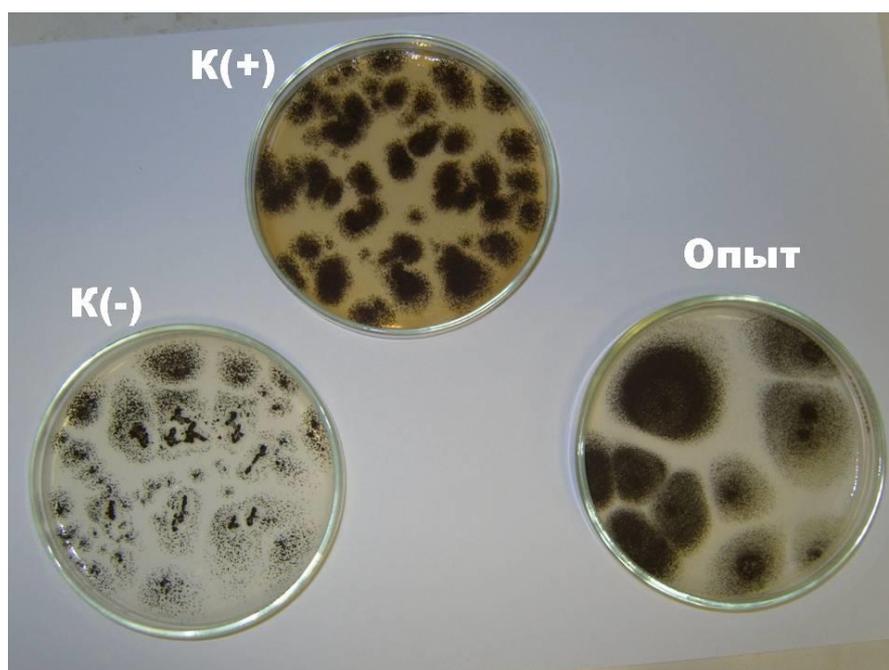
веществ, применяемых в крупнотоннажном химическом производстве. В литературных источниках не найдено сведений о доказанных примерах биологической деградации белого фосфора. Предыдущие работы нашего коллектива [2] позволили пролить свет на практически неизученный вопрос токсичности белого фосфора для прокариот.

Посевы производились в модифицированную среду Придхем-Готлиба. Классическая среда Придхем-Готлиба не содержит источники углерода: в качестве таковых выступают нефтепродукты. Наша модификация включает глюкозу, но не содержит источники фосфора (в качестве такового выступает белый фосфор). Посев *Aspergillus niger*, споры которого были внесены вместе с белым фосфором, производили в среду, содержащую белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. В контрольные среды К (+) вносился фосфат. В контрольные среды К (-) источники фосфора не вносились. Произвели посев выросших *A. niger* в контрольные среды К (+) и К (-). Второй пересев *A. niger* произведен в среды аналогичного состава, третий - в среды с увеличенной концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Четвертый пересев проводился в среды с концентрацией белого фосфора 0.1, 0.5 и 1 % по массе.

На пятые сутки пересеяли культуру *A. niger*, выросшую при 0.05% белого фосфора, в контрольные среды К (+) и К (-). Через шесть суток после посева наблюдалась следующая картина. В среде К (+) с фосфатом выросло значительное число сравнительно мелких колоний: это означает, что большинство спор проросло, что естественно в благоприятных условиях. В среде К (-) без источников фосфора колонии выросли немногочисленные, занимающие сравнительно большую площадь, но очень слабые (практически прозрачные, с неразвитым мицелием и отдельными конидиеносцами, выглядящими, как россыпь черных точек, а не сплошное черное поле). По всей видимости, сказалась нехватка фосфора: агар, используемый для приготовления среды, содержит примесь фосфата, но недостаточную для полноценного роста грибов. Любопытно, что в среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем в К(+), однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицит питательных веществ. Отсюда следует вывод, что в среде с белым фосфором выживают не все споры гриба, но выжившие обладают способностью использовать в качестве источника фосфора либо сам белый фосфор, либо продукты его химических превращений.

Очередной (третий) пересев на 84 день после первого посева, был произведен в среды с более высокой концентрацией белого фосфора, с целью адаптации гриба к ней. Были выбраны концентрации 0.05, 0.1 и 0.2% P<sub>4</sub>. Последняя, самая высокая, концентрация ранее нами никогда не использовалась. Согласно [3], она соответствует тысячекратному превышению ПДК белого фосфора в сточных водах! Тем не менее, даже

при столь высоком содержании белого фосфора в среде наблюдался интенсивный рост колоний гриба. На четвертый день после посева при всех трех концентрациях белого фосфора наблюдалось начало спороношения, но при 0.1 и 0.2%  $P_4$  грибы отставали в развитии по сравнению с 0.05%. Возможно, использованные концентрации исследуемого токсиканта отрицательно сказываются на фертильности грибов, хотя полностью не подавляют ее. Тем не менее, результаты посева позволяют заключить, что черный аспергилл легко переносит присутствие белого фосфора в среде даже в концентрации 0.2%.



Первый пересев устойчивых грибов *A. niger*. K(+) – среда с фосфатом: наблюдался рост 49 спорообразующих колоний *A. niger*. K(-) – среда без источника фосфора: на ней наблюдался рост 33 ослабленных колоний. Опыт – среда с 0.05% белого фосфора: наблюдался рост 11 крупных спорообразующих колоний *A. niger*. Чашки сфотографированы через шесть суток после посева.

Четвертый пересев аспергилла был произведен через 112 суток после первого посева. Концентрацию белого фосфора в среде снова увеличили до 0.5 и 1% по массе. При внесении столь большого количества  $P_4$  густой черный осадок в средах выпадает моментально. Среда издает сильный специфический запах белого фосфора даже спустя несколько суток после посева. Через сутки рост посеянных микроорганизмов еще не наблюдался. Через четверо суток в среде с содержанием белого фосфора 0.5% наблюдался рост мелких колоний аспергилла, имеющих еще белый цвет (то есть рост сильно замедлен). В средах с 1% белого фосфора через четверо суток после посева рост не наблюдался. По-видимому, выпавший черный осадок фосфидов перевел в нерастворимую форму микроэлементы, присутствующие в среде и необходимые для роста микроорганизмов.

Следует отметить, что по [3], концентрация белого фосфора 0.5% соответствует 2500 ПДК! Грибы развиваются очень медленно. По-видимому, данные концентрации белого фосфора близки к предельным, при которых еще возможен рост грибов. Рост стрептомицетов при 0.5% не наблюдается и спустя 19 суток после посева. На восьмые сутки на поверхности колоний аспергилла наблюдается россыпь спор, т.е. грибок сохранил способность к размножению! Напомним о том, что концентрация белого фосфора 1% это превышение ПДК в сточных водах в 5000 раз!

На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, при которой рос аспергилл, составляла 0.5%. Поскольку в литературе отсутствуют сведения о микроорганизмах, устойчивых к P<sub>4</sub>, представленная работа имеет бесспорную новизну.

Для генетической идентификации гриба, метаболизирующего белый фосфор и отнесенного к виду *Aspergillus niger*, была определена нуклеотидная последовательность его регионов ITS1 и ITS2. Сравнение полученной последовательности с последовательностями базы данных GenBank с помощью системы BLAST, позволяет идентифицировать данный микроорганизм, как новый штамм *A. niger*. Ему мы присвоили номер *A. niger* AM1. Нуклеотидная последовательность штамма опубликована в базе данных GenBank, где ей присвоен номер KT805426.

#### Литература

1. Миндубаев А.З. Кто съел полиэтилен? // Наука и жизнь. 2018. № 4. С. 32-38.
2. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Хаяров Х.Р., Минзанова С.Т., Яхваров Д.Г. Микробиологическая деградация белого фосфора // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 1. С. 33-37.
3. Barber J.C. Patent US5549878.

**A.Z. Mindubaev<sup>1</sup>, A.D. Voloshina<sup>1</sup>, E.V. Babynin<sup>2</sup>, S.T. Minzanova<sup>1</sup>, E.K. Badeeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup>Kazan (Volga region) federal university, Kazan

#### **RESISTANT TO WHITE PHOSPHORUS MICROORGANISM**

For the first time different taxonomic groups of microorganisms are inoculated on culture medium containing white phosphorus as the single source of phosphorus. The increase of cultures resistance resulting from directed selection is demonstrated. Carried out search for the white phosphorus metabolites. The highest concentration corresponds to 5000 times excess of MPC of white phosphorus in wastewater.

Keywords: biodegradation; detoxication; white phosphorus; *Aspergillus niger*; culture medium; selection

Л.Н. Ольшанская, О.В. Титоренко, Е.М. Баканова

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## ЛОКАЛИЗАЦИЯ НИКЕЛЯ В ФИТОМАССЕ СОИ В ПРОЦЕССЕ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ

Исследовано распределение никеля в тканях сои без и при предварительной обработке семян растений УФ-облучением ( $\lambda=290$  нм). Установлено, что локализация никеля происходит преимущественно в корнях сои, ткани которых выполняют барьерную функцию, защищая стебли и листья, а также генеративные органы от поллютанта. УФ – облучение оказало благоприятное воздействие на растения в процессе фиторемедиации катионов никеля из почвы. При одинаковых условиях они были более жизнеспособны и содержали большее количество клеточного электролита, необходимого для эффективного протекания биоэлектрoхимических процессов в клетках и тканях растений.

Ключевые слова: никель, фиторемедиация, фитомасса, соя, локализация, корни, УФ-облучение.

**Введение.** Развитие методов очистки почв от ионов тяжелых металлов (ТМ) с помощью растений повышает интерес к выявлению механизмов взаимодействия растений с металлами. При разработке мероприятий по охране природной среды от загрязнения техногенными выбросами необходимо учитывать поступление тяжелых металлов в растения из атмосферы через листовую поверхность, из почвы через корневую систему, а также влияющие на них факторы. Важное место при исследовании влияния ТМ на растения занимает изучение процессов их поглощения и передвижения в органах, тканях и клетках. Растения способны поглощать из окружающей среды в больших или меньших количествах практически все химические элементы. Однако, с позиции минерального питания, тяжелые металлы делятся на две группы [1, 2]: 1) необходимые в незначительных концентрациях для метаболизма растений (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo), которые становятся токсичными, если их содержание превышает определенный уровень; 2) металлы, не участвующие в метаболизме растений (Ni, Pb, Cd, Hg), которые токсичны даже в очень низких концентрациях.

В зависимости от вида растений содержание в них металлов может изменяться в разы и на порядки. Разные виды растений, а также сорта (линии) одного вида различаются по способности накапливать ТМ даже при одной и той же их концентрации в почве. Например, при выращивании овощных культур на загрязненных кадмием почвах концентрация металла в листьях салата, шпината, сельдерея и капусты оказалась выше, чем в листьях томата, кукурузы, бобов и гороха [3]. На накопление ТМ оказывают влияние возраст растений, погодные условия, условия эксперимента, например,

содержание кадмия и цинка в растениях – аккумуляторах было значительно выше при выращивании их на питательном растворе с добавлением этих элементов, чем на загрязненных ими почвах [4].

Вопрос о локализации металлов в растительном организме имеет большое значение при изучении их токсического действия и механизмов устойчивости. Разные органы, ткани и даже различные клетки внутри одной ткани растения по-разному накапливают металлы; их распределение в целом организме может быть крайне неравномерным. В настоящее время разработаны простые в использовании гистохимические методы, которые позволяют оценить распределение, накопление и пути передвижения металлов в растениях [5]. В их основе лежит образование окрашенных комплексов исследуемого металла и подобранного к нему реагента в клетках и тканях растения. В сочетании с методами определения суммарного содержания металлов в органах растений гистохимические методы позволяют выстроить полную картину взаимодействия металла и растения.

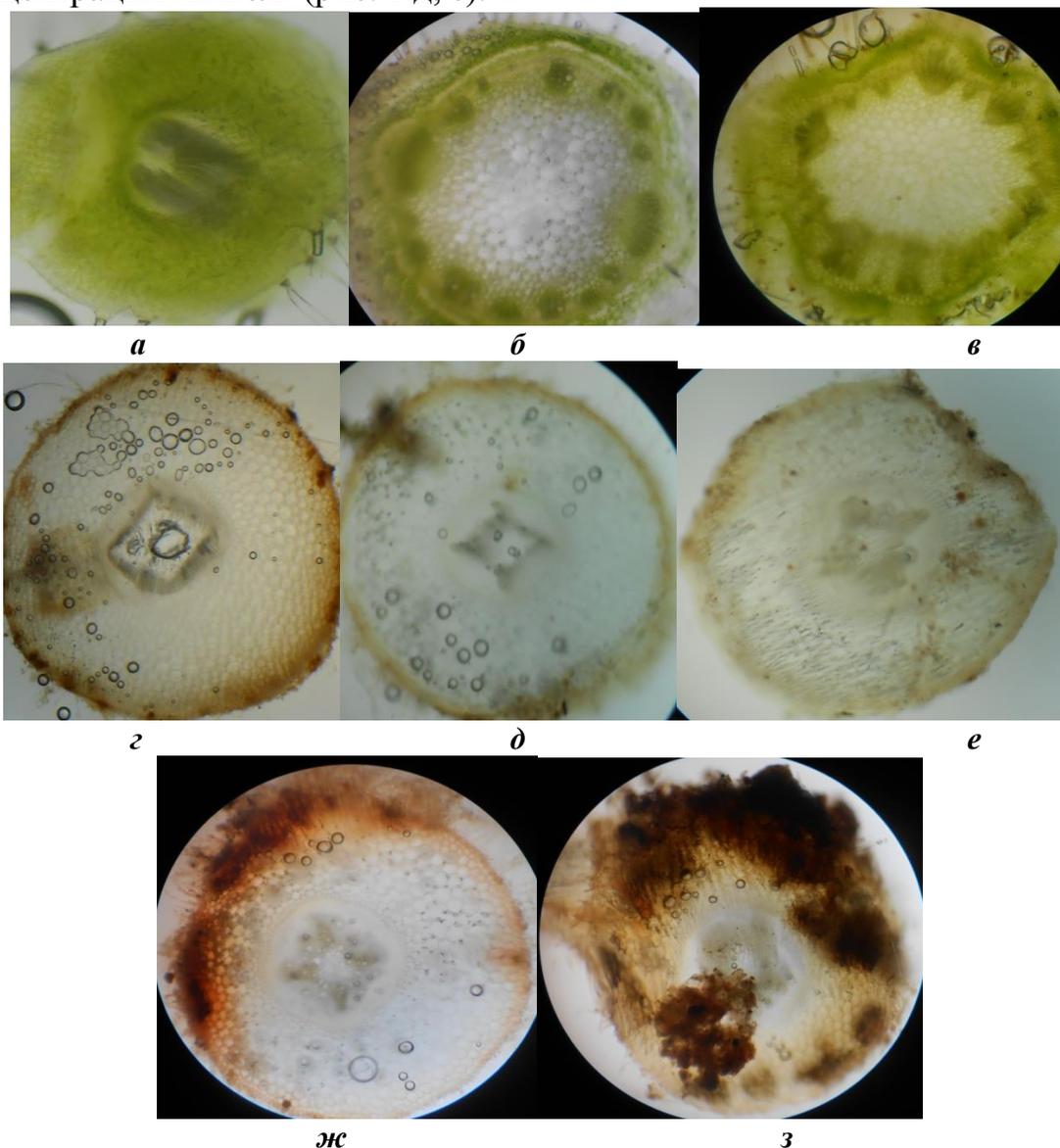
**Материалы и методы.** Нами исследовано распределение никеля в тканях сои (рис. 1) без воздействия внешних физических полей на семена растений и после обработки их УФ-облучением ( $\lambda=290$  нм). Концентрации никеля взяты в величинах предельно-допустимых концентраций (ПДК) [6]. По истечении всего периода роста (28 дней) отбирали пробы растений (стеблевую часть и корень) и изучали изменения, произошедшие в них путем определения погибших клеток методом витального окрашивания. Живые клетки сильно ограничивают проницаемость внутрь органических веществ, и помещенные в раствор красителя они практически не окрашиваются. В мертвые клетки краска проникает свободно.

Для исследования локализации металлов в растении использовали микроструктурный метод анализа. Срезы растений для определения никеля предварительно окрашивали диметилглиоксимом, который легко проникает в мертвые ткани и клетки растения, накрывали покровным стеклом и анализировали на микроскопе «МИНИМЕД-502» при 100 -кратном увеличении. Фотографии препаратов делали с помощью цифрового фотоаппарата. Масштаб определяли объект-микрометром отраженного света ОМО, снимки обрабатывали на компьютере с использованием программы Gimp 2.8. По окрашенной площади судили о распределении металла в фитомассе, процессах цитоплазмоллиза или некроза растений.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что основным путем поступления  $Ni^{2+}$  в растения является его поглощение корневой системой из почвы. Доступность  $Ni$  в большинстве случаев уменьшается с повышением рН почвенного раствора за счёт образования малорастворимых комплексов [7]. Действие солей  $Ni$  в одинаковых концентрациях на разные виды растений отличается.

У растений-исключателей, в связи с преимущественным накоплением  $Ni$  в корнях, рост корня ингибируется сильнее, чем рост побега, поэтому

«корневой» тест широко применяется для оценки токсичности тяжёлых металлов и других токсикантов [8]. Анализ полученных нами данных указывает на то, что активное накопление никеля наблюдается в корнях растения (рис. 1 г-з). Было отмечено окрашивание корневых волосков, ризодермы, паренхимы корня. Следует отметить, что без воздействия УФ (рис. 1 г) присутствие металла в растениях сои даже при более низких концентрациях было более выражено по сравнению с растениями, подвергнутыми воздействию ультрафиолета при одинаковых концентрациях никеля (рис. 1 д, е).



#### Микроструктура сои.

Поперечный срез стебля сои: а-15 ПДК  $Ni^{2+}$  без УФ; б - 5 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (24 ч);  
 в - 15 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (24 ч);  
 поперечный срез корня сои: г- 10 ПДК  $Ni^{2+}$  без УФ; д - 5 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (24 ч);  
 е - 10 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (6 ч); ж – 10 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (24 ч); з - 15 ПДК  $Ni^{2+}$  + УФ (6 ч)

Без УФ окрашена большая площадь корня и проявлялись признаки цитоплазмоллиза и некроза растений. Воздействие УФ (рис. 1 д, е) оказало

падающее действие, фитомасса растений была более «живой» (бледно бурая, по сравнению с коричневой) и явных признаков цитоплазмолита и некроза не наблюдалось.

В тканях стебля присутствие никеля (витальное окрашивание тканей) отмерших клеток сои (рис. 1 а, б, в) практически не выявлено.

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что локализация никеля происходит преимущественно в корнях сои, её ткани выполняют барьерную функцию (эндодерма), защищая стебли и листья, а также генеративные органы от поллютанта, что согласуется с литературными данными. Установлено, что УФ – облучение оказало благоприятное воздействие на растения в процессе фиторемедиации катионов никеля из почвы. При одинаковых условиях они были более жизнеспособны и содержали большее количество влаги, а, следовательно, и большее количество клеточного электролита, необходимого для эффективного протекания биоэлектрoхимических процессов в клетках и тканях растений.

#### Литература

1. Иванов, В.Б. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия / В.Б. Иванов, Е.И. Быстрова, И.В. Серегин // Физиология растений, 2003. -Т. 50. - С. 445-454.
2. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. - Л.: Агропромиздат, 1987. – 67 с.
3. Косицин, А.В. Действие тяжелых металлов на растения и механизмы металлоустойчивости / А.В. Косицин, Н.В. Алексеева-Попова.- В кн. Растения в экстремальных условиях минерального питания. Л.: Наука, 1983.- С. 5-22.
4. Бессонова, В.П. Клеточный анализ роста корней *Lathyrus odoratus* L. при действии тяжелых металлов / В.П. Бессонова // Цитология и генетика. - 1991. Т. 25, № 5.- С. 18-22.
5. Серегин, И.В. Гистохимические методы определения локализации тяжелых металлов и стронция в тканях высших растений / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Физиология растений. – 2011. – Т. 58. - № 4. – С. 617-623.
6. Моделирование загрязнения чернозема свинцом с целью установления экологически безопасной концентрации / С.И. Колесников, М.Г. Жаркова, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // Экология и промышленность России.- 2009. – август. – С. 34-36.
7. Серегин, И.В. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения / И. В. Серегин // Физиология растений – 2001. – Т. 48, № 4. – С. 606 - 630.
8. Влияние природы солей меди на ее миграционные свойства в системе почва-растение [Текст] / Т.А. Чеснокова, Л.В. Шведова, А.С. Терехова, А.В. Невский // Экология и промышленность России.- декабрь.- 2010.- С. 34 - 36.

**Olshanskaya L.N., Titorenko O.V., Bakanova E.M.**

## **LOCALIZATION OF IN SOI PHYTOMASS IV THE PROCESS OF PHYTOREMEDIATION OF SOILS**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

The distribution of nickel in the tissues of soybeans without and with pre-treatment of plant seeds by UV - irradiation ( $\lambda = 290$  nm) was investigated. It is established that nickel localization occurs predominantly in soybean roots, the tissues of which perform a barrier function, protecting the stems and leaves, as well as the generative organs from the pollutant. UV - irradiation had a beneficial effect on plants in the process of phytoremediation of nickel cations from the soil. Under the same conditions, they were more viable and contained a greater amount of cellular electrolyte, which is necessary for the effective flow of bioelectrochemical processes in plant cells and tissues.

Keywords: nickel, phytoremediation, phytomass, soybean, localization, roots, UV-irradiation.

**Л.Н. Ольшанская, Е.А. Данилова, С.В. Арзамасцев**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ УРБОЭКОСИСТЕМЫ г. САРАТОВА**

Проанализированы выбросы от автотранспорта (АТ) в атмосферу, их распространение и трансформация в окружающей среде. Рассмотрены основные факторы отрицательного влияния техногенных выбросов АТ на живые организмы и окружающую среду. Предложены направления снижения загрязнения среды обитания отработавшими газами.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязнения, атмосфера, углекислый газ, углеводороды, свинец, шум, демография, зеленые насаждения

Интенсивная урбанизация рост и развитие городов показал, что автомобильный из всех видов транспорта стал самым неблагоприятным экологическим фактором в охране здоровья человека и природной среды в городах. Авторами [1] показано, что автомобиль стал конкурентом людей за жизненное пространство, являясь активным потребителем кислорода воздуха. Современный автомобиль для сгорания 1 кг бензина расходует около 12 м<sup>3</sup> воздуха, или, в кислородном эквиваленте, около 250 л кислорода. При этом один человек потребляет до 20 кг (15,5 м<sup>3</sup>) воздуха в сутки и до 7,3 т в год [1]. Автомобильный транспорт (АТ) на Земле является одним из главных загрязнителей на его долю приходится порядка 60-90 % всех загрязнений атмосферы, воды и почвы [2], он является одним из основных

источников шума в городах и вносит значительный вклад в тепловое загрязнение окружающей среды [3].

По оценкам специалистов [4] ежегодные суммарные автомобильные выбросы в СНГ составляют в среднем 400 млн.т., среди которых: 27 млн.т. оксида углерода; 2.5 млн.т. углеводородов; 9 млн.т. оксидов азота; 200-230 млн.т. углекислого газа. Основными загрязнителями воздушной среды автомобилями являются отработавшие газы ДВС, содержащие токсичные продукты неполного сгорания: сажу, монооксид углерода, углеводороды, альдегиды. Компоненты вредных выбросов АТ, взаимодействуя между собой и с компонентами окружающей среды приводят к вторичному загрязнению, в результате возникновения новых более токсичных веществ. Влияние загрязнений атмосферы на население зависит от различных факторов (общее состояние здоровья, возраст, пол, режим и продукты питания, температура, влажность и др.). Как правило, курильщики, страдающие хроническим бронхитом, больные коронарной недостаточностью, астмой, лица пожилого возраста и дети, являются наиболее уязвимыми к изменениям воздушной среды. Особенно опасно воздействие фотооксидантов (смесь озона, диоксида азота и формальдегида), подобно радиации, это вызывает цепную реакцию клеточных повреждений, оказывая мутагенное воздействие на организмы.

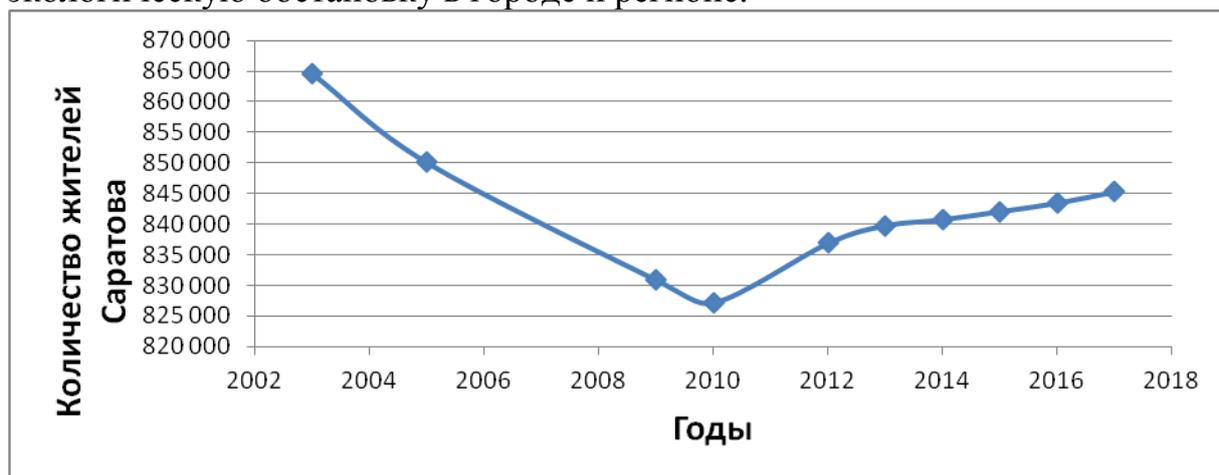
В Саратове очень часто торговые точки размещены на перекрестках улиц. В них продаются продукты питания – овощи, хлеб, мороженое и др., которые способны к накоплению в течение рабочего дня различных токсикантов от АТ, которые в дальнейшем вместе с продуктами питания поглощаются человеком, что зачастую ведет к отравлениям.

В последние годы в Саратове значительно выросло количество микроавтобусов, использующих газобаллонные установки. Это в значительной степени облегчило передвижение людей, но привело к росту концентрации углеводородов  $C_xH_y$  в воздухе, которые обладают неприятными запахами, раздражают глаза, носоглотку и очень вредны для флоры и фауны биосферы.

Саратов является городом на юго-востоке России и административным центром Саратовской области. Он входит в состав муниципального образования «Город Саратов» и относится к крупным культурным, экономическим и образовательным центрам Поволжья [5]. Несмотря на то, что Саратов входит в двадцать крупнейших российских городов, он не является городом-миллионером. Он занимает второе место среди крупных городов России и шестое место в мире по объёмам сокращения численности населения. Только в последние 7 лет наблюдается улучшение демографической ситуации, и в 2017 году население города составило 845300 человек, что на 18107 человек больше, чем в 2010 году (рис. 1) [5].

Обилие индустриальных объектов (предприятия топливной отрасли, электроэнергетики, химической и нефтехимической промышленности)

негативно сказывается на общем экологическом состоянии города. В течение нескольких десятилетий прослеживается значительное загрязнение атмосферного фронта и водной среды в результате деятельности многочисленных источников токсичных выбросов. Годовой объём загрязняющих выбросов приближается к показателю в 300 тыс. тонн. Значительная часть их приходится на автомобильный транспорт, который в большинстве своём не соответствует установленным экологическим нормам. Эти объекты значительно усугубляют и без того критичную экологическую обстановку в городе и регионе.



Демографическая ситуация в г. Саратове за период 2003-2017 гг. [5]

На территории города расположено порядка 270 га насаждений, относящихся к общему пользованию. Самым зелёным является Волжский район, где количество насаждений составляет 15,6 м<sup>2</sup> на одного жителя. Наименьшее озеленение наблюдается во Фрунзенском районе, где показатель насаждений составляет 0,3 м<sup>2</sup> на человека. При установленной норме в 28 м<sup>2</sup> на жителя средний показатель по городу ~ 6 м<sup>2</sup> относится к крайне низкому. Городу недостаёт парков, садов и скверов, которые способны обеспечить горожан отдыхом, приближенным к природным условиям. Зелёные насаждения города представлены более чем 150 видами деревьев и кустарников, но основная масса приходится на растения, характеризующиеся низкой эстетической ценностью. Наблюдается преобладание вяза приземистого или мелколистного, ясеня ланцетного, клёна ясенелистного и остролистного, смородины золотистой, кизила блестящего, тополя пирамидального и берлинского, сирени обыкновенной. На долю хвойных пород приходится 3,2 % от общего объёма насаждений. Средний возраст растений составляет от 20 до 45 лет. На общем фоне состояния зелёных зон города особое значение придаётся наличию Кумысной поляны – естественного лесного массива общей площадью более 4 тыс. га. Недостаток зелёных насаждений отрицательно сказывается на состоянии воздуха в Саратове, и особенно на приземный слой атмосферы. В целом состояние воздушного бассейна Саратова вследствие загрязнения

атмосферы многочисленным автотранспортом и предприятиями оценивается как критическое и требует принятия неотложных мер. Районы с повышенным содержанием в воздухе токсикантов являются зонами опасного риска, способствующего изменениям в состоянии здоровья для проживающих в них людей. Так, в Саратове в некоторых районах превышено ПДК по оксидам азота в  $2 \div 9$  раз, по оксиду углерода в 1,3 раза; по бензапирену в 2,1 раза; по альдегидам в 10,3 раза, по саже в 4 раза [5]. Установлено, что именно автотранспорт является одним из наиболее крупных источников загрязнения Саратова свинцом. В непосредственной близости от оживлённых магистралей концентрация свинца в дневные часы составляет почти 4 мкг на кубометр, а ночью находится в пределах 1,8 мкг на кубометр. Для загородных дорог эти показатели составляют порядка 1 мкг на кубометр [5]. На долю легкового автотранспорта в Саратове приходится чуть больше 70 % автопарка. Количество грузовых автомобилей и автобусов составляет почти 20 %.

Рассмотренные противоречия, возникшие в связи с развитием АТ, могут быть решены обучением специалистов и широких слоев населения природоохранным и различным технологическим и организационным мероприятиям. Природоохранные мероприятия должны быть направлены на снижение и ликвидацию отрицательного воздействия производства и эксплуатации автотранспорта на окружающую природную среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природно-ресурсного потенциала страны, региона, каждого города и населенного пункта.

Нельзя допустить противоречий между природой и человеком, нужно повысить экологическую культуру населения до такого уровня, когда и производственная деятельность специалистов и поведение людей в быту будут способствовать гармоничному развитию человеческой цивилизации и окружающей природной среды.

#### Литература

1. Денисов, В.И. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В.И. Денисов, В.А. Рогалев.– СПб.: МАПЭБ, 2005, 312 с.
2. Озорнин К.Ю. Влияние выхлопных газов автотранспорта на экологию и здоровье человека/ К.Ю. Озорнин // Молодежь и наука.- 2017. -№ 6.- С. 86-88.
3. Щукина, Т.В. Оценка воздействия автотранспорта на экологию урбанизированных территорий и пути сокращения нагрузки транспортной системы мегаполиса / Т.В. Щукина, О.С. Тамонова, И.И. Акулова // Экология и промышленность России- 2017.-№4.- С. 36-41.
4. Голдин, Д.И. Экологическое воздействие автомобиля на окружающую среду за полный жизненный цикл / Д.И. Голдин, И.И. Голдина // Молодежь и наука.- 2016.- № 12.- С. 44 – 47.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в Саратовской области в 2016 году. / Под ред. Кечиной Н.М. – Саратов: Министерство экологии и природных ресурсов, 2017.- 243 с.

**L.N. Olshanskaya, E.A. Danilova, C.V. Arzamastsev**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

### **ECOLOGICAL PROBLEMS OF MOTOR TRANSPORT CONDITIONS OF URBO ECOSYSTEM OF SARATOV**

Emissions from vehicles into the atmosphere, their distribution and transformation in the environment were analyzed. The main factors of the negative impact of technogenic emissions of road transport on living organisms and the environment are considered.

Keywords: motor transport, pollution, atmosphere, carbon dioxide, hydrocarbons, lead, demography, green platings

**Е.А. Самсонова<sup>1</sup>, И.М. Ибрахим<sup>1</sup>, Е.Н. Сигида<sup>2</sup>,  
Ю.П. Федоненко<sup>2</sup>, С.А. Коннова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов, Россия

### **ХАРАКТЕРИСТИКА СТИМУЛИРУЮЩЕЙ РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ АКТИВНОСТИ ГАЛОФИЛЬНЫХ И ГАЛОТОЛЕРАНТНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ОЗЕР КАРУН (ЕГИПЕТ) И ЭЛЬТОН (РОССИЯ)**

Для девяти штаммов галофильных бактерий, изолированных из образцов соли соленых озер Карун и Эльтон была исследована способность к фиксации атмосферного азота, продукции фитогормонов, солубилизации фосфора, устойчивости к солям тяжелых металлов и деградации сырой нефти. Все штаммы характеризовались высокой продукцией экзополисахаридов. Для пяти из исследуемых штаммов была показана способность использовать сырую нефть в качестве единственного источника углерода и энергии. Была выявлена штаммовая вариабельность в отношении устойчивости к катионам кадмия(II), цинка(II), меди(II), никеля(II) и свинца(II).

Ключевые слова: галофильные бактерии, ростостимулирующие свойства, устойчивость к загрязнению

Антропогенная нагрузка существенно сказывается на важнейшей экологической функции почвы – почвенном плодородии, что постепенно приводит к ее деградации. Считается, что проблема деградации почв в большей степени касается агроэкосистем. Однако высокий уровень загрязнения в городах, обусловленный наличием промышленных предприятий и высокой интенсивностью движения транспортных

средств, является причиной того, что почва урбоэкосистем становится средой токсичной для роста и развития растений. Учитывая вклад, который вносят зеленые насаждения в фильтрацию и сохранение оптимального газового баланса воздуха, восстановление плодородия почв должно стать приоритетной задачей в процессе улучшения экологической ситуации в городах.

Одним наиболее распространенных факторов экологического стресса вследствие техногенного загрязнения является высокая засоленность почвы. Микроорганизмы, адаптированные к экстремальным условиям повышенной минерализации, а также обладающие стимулирующим воздействием на рост и развитие растений, могут стать основой эффективных и безопасных биопрепаратов, используемых для ремедиации почв. Ростостимулирующая активность бактерий в отношении растений проявляется в основном благодаря их способности продуцировать фитогормоны, сидерофоры, солюбилизировать соединения фосфора, образовывать экзополисахариды и биопленки. Целью настоящей работы было проведение анализа ростостимулирующей активности девяти галофильных бактерий, изолированных из образцов соли соленых озер Карун и Эльтон, а также их устойчивости к солям тяжелых металлов и способности к деструкции сырой нефти.

Объектами исследований являлись три вида грамотрицательных бактерий: *Chromohalobacter salexigens* EG1QL3, *Halomonas caseinilytica* EG33S7QL, *Halomonas ventosae* RU5S2EL; пять видов грамположительных бактерий: *Salinibacillus aidingensi* EG2QL8, *Bacillus licheniformis* EG1QL30, *Bacillus subtilis* EG5QL12, *Bacillus halotolerans* RU2EL4, *Halobacillus dabanensis* EG1HP4QL; и один вид архей *Haloterrigena saccharovorans* EG3QL57. Условия выделения, характеристика и идентификация этих бактерий были приведены нами ранее в работе [1].

Отобранные нами микроорганизмы являются представителями нескольких экологических групп по толерантности к разным концентрациям NaCl [2]. *H. saccharovorans* относится к группе экстремальных галлофилов, для роста которых требуется присутствие в среде культивирования 25% NaCl, *C. salexigens* – к пограничным экстремальным галлофилам (>15% NaCl), *B. licheniformis*, *B. subtilis* и *S. aidingensi* – к умеренным галлофилам (5-15% NaCl), остальные – к группе слабых галлофилов (0-5% NaCl). Выбор штаммов основывался также на их способности продуцировать экзополисахариды (2-14 г/л). Бактерии культивировали в жидкой питательной среде ГРМ (pH 7.2) и поддерживали на агаризованной (2%) среде того же состава.

Способность бактерий к фиксации атмосферного азота определяли, культивируя их на твердой и полужидкой питательных

средах Муромцева [3], не содержащих источника азота. Оценивали способность бактериальных культур к росту, морфологические особенности колоний и формирование распространяющейся популяционной волны («кольца роения»). Для *C. salexigens*, *H. caseinilytica*, *H. ventosae*, *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. halotolerans*, *H. dabanensis* был выявлен рост на безазотистой среде, что свидетельствовало о наличии азотфиксирующей способности у этих бактерий.

Анализ способности микроорганизмов к продукции фитогормонов проводили на жидкой среде Муромцева с добавлением L-триптофана в качестве индуктора биосинтеза ауксинов. Накопительную суточную культуру пересекали на жидкую среду до конечного значения оптической плотности 0.2 при  $\lambda = 600$  нм. Культивирование осуществляли в течение 72 ч, определяя методом ВЭЖХ содержание индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) в культуральной жидкости. Продукция ИУК была отмечена только для штаммов *B. licheniformis*, *H. ventosae* и *H. dabanensis*, а ее содержание составляло от 0.15 до 0.19 мкг/мл.

Способность бактерий мобилизовать неорганические фосфаты оценивали при культивировании на среде NBRIP (National Botanical Research Institutes phosphate growth medium), содержащей слаборастворимый фосфат кальция. Для этого накопительную культуру центрифугировали, осадок отмывали от культуральной жидкости стерильным 0.9% NaCl, получая суспензию клеток в концентрации  $10^9$  клеток/мл по эталону стандарта мутности. Полученной суспензией инокулировали питательную среду NBRIP (5 мл). Культивирование проводили в биологических пробирках на шейкере при 37°C и 120 об./мин. Культуральную среду без внесенного инокулята использовали в качестве контрольного образца. Через 72 ч бактерии осаждали центрифугированием (13400 об./мин, 15 мин), а в надосадочной жидкости измеряли содержание подвижных форм фосфора по методу Чирикова [3]. Средняя кратность превышения концентрации фосфатов в культуральной жидкости была отмечена для четырех из исследуемых штаммов, а ее значения составили в порядке убывания 2.2, 1.7, 1.6 и 0.4 для *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *H. dabanensis* и *B. halotolerans*, соответственно.

Все исследуемые штаммы демонстрировали способность к росту при культивировании на питательной среде Бушнелла – Хааса, содержащей 1% сырой нефти в качестве единственного источника углерода и энергии. Убыль нефти оценивали, осуществляя ее фракционный анализ до и после культивирования бактерий (10 суток) гравиметрическим методом после жидкостной колоночной хроматографии на активированном оксиде алюминия с экстракцией

различных классов углеводов селективными растворителями. Значения этого показателя для большинства штаммов составляли 28-35%, а для *H. caseinilytica* – 70%. Следует отметить, что деструктивная активность отмечалась в отношении всех анализируемых фракций нефти (парафины, нафтены, моно- и бициклические ароматические углеводороды, полициклические ароматические углеводороды и смолы).

Устойчивость микробных штаммов к тяжелым металлам определяли после инкубации в течение 3 суток в жидкой среде S-G с внесенными солями  $ZnSO_4 \times 7H_2O$ ,  $Cd(CH_3COO)_2 \times 2H_2O$ ,  $Pb(CH_3COO)_2 \times 3H_2O$ ,  $CuSO_4 \times 5H_2O$ ,  $NiCl_2 \times 6H_2O$  в концентрациях от 0 до 5 мМ, соответственно. Была выявлена меж- и внутриштаммовая вариабельность чувствительности у исследуемых микроорганизмов в отношении тяжелых металлов. Наибольшая чувствительность была отмечена у большинства микробов к кадмию, цинку и свинцу. Наибольшую устойчивость к тяжелым металлам демонстрировал *H. saccharovorans*. По совокупности проведенных исследований, перспективными штаммами для использования в качестве основы биопрепаратов являются *H. caseinilytica* EG33S7QL, *H. dabanensis* EG1HP4QL, *B. licheniformis* EG1QL30, *B. halotolerans* RU2EL4.

#### Литература

1.Ибрахим И.М., Коннова С.А., Сигида Е.Н., Федоненко Ю.П., Сафронова В.И. Галофильные и галотолерантные бактерии-продуценты экзополисахаридов, выделенные из соленых озер Карун (Египет) и Эльтон (Россия) // Известия Саратовского университета. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 345–353.

2.Kushner D.J., Kamekura M., Rodriguez-Valera F. Physiology of halophilic eubacteria / Halophilic Bacteria. CRC Press, Boca Raton, Fla, USA. 1988. Vol. 1. P. 109–138

3.Егоршина А.А., Хайруллин Р.М., Лукьянцев М.А., Курамшина З.М., Смирнова Ю.В. Фосфат-мобилизующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы // Журнал СФУ. Биология. 2011. Т. 4, № 2. С. 172–182.

**Е.А. Samsonova<sup>1</sup>, I.M. Ibrahim<sup>1</sup>, E.N. Sigida<sup>2</sup>,  
Y.P. Fedonenko<sup>2</sup>, S.A. Konnova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Saratov State University, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms RAS, Saratov, Russia

**PLANT GROWTH PROMOTING PROPERTIES OF HALOPHILIC AND GALOTOLERANT BACTERIA ISOLATED FROM SALT LAKES QARUN (EGYPT) AND ELTON (RUSSIA)**

The ability to fix atmospheric nitrogen, phytohormones production, phosphorus solubilization, resistance to heavy metals and crude oil degradation for nine strains of halophilic bacteria, isolated from salt samples of salt lakes Qarun and Elton, was investigated. All strains had high yield of exopolysaccharides. For all studied strains, the ability to use crude oil as the sole source of carbon and energy was shown. It was shown that strains differed in resistance to Cd(II), Zn(II), Cu(II), Ni(II) and Pb(II) cations.

Keywords: halophilic bacteria, plant growth promoting properties, pollution resistance

# Проблемы мониторинга и сохранения биологического разнообразия антропогенно нарушенных и особо охраняемых природных территорий

---

**Д.В. Антипов, А.Л. Подольский**

Кафедра экологии, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

## **РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Интенсивный рост городов, развитие транспортных сетей актуализируют проблемы сохранения и оздоровления урбанизированной среды, формирования условий, благотворно влияющих на психофизиологическое состояние человека. С помощью зеленых насаждений можно в значительной мере оптимизировать эти параметры. Многолетние исследования выявили важную средоулучшающую роль городской растительности в регулировании состояния атмосферного воздуха, микроклимата городской среды, в сфере защиты урбосреды от отрицательных антропогенных факторов и обеспечении рекреационных потребностей горожан.

Ключевые слова: зеленые насаждения, урбосреда, средоулучшающая роль растений.

Можно выделить четыре основные функции зеленых насаждений: санитарно-гигиеническую, или оздоровительную; рекреационную; структурно-планировочную, связанную с членением отдельных зон и структур населенного пункта, объединением частей в одно целое, повышением выразительности архитектурных ансамблей; декоративно-художественную, или архитектурно-эстетическую, воспитательную. Все вышеперечисленные функции зеленых насаждений тесно связаны друг с другом и, безусловно, должны сочетаться. Для достижения максимального эффекта следует опираться на принцип разумной целесообразности, который включает в себя сочетание всех функций и учет экологических, эстетических и экономических факторов [1].

Тепловой режим урбанизированных территорий определяется сложным и специфическим микроклиматом города. Дневное нагревание асфальта, стен домов и ночное усиленное тепловое излучение приводят к увеличению среднесуточной температуры. Зеленые насаждения влияют на микроклимат города, снижая в летние месяцы температуру на 4-6 °С. Среднемесячная температура воздуха в большом городском парке на 0,3-1,1 °С ниже, чем на территории многоэтажной застройки. При этом создается постоянное перемещение воздушных масс от зеленых массивов с менее прогретым воздухом к окружающим районам застройки с более теплым воздухом. Суммарная солнечная радиация под кронами отдельных

видов деревьев почти в 9 раз ниже, чем на открытом месте. Насаждения обладают повышенной отражающей способностью листьев по сравнению с грунтовыми и асфальтовыми покрытиями, что способствует понижению температуры воздуха в районе древесных насаждений и созданию комфортной среды для человека.

Зеленые насаждения обладают большой транспирирующей способностью. Они испаряют влаги в 20 раз больше, чем занимаемая ими площадь, значительно повышая влажность воздуха. Повышение относительной влажности воздуха воспринимается человеком как некоторое снижение температуры. Древесные насаждения также значительно снижают скорость движения воздушных масс. Они способствуют горизонтальному и вертикальному проветриванию, что приводит к улучшению состава воздуха. Наибольшей ветрозащитной способностью обладают невысокие насаждения с ажурностью крон деревьев не менее 30-40% [2].

Листва древесных растений обладает высокой звукоотражающей способностью. Уровень городского шума при прохождении сквозь кроны лиственных насаждений средней густоты и высотой 7-8 м снижается на 10-15 дБ, а полосой насаждений шириной 200-250 м – на 35-45 дБ. В целом растительность снижает шум в жилых и промышленных зонах в 2-2,5 раза. Таким образом, шумоизоляционные свойства насаждений зависят от их ширины, густоты, высоты, структуры и видового состава растений. Наиболее эффективным считается свободное расположение деревьев и кустарников в шахматном порядке. Шумопоглощающая способность наиболее ярко выражена у клена, липы, калины, тополя, дуба, березы [3].

Городская растительность способствует повышению ионизации воздуха. В парках число легких ионов в 1 см<sup>3</sup> в 2-4 раза выше по сравнению с санитарно-защитными зонами предприятий. Свойством улучшать ионный состав воздуха обладает большинство хвойных деревьев, а также некоторые виды ив, тополей, робиния, рябина. Растения снижают загрязнение воздушной среды вредными и болезнетворными микроорганизмами. Более 500 видов деревьев и кустарников выделяют фитонциды, обладающие бактерицидными, фунгицидными, инсектицидными свойствами [4]. Доказана способность летучих выделений растений снижать концентрации токсичных газов в атмосфере в силу их высокой реакционной способности.

Очень важно значение зеленых насаждений в очищении городского воздуха от пыли. Загрязненный воздушный поток, проходя через зеленый массив, замедляет скорость, в результате под действием силы тяжести 60-70% пыли оседает на деревья и кустарники. Значительная часть пыли оседает на поверхности листьев, хвои, веток, стволов, а затем смывается осадками на землю. Разности температур, возникающие под зелеными насаждениями, также способствуют осаждению пыли на землю. В городских парках в весенне-летний период воздух содержит на 42%, а в зимний период на 37% меньше пыли, чем на открытых местах [5].

Аккумуляция пыли зависит от видового состава насаждений, а также от размера и фитомассы крон деревьев, условий места произрастания. Лучше всего задерживает пыль шершавая листва вяза. Листья вяза задерживают пыли в 5 раз больше, чем листва тополя. Средневозрастной тополь черный (*Populus nigra* L.), имеющий листовую 14 поверхность общей площадью более 50 м<sup>2</sup>, осаждает за вегетационный период 44 кг пыли, тополь белый (*Populus alba* L.) – 53, а клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) – 30 кг [6].

Выявлено, что потенциально высокой пылездерживающей способностью среди кустарников обладают кизильник войлочный и роза морщинистая. Исследования показали, что древесные растения, имеющие меньшую площадь листовой поверхности, в большей степени удерживают нерастворимые частицы пыли. Деревья, обладающие крупными листовыми пластинками, аккумулируют на поверхности листьев растворимые фракции пыли. Что касается травяного покрова, листья ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) осаждают нерастворимую, а костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) – растворимую фракцию пылеватых частиц. Насаждения уменьшают концентрацию вредных газообразных веществ в атмосфере города. Влияние древесных и кустарниковых насаждений на снижение концентраций токсических газов в воздухе происходит не только за счет их рассеивания в верхние слои атмосферы, но и путем поглощения газов листьями через устьица и клеточные оболочки. Благодаря аккумуляющей способности растений часть загрязнителей накапливается в их органах и тканях. Величина и эффективность фильтрации воздуха зависит от площади листового аппарата, а также от являющихся индивидуальными для каждого вида растений объемами безопасного накопления токсикантов [6].

Исследования Ю.З. Кулагина, показали, что хорошими газопоглотительными качествами обладают тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata* Borch.) [5].

Значение газона также чрезвычайно велико. Травостой газона поглощает из атмосферы часть газов, приглушает шум, задерживает поступательное движение пыли, перегоняемой ветром из разных мест. У трав интенсивность фотосинтеза в 5-8 раз выше, чем у древесных растений [3]. За вегетационный период травы испаряют в среднем от 5 до 7 тыс. м<sup>3</sup> воды с 1 га площади. Это существенно повышает относительную влажность приземного слоя воздуха, создает прохладу на территории объекта. Повышение влажности на 15% воспринимается человеком как понижение температуры на 3,5 °С [6]. Газон является своеобразным регулятором микроклимата. Растительный покров выступает мощным противозерозионным фактором. Он придает шероховатость поверхности почвы, растения надежно скрепляют ее корнями, защищая от разрушения стоком воды. Травянистые растения задерживают 10-11% осадков.

Являясь органичной частью планировочной структуры города, зеленые насаждения активно участвуют в создании ландшафтов жилых районов. Даже небольшие участки зеленых насаждений, отдельно стоящие деревья и кустарники, газоны и цветники, расположенные на городских магистралях и площадях, играют планировочную роль, организуя движение и подчеркивая наиболее ответственные элементы архитектуры.

Большое значение зеленые насаждения имеют в решении проблемы организации отдыха населения. Зеленая окраска листвы, ее тихий шелест, мягкий рассеянный свет в садах и парках, менее высокая температура в жаркие дни, наличие в воздухе фитонцидов, слабая запыленность воздуха и повышенное содержание в нем кислорода оказывают благотворное физиологическое действие на нервную систему человека, снимая напряжение, вызванное ритмом городской жизни, укрепляя здоровье человека и повышая его работоспособность. Огромное влияние оказывают на человека различные ландшафты, создавая у него определенное настроение и повышая жизненный тонус.

#### Литература

1. Боговая И.О., Теодоронский В.С. Озеленение населенных мест. М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.
2. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск: Наука, 2003. 222 с.
3. Горбатовский В.В., Рыбальский Н.Г. Озеленение городов. Экологическая безопасность в городе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mail.menr.gov.ua/publ/kiiev2003/gorod05.htm> (дата обращения 21.02.2019).
4. Кочергина М.В. К вопросу изучения бактерицидных свойств фитонцидов древесно-кустарниковых пород // Лес. Наука. Молодежь. Воронеж, 2003. С. 90-95.
5. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 124 с.
6. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск: Наука, 2003. 222 с.

**D.V. Antipov, A.L. Podolsky**

Department of Ecology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

#### **THE ROLE OF VEGETATION IN ENSURING QUALITY OF URBAN ENVIRONMENT**

Intensive city growth and development of a road network actualize an importance of preserving and improving urban environment, creating environmental conditions with a beneficial effect on the psycho-physiological state of people. Urban green spaces can significantly optimize these parameters. Long-term studies have revealed an important environment-improving role of urban vegetation in regulating the condition of city air, microclimate of urban environment, in protecting the urban environment from negative anthropogenic factors, and meeting the recreational requirements of the residents.

Keywords: green areas, urban environment, environment-improving role of plants.

**А.А. Беляченко**

СГТУ имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ  
СТЕПНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «САРАТОВСКИЙ»**

Рассматриваются закономерности сезонной динамики населения птиц степных местообитаний заказника «Саратовский». Оценивается биологическое разнообразие орнитосообществ в различные фенологические периоды.

Ключевые слова: сезонная динамика, птицы, степные местообитания, заказник «Саратовский».

Изучение динамики состава и структуры населения птиц заказника «Саратовский» (окрестности р.п. Мокроус Фёдоровского района Саратовской области) является необходимой частью исследования его биологического разнообразия. Характер изменения видового богатства и численности населения птиц в местообитаниях в течение сезонов года свидетельствует о потенциальной природоохранной значимости того или иного участка ООПТ. Отдельные структурные элементы ландшафтов нередко оказываются рефугиумами для редких видов в гнездовой период или во время зимовок, другие привлекают мигрирующих птиц кормовыми или защитными условиями на коротких остановках.

Для исследования динамики орнитонаселения заказника «Саратовский» на основании многолетних наблюдений были выделены шесть фенологических аспектов: зимний (середина ноября – середина февраля), предвесенний (середина февраля – середина марта), предгнездовой (середина марта – середина мая), гнездовой (середина мая – начало июля), постгнездовой (начало июля – середина августа) и миграционный (середина августа – середина ноября). Хронологические рамки аспектов год от года могут варьировать. В тёплые годы с малоснежными зимами они сдвигаются на более ранние сроки, а в годы с более суровыми погодными условиями декабря–февраля и холодными затяжными вёснами смена аспектов происходит позже. Выделить чёткие границы между фенологическими периодами не представляется возможным. Скорее, можно говорить о своеобразных переходных состояниях, характеризующихся особенностями обоих соседних аспектов. Обычно переходный период длится 6-8 дней. Типология фаун приведена в соответствии с работой С.В. Сазонова (2012).

В заказнике «Саратовский» степные участки представляют собой остатки целинных зональных степей, некогда занимавших всё саратовское Левобережье. Эти местообитания в пределах ООПТ имеют очень небольшую площадь и характеризуются разной степенью нарушенности.

На сохранившихся степных участках преобладают типчаково-ковыльные и житняково-ковыльные растительные сообщества, на территориях со средней степенью трансформированности наибольшие площади занимают полынно-злаковые фитоценозы. При интенсивном выпасе формируются грудницево-полынные степи, а склоны и тальвеги пологих балок занимают травянистые сообщества, в составе которых велика доля кустарников.

**В зимний период** население птиц степных местообитаний отличается неустойчивостью. Изредка встречаются серые куропатки и небольшие стайки щеглов и пуночек. Птицы держатся в балках, скрываясь от непогоды среди кустов спиреи и боярышника. Здесь же они находят корм, а в случае его недостатка перемещаются в расположенные неподалеку агроценозы. Другие виды в этих местообитаниях не встречаются, так как даже в благоприятные для птиц зимы высота снегового покрова в понижениях мезорельефа ограничивает кормовую базу. Плотность населения птиц в этот период составляет 0.5-1.8 особи/км<sup>2</sup>, что сравнимо со значениями показателя для агроценозов.

В течение **предвесеннего аспекта** значительного увеличения числа видов не происходит. Рогатые и чёрные жаворонки, а также клинтухи появляются на небольших проталинах только в начале марта. Это связано с тем, что снеговой покров в степных балках сохраняется продолжительное время, ограничивая доступ птиц к семенам степных трав. Обилие перечисленных выше видов в это время несколько возрастает по сравнению с предыдущим периодом и составляет 0.6-2.2 особи/км<sup>2</sup>.

**Предгнездовой период** отличается повышением видового разнообразия птиц. На появляющейся из-под снега поверхности земли на южных склонах балок токуют пролётные полевые жаворонки, а пеганки и огари начинают выбирать гнездовые участки. На проталинах концентрируются стаи мигрирующих обыкновенных овсянок, зябликов, вьюрков, зеленушек и других мелких воробьиных птиц. В начале апреля местные жаворонки интенсивно маркируют границы своих территорий, демонстрируя агрессивное поведение по отношению к соседям. Во второй декаде месяца появляются первые гнёзда, а полные кладки обнаруживаются в начале мая. К середине этого месяца около 80% жаворонков уже плотно сидят на гнёздах. В это же время в степных местообитаниях появляются птицы второй миграционной волны. На сильно сбитых в результате выпаса участках грудницево-полынных степей обычны обыкновенная каменка и плясунья. В типчаково-ковыльных и житняково-ковыльных растительных сообществах встречаются перепел и стрепет. В зарослях кустарников в балках кормятся и отдыхают мигрирующие серые славки, варакушки, северные бормотушки, жуланы, садовые овсянки, жёлтые и желтоголовые трясогузки. Среди куртин кустов устраивают гнёзда луговые луни. Третья миграционная волна в степных местообитаниях не выражена. Лишь изредка в зарослях кустарников в

балках учитываются малые мухоловки, пеночки и камышёвки, которые быстро покидают эти участки. В предгнездовой период видовое богатство в степных местообитаниях составляет 3-7 видов/км, обилие колеблется от 0.2 до 0.8 особей/га.

Гнездовой аспект населения птиц **степных местообитаний** характеризуется самым низким по сравнению с другими биотопами видовым разнообразием и плотностью населения. Многочисленным видом во всех вариантах степных растительных сообществ является полевой жаворонок, обычны каменка-плясунья, серая куропатка и жёлтая трясогузка, редки обыкновенная каменка, перепел, луговой лунь. К очень редким видам относятся красавка, дрофа, стрепет, желтоголовая трясогузка, болотная сова, вблизи прудов встречаются степная тиркушка, чибис и пеганка.

Участки с наибольшим видовым разнообразием птиц в гнездовой период приурочены к балкам Мунина, Парубатка, Кобзарёва, Лесная. Из-за повышенной эрозионной активности их склоны редко распахиваются, а основным видом сельскохозяйственной деятельности здесь является выпас скота. В этих условиях на днищах балок формируются густые заросли шиповника, боярышника, пижмы обыкновенной и полыни высокой, присутствуют небольшие водоемы с отвесными берегами, оставляемые временными весенними водотоками. На таких участках увеличивается плотность варакушки, жулана, северной бормотушки и серой славки. Выявляемое на учётных маршрутах видовое богатство гнездового населения колеблется от 3 до 9 видов/км. Плотность птиц изменяется от 1.7 до 15.3 особей/га.

В **постгнездовой период** степные местообитания практически не используются птицами. Это обусловлено резким сокращением кормовой базы растительных сообществ из-за их иссушения. Исключение составляют закустаренные степи, где выводки зябликов и обыкновенных овсянок, серых славок, варакушек и жуланов находят надёжное укрытие и корм. В это время учётчик на километровом маршруте фиксирует 1-3 вида птиц при обилии в 0.3-0.9 особи/га.

**Миграционный период** характеризуется увеличением числа видов, встречающихся в степных местообитаниях, однако птицы находятся здесь непродолжительное время. Такое миграционное поведение характерно для всех представителей гнездового населения, которое сформировалось в начале лета, а также зябликов, щеглов, зеленушек, камышёвок и пеночек, размножившихся в других местообитаниях. В сентябре-октябре на километровом маршруте отмечается 3-14 видов птиц, а оценка обилия невозможна, так как птицы утрачивают связь с территорией.

Таким образом, в зимний и предвесенний аспекты в степных местообитаниях основу населения составляют виды арктического и степно-пустынного фаунистических комплексов. В остальные периоды

преобладают птицы европейских широколиственных лесов, а доля степно-пустынных видов приближается к 40%. При этом виды арктической и таёжной фауны отсутствуют даже в предгнездовой и миграционный периоды. Видовой состав летнего и зимнего стационарного населения птиц очень беден. Его плотность в эти периоды также низка и колеблется от 1,2 особей/км<sup>2</sup> в ноябре–марте до 170 особей/км<sup>2</sup> в июне. В этих местообитаниях концентрируется большинство охраняемых кампофильных видов: дрофа, стрепет и красавка.

#### Литература

1. Белик В.П. Фауногенетическая структура авифауны Палеарктики // Зоол. журн. 2006. Т. 85, № 3. С. 298–316.
2. Беликова Е.А. Границы сезонных аспектов населения птиц г. Бийска, Алтайского края // Фундаментальные исследования, 2007. № 12. URL: <http://www.rae.ru>. Дата обращения 18.03.2019.
3. Беляченко А.А., Беляченко А.В. Влияние уровня воды на состав и структуру гнездового населения птиц пруда в балке Лесная (ГПЗ «Саратовский») // В сб.: Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы 2-я Всерос. науч. Интернет-конференция с международным участием. Казань, 2014. С. 14–19.
4. Беляченко А.А., Беляченко А.В., Давиденко О.Н. Птицы государственного природного заказника «Саратовский». Саратов, ООО «Буква», 2015. 268 с.
5. Сазонов С. В. Обновлённая классификация типов фауны и фаунистических групп птиц для запада евразийской тайги // Тр. Карельского науч. центра РАН. 2012. Вып. 1. С. 70–85.

**A.A. Belyachenko**

Gagarin State Technical University of Saratov

#### **SEASON DYNAMICS OF BIRD POPULATION IN STEPPE HABITATS OF THE «SARATOVSKI» STATE NATURE RESERVE**

Main features of bird population season dynamics in «Saratovski» state nature reserve are consider in the article. We set our sight on steppe birds. Biological diversity of bird communities is studied during different seasons.

Keywords: season dynamics, birds, steppe habitat, «Saratovski» reserve.

**Д.Н. Вавилов, Т.Р. Мухаметнабиев, Т.А. Гордиенко, Р.А. Суходольская**

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук  
Республики Татарстан, г. Казань, Россия

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА НАСЕЛЕНИЕ  
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОСТРОВОВ КУЙБЫШЕВСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ ЖУЖЕЛИЦ  
(COLEOPTERA, CARABIDAE)**

Островные экосистемы в поймах рек являются малоизученным и интересным объектом исследования, как модельные объекты для биомониторинга и сохранения биоразнообразия. В данной работе при помощи одной из индикаторных групп организмов, жуков-жужелиц, исследовано воздействие различных факторов на биоту островов Казанского района переменного подпора Куйбышевского водохранилища. Выявлено снижение численности некоторых видов жужелиц с увеличением антропогенного воздействия, которое, в свою очередь, связано с размерами острова.

Ключевые слова: жуки-жужелицы, биоразнообразие, антропогенный пресс, острова, Куйбышевское водохранилище, беспозвоночные

Острова являются важными объектами исследований при изучении глобального биоразнообразия. Островные экосистемы, как правило, в большей степени подвержены воздействию со стороны различных факторов среды в силу своих ограниченных размеров и изолированности. В связи с этим популяции животных подвержены риску вымирания под действием изменения и фрагментации среды, вселение адвентивных видов. Понимание факторов, меняющих островное биоразнообразие, чрезвычайно важно для разработки мер по охране островных экосистем [1-3]. Исследования беспозвоночных, особенно островных экосистем в пресных водоемах очень немногочисленны. Жуки жужелицы признаны хорошей индикаторной группой во всем мире.

Цель работы оценить влияние различных факторов на численность и распределение сообществ жужелиц на островных экосистемах.

Куйбышевское водохранилище находится в среднем течении Волги. Больше половины его пролегает на территории Республики Татарстан. Исследования проводили на островах Казанского района переменного подпора (от 55°49'33.44"С, 48°31'55.99"В до 55°25'08.00"С, 49°08'43.46"В). Острова активно посещают местные и городские жители. Об этом говорят многочисленные следы их жизнедеятельности. Всего обследовано 53 острова. Исследованные острова имеют разные размеры и высоту над уровнем воды, растительность представлена ивняками и луговыми ассоциациями. На некоторых островах произрастает тополь, дуб, сосна. Часть островов представлена песчаными насыпями, зарастающими ивой или луговой растительностью.

Для статистического анализа материал островов классифицировали по 3-5 категориям в зависимости от фактора. Были рассмотрены следующие факторы: размер острова (площадь), его высота, тип почвы, тип растительности, антропогенный фактор. Степень антропогенной нагрузки определяли визуально, категории площади и высоты рассчитывали математически.

Сбор материала производили при помощи почвенных ловушек [4]. Всего отработано 2040 ловушко-суток.

Многомерный непараметрический PERMANOVA [5] был применен поскольку итерация по наборам численностей таксономического состава проб каждого из островов демонстрировала отсутствие параметрического распределения (пробы островов 17, 141, 238, 244 не содержат животных) [6].

Собрано и определено 4402 экземпляра жужелиц. Они относятся к 105 видам. Плотность жужелиц варьировала от 0 на песчаных насыпях до 80.56 экз./10 ловушко-суток в ивняках.

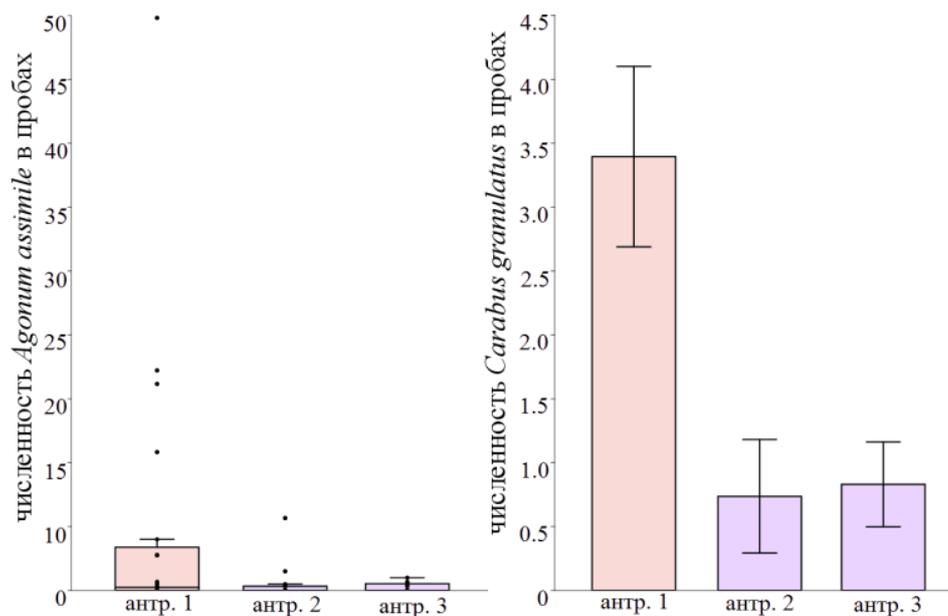


Рис. 1. Визуализация распределения проб в зависимости от численности животных рассмотренных видов по выборкам антропогенного влияния.

При индивидуальном для каждого вида анализе отмечено быстрое, в зависимости от численности падение возможности получения достоверных данных. Выборки животных с численностью менее 2 особей на 10 л.-с., (начиная с *Agonum versutum*) демонстрируют отсутствие возможности суждения о структуре при  $p=1$ . Значимые различия структуре выборок антропогенного влияния найдены для следующих видов: *Agonum assimile*, *Carabus granulatus* (рис. 1).

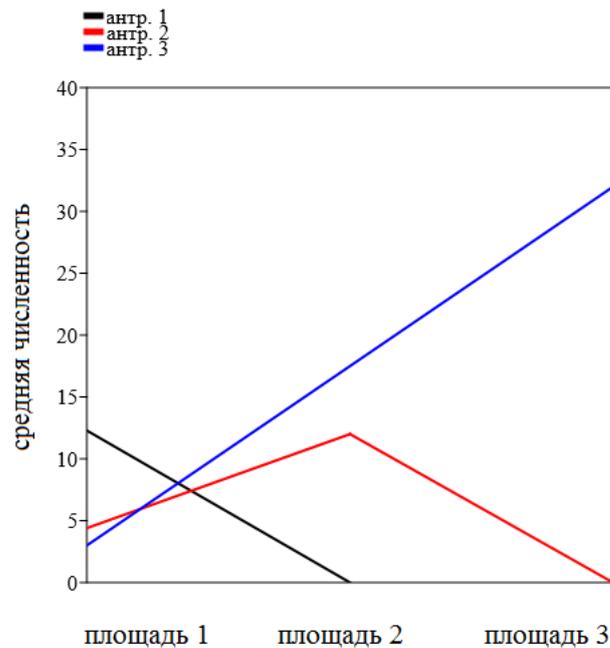


Рис. 2. Результаты PERMANOVA сообществ жуужелиц островов Куйбышевского водохранилища.

Таким образом, результаты многомерного анализа карабидофауны демонстрируют статистически значимое падение численности многочисленных видов *A. assimile* и *C. granulatus* при увеличении антропогенного влияния даже на 1 бал. При проведении двухфакторного анализа общей численности *Carabidae* (в пересчете на 10 л.-с.) взаимодействие было представлено для следующей пары факторов: площадь острова – антропогенное влияния. Результаты представлены на рис. 2. Они показали, что с увеличением площади острова усиливается степень антропогенного воздействия на численность карабид. Подобные результаты, где на численность беспозвоночных влияли размеры острова, получены для морских островов Южной Кореи [7]. По мнению некоторых авторов температура, изоляция и активность человека оказывают значительное воздействие на биоразнообразии насекомых и сосудистых растений [8].

Таким образом, размеры острова и антропогенный пресс являются основными факторами, определяющими структуру сообществ жуужелиц речных островов. Принимая во внимание сравнительно небольшое расстояние островов от материка, можно предположить, что видовой состав карабидокомплексов в большой степени определяется растительными условиями, как на самом острове, так и на материке, прилегающем к нему.

## Литература

1. Whittaker, R.J., Fernández-Palacios, J.M. Island biogeography: ecology, evolution, and conservation [text]. – Oxford University Press. –2007. – 401 p.
2. Fordham, D.A., Brook, B.W. Why tropical island endemics are acutely susceptible to global change [text] // Biodiversity and Conservation. – 2010. – Vol. 19(2). – P. 329-342.
3. Ladle, R., Whittaker, R.J. Conservation biogeography [text]. – John Wiley and Sons. –2011. – 479 p.
4. Гиляров, М.С. Методы почвенно-зоологических исследований – Methods of soil zoological studies [текст] // Сборник статей / АН СССР, сов. Нац. – М.: «Наука». – 1975. – 279 с.
5. Hammer, Ø. PAST paleontological statistics version 3.0: reference manual [text]. – University of Oslo. – 1999.
6. Shapiro, S.S., Wilk, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples) [text] // Biometrika. – 1965. – Vol. 52, P. 591-611.
7. Choi, S.W., Cho, Y.B., Kim, D.S. Area effect of distribution of Silphids (Coleoptera, Silphidae) on Korean islands [text] // Journal of Asia-Pacific Entomology. – 2018. – Vol. 21. – P. 695-700.
8. Leihy, R.I., Duffy, G.A., Chown, S.L. Species richness and turnover among indigenous and introduced plants and insects of the Southern Ocean Islands [text] // Ecosphere. –2018. – Vol. – 9(7). – P. 1-15.

**D.N. Vavilov, T.R.Mukhametnabiev, T.A. Gordienko, R.A. Sukhodolskaya**

Laboratory of Biomonitoring Institute of Ecology and Mineral Resource Management  
Academy of Sciences of Tatarstan Republic, Kazan, Russia

### **INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON THE POPULATION OF INVERTEBRATES ON ISLANDS OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR ON THE EXAMPLE OF GROUND BEETLES (COLEOPTERA, CARABIDAE)**

Annotation. Island ecosystems in the floodplains of rivers are a poor known and interesting object of study, as model objects for biomonitoring and biodiversity conservation. In this work, with the aid of one of the indicator groups of organisms, ground beetles, the effect of the various factors on the biota on islands of the the Kazan area of variable accumulation pressure of the Kuibyshev reservoir was investigated. We have found a decrease in the number of some species of ground beetles with an increase in anthropogenic impact, which in turn was associated with the size of the islands.

Keywords: ground beetles, biodiversity, anthropogenic press, islands, Kuibyshev reservoir, invertebrates

С.Г. Гордиенко<sup>1</sup>, Т.А. Гордиенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Частная школа-лицей им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

## **РАЗНООБРАЗИЕ ДНЕВНЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ПОЙМЫ РЕКИ НОКСА В ОКРЕСТНОСТЯХ п. БОЛЬШИЕ КЛЫКИ г. КАЗАНИ**

Настоящая работа дает некоторое представление о состоянии растительного и животного мира на правобережной пологой террасе р. Ноксы, текущей по территории г. Казани и впадающей в р. Казанку, в поселке Большие Клыки Советского района промышленного мегаполиса столицы Республики Татарстан. Даже небольшое по времени исследование говорит об уникальности данного места с точки зрения сохранения его в качестве места отдыха для жителей города.

Ключевые слова: город, поляна, растительный и животный мир, чешуекрылые.

На фоне тотального наступления человеческой цивилизации в виде промышленного и жилищного строительства на естественные территории остро встает вопрос о сохранении природной среды для гармоничного развития городского жителя и воспитания подрастающего поколения. Местом проведения исследования был небольшой по площади луговой биоценоз на окраине крупного промышленно-культурного мегаполиса столицы Татарстана г. Казани.

Освоение и застройка новых территорий оказывают неблагоприятное воздействие на живую природу, что видно на примере жилого комплекса Большие Клыки на юго-востоке г. Казани. Примером такой несовместимости может стать небольшая поляна (большой частью уже проданная под частные дома) на правом берегу среднего течения р. Нокса, между жилыми массивами «Б. Клыки» и «Самосырово» с запада на восток и Мамадышским трактом на севере и бессточным оврагом «Каменный» на юге. За оврагом располагается большой коттеджный поселок.

Кроме этого, поляну пересекает еще два оврага в виде двух пересыхающих ручьев параллельно Мамадышскому тракту на территории п. Самосырово и в овраге Малютка на границе лесного участка с небольшой дубовой рощей. Здесь уже высится жилой массив с торговым центром в пределах водоохранной зоны р. Нокса.

Сама поляна заселена разнотравьем (много смолки, пастернака, других зонтичных, а также бобовых), редкой и частой порослью сосны, небольшая сосновая роща покрывает склоны южного оврага. Ивовые заросли на высоком берегу Ноксы стали прибежищем многочисленных птиц, среди которых выделяются три вида хищных, ведущих активную жизнь в борьбе за гнездовья. Здесь же, на поляне, наблюдали серых ворон, стайку иволог (5 особей).

Наблюдения за поляной были обусловлены тем, что возможно в ближайшем будущем здесь будет проложена автомобильная трасса и построен мусоросжигательный завод. Исследования проводили в летний период в 2016-2017 годах. Животных учитывали маршрутным методом и для точного определения отлавливали энтомологическим сачком.

Здесь были отмечены скакун германский *Cylindera germanica* L., синяя майка *Meloe violaceus* Marsham, летучая мышь ночница Брандта *Myotis brandtii* Eversmann (вид подтвержден А.Н. Беляевым) и щитень летний *Triops cancriformis* Bosc. (вид подтвержден Р.П. Токиновой). Это пресноводное ракообразное класса жаброногие членистоногие, как привет из далекого триаса юрского периода (230 млн. лет тому назад), было обнаружено в небольшом пересыхающем летом водоеме.

Мир чешуекрылых обрадовал, удивил и разочаровал. Например, при обилии зонтичных, тем не менее, была отмечена только одна встреча махаона *Papilio machaon* L., в то время (2016 г.) еще находящимся под охраной [1, 2]. В целом по республике он обычный вид [3].

Обрадовало наличие бабочек Галатеи *Melanargia galathea* L. и суворовки *Melanargia russiae* Esp. – бархатницы (сатиры) белого цвета с черным рисунком на относительно крупных крыльях. Мы застали выход неполетанных галатей, но это был короткий период наблюдения. Другое дело суворовка, по другому «пестрянка русская», «пестроглазка», «кружевница», открытая в 1783 году. Эта бабочка, обитающая обычно в степных и лесостепных районах [4, 5], была обнаружена нами в северной части Высокогорского района (с. Мамонино и севернее), причем в изобилии, кроме этого, суворовка впервые за много лет (с 1985 г.) наблюдений была замечена в 2017 г. на окраине г. Зеленодольска вместе с галатеей. Суворовка охраняется в Московской, Тюменской, Липецкой и других областях России [6, 7]. Галатеея в республике Татарстан редкий вид, местами обычный [3], в Казани встречена впервые.

Таким образом, на территории разнотравнозлакового луга в пойме р. Нокса встречены следующие виды.

Стекланницы Sesiidae: стекланница смородинная *Aegeria tipuliformis* Clerck.

Пестрянки Zygaenidae: пестрянка таволговая *Zygaena filipendulae*, пестрянка жимолостная *Zygaena lonicerae* Schev., пестрянка скабиозовая *Zygaena scabiosae* Schev. Все обычны.

Толстоголовки Hesperidae: разнокрылка Морфей *Heteropterus morpheus* Pall., толстоголовка лесная *Ochlodes venatus* Brem., крепкоголовка палемон *Pamphilida palemon* Pall., толстоголовка тире *Thymelicus lineola* O. Обычны.

Парусники Papilionidae: махаон *P. machaon* 1 экз.

Белянки Pieridae: боярышница *Aporia crataedi* L., репница *Pieris rapae* L., брюквенница *Pieris napi* L., беляночка горошковая *Leptidea*

*sinapsis* L., лимонница *Gonepteryx rhamni* L., беляночка рапсовая *Pontia daplidice* L. – обычны, желтушка луговая *Colias hyale* L, желтушка южная *Colias alfacariensis* Ribbe, желтушка шафранная *Colias crocea* Four – 1 экз.

Бархатницы Satyridae: галатея *M. galathea*, суворовка *M. russiae*, глазок черно-бурый *Aphantopus hyperantus* L., ликаон *Hyponephele lycaon* Rott., сенница обыкновенная *Coenonympha pamphilus* L., сенница-ифис *Coenonympha amyntas* Poda (iphis).

Нимфалиды Numphalidae: переливница тополевая *Apatura ilia* Den. et Schiff, шашечница Феба *Melitaea phoebe* Den. et Schiff, шашечница Дидима *Melitaea didyma* Esp., шашечница Диктина *Melitaea diamina* Lang, перламутровка адиппа *Argynnis adippe* Rott., павлиний глаз *Inachis io* L., репейница *Vanessa cardui* L., крапивница *Nymphalis urticae* L. Все нимфалиды, кроме Феб, встречены в 1 экземпляре.

Голубянки Licaenidae: червонец огненный *Heodes virgaureae* L. – 1 экз., червонец непарный *Heodes disparrutilus* Wern. – 1 экз., голубянка икар *Polyemmatus icarus* Rott., голубянка лесная *Polyemmatus semiargus* Rott., голубянка карликовая *Cupido minimus* Fssl.

Почти не было ночных бабочек, летящих на свет, кроме медведицы луговой *Diacrisia sannio* Linnaeus, 1758, встречающейся днем.

Открытием стала желтушка южная *C. alfacariensis* Ribbe 1905, найденная среди гиал в Больших Клыках на юго-востоке Казани и определенная по признакам, описанным Ю.П. Некрутенко [5]. Эта бабочка действительно отличается от желтушек луговых цветом крыльев (лимонно-желтые против зеленовато-желтых), вершиной передних крыльев (у нее округлые против заостренных), у гиал черная кайма на задних крыльях самцов очень узкая, порой пропадающая, дистальное пятно задних крыльев яркое против бледно-оранжевого, белесый испод передних крыльев не как у гиал и т.д., что и подтвердил Олег Полумордвинов.

Итак, желтушка южная впервые была обнаружена в Б. Клыках 20.08.2016г. в количестве 3-х экземпляров. Находка подтвердилась 06.08.2017г. (2 экз.).

Сама бабочка впервые была обнаружена «к северу от Гранады в местечке Сьерра де Альфакар на высоте 1800 м», как сообщил ее первооткрыватель Р. Верити из испанской провинции Андалузии в 1905 году. После Второй мировой войны оказалось, что ареал Альфакариенсис распространяется через Центральную Европу в Восточную, и включает в себя еще и Кавказ с Закавказьем, малую Азию, Казахстан и Западный Китай, а северная граница проходит по поясу широколиственных лесов Восточной Европы (в России это Тульская и Пензенская области, Воронеж). Самая северная точка находки, возможно, связана с Большими Клыками на юго-востоке Казани.

В год у бабочки развивается одно-два поколения с мая по сентябрь (три на юге с апреля по октябрь). У нас, возможно, развивается одно поколение, но это еще стоит доказать. Гусениц скорее всего стоит искать либо в августе (второе поколение), либо в июне (первое поколение имаго). Зимует гусеница. Куколка нежно-зеленая (1,5 см), развивается 7 дней, гусеница зеленая с рядом черных пятен.

Даже небольшое по времени исследование говорит об уникальности данной территории с точки зрения сохранения его как места отдыха, а также в познавательных целях в условиях городской экспансии.

#### Литература

1. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения / гл. ред. А. И. Щеповских. - Изд. 2-е. - Казань: Идел-Пресс, 2006. - 832 с.
2. Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы / гл. ред. А. А. Назиров. - Изд. 3-е. - Казань: Идел-Пресс, 2016. - 760 с.
3. Шулаев Н.В., Петров Н.Г., Шулаев М.В. Булавоусые чешуекрылые Татарстана. - Казань: ЗАО «Новое знание», 2005. - 27с.
4. Корнелио М.П. Школьный атлас-определитель бабочек. - М.: Просвещение, 1986. - 256с.
5. Некрутенко Ю.П. Дневные бабочки Кавказа. Определитель. - Киев: Наукова думка, 1990. - 96с.
6. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. (2-й выпуск). Часть 2. Беспозвоночные животные. - Лаборатория Красной книги Всероссийского научно-исследовательского института охраны природы. Отв. ред. В.Е. Присяжнюк. - М., 2004 (2008). - 512 с.
7. Моргун Д.В., Довгайло К.Е., Рубин Н.И., Солодовников И.А., Плющ И.Г. Дневные бабочки (Heperioidea и Papilionoidea, Lepidoptera) Восточной Европы. - CD определитель, база данных и пакет программ «Lysandra». - Минск, Киев, М., 2005.

**S.G. Gordienko<sup>1</sup>, T.A. Gordienko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Private college named after N.I. Lobachevsky, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

#### **DIURNAL BUTTERFLIES DIVERSITY IN THE NOXA RIVER FLOODPLAIN AROUND THE BOLSHIYE KLYKY VILLAGE OF KAZAN**

Summary. This paper gives some insight into the state of flora and fauna on the right bank sloping terrace of the r. Noxa, flowing through the territory of the city of Kazan and flowing into the r. Kazanka, in the village of Bolshiye Klyky of the Soviet District of the capital of the Republic of Tatarstan. Even a small study shows the uniqueness of this place from the point of view of its preservation as a place of rest for the citizens.

Keywords: city, meadow, flora and fauna, lepidoptera.

Г.З. Идрисова <sup>1</sup>, И.В. Сергеева <sup>2</sup>, Е.Н. Шевченко <sup>2</sup>, А.Л. Пономарева <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет  
имени Жангир хана, город Уральск, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова, город Саратов, Россия

## **ОСОБЕННОСТИ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА РОДНИКОВОГО УРОЧИЩА ЖОСА НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

Приведена краткая флористическая характеристика родникового урочища Жоса расположенного на территории Западного Казахстана. Описывается таксономический состав флоры, экологические группы по отношению к влагообеспеченности, трофности, солевому режиму почв и грунтов. Указаны охраняемые растения, занесенные в Красные книги Казахстана и Российской Федерации.

Ключевые слова: флористический состав, родниковое урочище, таксономический состав, гигроморфы, трофоморфы, охраняемые растения, Западный Казахстан.

На территории Западного Казахстана сосредоточены разнообразные родниковые урочища, изучение флористического состава которых представляет особый интерес, поскольку именно флора способствует их привлекательности [1, 11]. Кроме того флора является своеобразным индикатором экологического состояния родникового урочища и свидетельствует о степени нарушенности растительного покрова [7, 8].

Объектом данного исследования был источник Жоса, расположенный в Мартокском районе Актюбинской области, около 1 км от одноименного поселка Джуса в Северо-Западном направлении, на территории фермерского хозяйства, на днище балки (глубина балки 5-6 м). Родник представляет собой множественный выход подземных вод. Дает начало мощному ручью, который впадает в небольшую плотину, рядом с которой расположена законсервированная в 2016 году нефтегазовая скважина (рисунок).

Целью работы являлось изучение парциальной флоры территории прилегающей к роднику Жоса площадью около 1000 м<sup>2</sup>. В ходе исследования учитывались сосудистые растения, произрастающие в пределах родникового урочища. Сбор и сушка гербарных образцов проводились согласно стандартной методике [6]. Установление видовой принадлежности собранных растений осуществлялось по следующим определителям: Флора Казахстана [9], Каталог растений Западно-Казахстанской области [2]. Названия видов даны по сводке С.К. Черепанова [10].



Место родникового выхода Жоса

Флора территории, примыкающей к роднику Жоса, представлена 58 видами, 57 родами и 30 семействами. Флора включает два Отдела – Equisetophyta и Magnoliophyta. Отдел Equisetophyta представлен 2 видами (*Equisetum arvense* L., *E. pratense* Ehrh.). Основная часть видов растений (56) относится к Отделу Magnoliophyta, где на класс Liliopsida приходится 11 видов, 11 родов и 6 семейств, на класс Magnoliopsida – 45 видов, 45 родов и 24 семейства. Таким образом, по числу видов, родов и семейств, класс Magnoliopsida доминирует над классом Liliopsida. По числу представленных видов преобладают семейства Rosaceae (9 видов), Asteraceae (8 видов) и Poaceae (5 видов).

По отношению к влагообеспеченности большая часть растений изученной флоры принадлежит к мезофитной экологической группе 27,59 % (табл. 1). Среди мезофитов можно отметить такие виды как *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil., *Allium schoenoprasum* L., *Betula pendula* Roth, *Trifolium pratense* L., *Lathyrus pratensis* L., *Origanum vulgare* L., *Inula britannica* L. и др. Присутствует также ксерофитная группа (например *Amygdalus nana* L., *Spiraea crenata* L., *Cerasus fruticosa* Pall., *Stipa pennata* L., *Hordeum bogdanii* Wilensky, *Bromus squarrosus* L., *Silene wolgensis* (Hornem.) Bess.ex Spreng., *Artemisia austriaca* Jacq. и др.), т.к. сказывается влияние аридной зоны. Кроме того велика доля гигрофитной группы, т.к. растения произрастают на территории родникового урочища. Были отмечены следующие гигрофиты *Scirpus lacustris* L., *Butomus umbellatus* L., *Alisma lanceolatum* With., *Acorus calamus* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Persicaria hydropiper* (L.) Spach, *Rumex confertus* Willd., *Solanum dulcamara* L., *Myosotis caespitosa* K.E. Schultz и др.

По отношению к трофности, солевому режиму почв и грунтов в изученной флоре выделяются мезотрофы (53,45 %) и мегатрофы (34,49 %) (табл. 2). Присутствуют также олиготрофы (например *Silene wolgensis* (Hornem.) Bess.ex Spreng., *Elaeagnus argentea* Pursh, *Centaurea arenaria* M. Bieb., *Chamerion angustifolium* (L.) Scop.), *Betula pendula* Roth, *Potentilla argentea* L.) и один галофит (*Hordeum bogdanii* Wilensky).

Таблица 1

## Распределение видов по гигроморфам

Гигроморфы	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Мезофиты	16	27,59
Ксеромезофиты	14	24,14
Мезогигрофиты	7	12,07
Мезоксерофиты	7	12,07
Ксерофиты	6	10,34
Гигрофиты	3	5,17
Гигрогидрофиты	2	3,45
Ультрагигрофиты	2	3,45
Гигромезофиты	1	1,72
Всего:	58	100,00

Таблица 2

## Распределение видов исследованной флоры по трофоморфам

Трофоморфы	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Мезотрофы	31	53,45
Мегатрофы	20	34,49
Олиготрофы	6	10,34
Галофиты	1	1,72
Всего:	58	100,00

На территории родника обнаружено 4 редких вида растений [3], занесенных в Красную книгу Республики Казахстан [4] и Красную Книгу Российской Федерации [5]:

*Stipa pennata* L. s. str.<sup>1,2</sup>, *Alnus glutinosa* L. Gaertn.<sup>2</sup>, *Sanguisorba officinalis* L.<sup>2</sup>, *Tulipa biebersteiniana* Schult. &Schult. F.<sup>2</sup> (1 – виды, занесенные в Красную книгу РФ; <sup>2</sup> – виды, занесенные в Красную книгу РК).

В целом флора родникового урочища представляет собой уникальный природный объект, являющийся достаточно интересным для дальнейшего ее изучения.

## Литература

1. Ахмеденов, К. М. Родниковые ландшафты Западного Казахстана: [монограф.] / К. М. Ахмеденов. - Уральск: ТОО «NIDS». – 2015. – Т. 1. – 131 с.
2. Дарбаева Е.Т. Каталог растений Западно-Казахстанской области. - Уральск, 2011. – 288 с.
3. Идрисова, Г. З. Редкие и охраняемые виды растений родников Западного Казахстана [Текст] / И. В. Сергеева, Е. Н. Шевченко, А. Л. Пономарева // Бюлл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та.-2018б. - Т. 16., № 2. – С. 66-71.
4. Красная книга Казахстана. – Астана: Багира ЛТД, 2006. – 550 с.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. – М. : Тов-во научн. изданий КМК, 2008. – 855 с.

6. Матвеев, Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны): учеб. пособие / Н. М. Матвеев. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. – 311 с.

7. Сивохиц, Ж. Т. Ландшафтно-экологические особенности гидроморфных комплексов ГПЗ «Оренбургский» / Ж. Т. Сивохиц, О. Г. Калмыкова // Вестник ОГУ. Специальный выпуск (67): Ключевые природные территории степной зоны Северной Евразии. – 2007. - С. 55-59.

8. Сивохиц, Ж. Т. Природное разнообразие и геоэкологические особенности родников и родниковых урочищ Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36 / Ж. Т. Сивохиц. – Оренбург, 2002. – 17 с.

9. Флора Казахстана. Т. 1 – 9 / Глав. ред. Н. В. Павлов. – Алма-Ата: АН Казахской ССР, 1956 – 1964.

10. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов. – СПб : Мир и семья, 1995. – 992 с.

11. Idrissova, G. Z. Monitoring studies of the ecological state of springs in the Aktobe region in Western Kazakhstan / G. Z. Idrissova, K. M. Akhmedenov, I. V. Sergeeva, A. L. Ponomareva, E. S. Sergeeva // J. Pharm. Sci. & Res. – 2017. – Vol. 9 (7). – P. 1122-1127.

**G.Z. Idrissova<sup>1</sup>, I.V. Sergeeva<sup>2</sup>, E.N. Shevchenko<sup>2</sup>, A.L. Ponomareva<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>*Kazakhstan, West Kazakhstan agrarian-technical university named Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan*

<sup>2</sup>*Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia*

A brief floristic characteristics of the spring tracts of Jos is located on the territory of Western Kazakhstan. The taxonomic composition of flora, ecological groups in relation to moisture supply, trophic, salt regime of soils and soils are described. The protected plants listed in the Red book of Kazakhstan and the Russian Federation are indicated.

Keywords: floristic composition, spring tract, taxonomic composition, gerromorpha, topomorphy, protected plants, Western Kazakhstan.

**О.А. Климова**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского  
отделения Российской академии наук», Кемерово, Россия

## **СОХРАНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ РАСТЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИИ КУЗБАССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

В данной статье отражены результаты по сохранению редких и исчезающих растений, при переносе их из природных мест обитания в культуру.

Ключевые слова: редкие и исчезающие растения, биологическое разнообразие, сохранение, интродукция.

Сохранение и восстановление биологического разнообразия [1] может проводиться по двум направлениям: *ex-situ* – сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания (например, в коллекциях ботанических садов), *in-situ* – сохранение экосистем и естественных мест обитания, а также поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде (заповедниках, заказниках, национальных парках, памятниках природы и т. п.).

Наиболее крупные нарушения растительного покрова в Кемеровской области происходят в следствии угледобычи, негативным образом влияя на все компоненты окружающей среды, в том числе и флору [2] Также основными лимитирующими факторами являются: распашка земель, выпас животных, весенние палы, сбор растений в букеты и в качестве лекарственного сырья, что приводит к постепенному исчезновению редких растений из природной флоры. .

В данном сообщении в качестве примера сохранения биоразнообразия в Кузбассе представлено сохранение в первый год интродукции в коллекции Кузбасского ботанического сада (КузБС) (*ex-situ*) популяций редких и исчезающих растений (РиИР) таких как: дремлик зимовниковый (*Epipactis helleborine* (L.) Grantz), стародубка пушистая (*Adonis villosa* Ledeb.), лапчатка изящнейшая (*Potentilla elegantissima* Polozhij), кандык сибирский (*Erytronium sibiricum* (Fisch. Et C.A. Mey.) Kryl. (форма белоцветковая), тимьян Маршалла (*Thymus marschallianus* Willd).

Из разных районов Кемеровской области в Кузбасский ботанический сад ФИЦ УУХ СО РАН (г. Кемерово) привезены редкие и исчезающие растения с целью изучения их сохранения и размножения в культуре (табл.). Все привезенные виды растений входят в «Красную книгу Кемеровской области» (2012).

Посадка живого материала производилась в середине мая в короба, заполненные смесью чернозема и песка, с расстоянием 10 x 10 см между особями. В течении вегетационного периода за растениями проводился уход и наблюдения (измерялась высота растений, отмечалось цветение, наличие завязи, формирование плода, выпад растений и т.д.)

Численность стародубки пушистой в популяциях от незначительного количества до единичных экземпляров. Находится на территории ключевой ботанической территории «Байатские сопки» [3]. В ходе экспедиционных исследований стародубка была обнаружена в Беловском районе, в окрестностях с. Беково. 11 экземпляров данного вида были изъяты и доставлены на территорию КузБС. На момент высадки стародубки пушистой 8 растений из 11 находились в состоянии цветения. В дальнейшем из них 3 растения образовали завязь и только 1 экземпляр сформировал плод.. Семена из коробочки были посеяны, но всходов не

было. В итоге (на конец октября) из 11 растений прижилось 9 шт. (табл.).

Сохранность редких и исчезающих растений в коллекции Кузбасского ботанического сада

Вид	Категория и статус*	Место изъятия	Сохранность	
			Высажено, экз.	Прижилось, экз.
Стародубка пушистая	2	р-н Беловский, с. Беково	11	9
Лапчатка изящнейшая	2	р-н Беловский, с. Беково	9	9
Дремлик зимовниковый	3	р-н Промышленновский, д. Окунево	15	15
Кандык сибирский	3	р-н Прокопьевский, уч. «Лиственичный»	1	1
Тимьян Маршалла	3	р-н Беловский, с. Беково	2	2

\*Категория и статус в пределах Кемеровской области: 2 - сокращающиеся в численности; 3 - редкие.

Лапчатка изящнейшая также в количестве 9 шт была высажена в короб, из них 1 экз. находился в состоянии цветения, но в итоге завязи не образовалось. На конец вегетационного периода прижились все особи данного вида. Лапчатка изящнейшая охраняется на территории Караканского заказника [3].

Дремлик зимовниковый никогда не образует плотных скоплений, популяции всегда малочисленны. Охраняется на территории НПП «Шорский». При переносе дремлика на территорию Кузбасского ботанического сада, из 15 растений, изъятых из природного местообитания, прижились все особи, 8 из них зацвели и дали плоды и семена. После созревания семян они были поверхностно посеяны на оставшейся части короба.

Один экземпляр белоцветковой формы кандыка сибирского привезен из Прокопьевского района (зем. отв. ОАО «КТК», участок «Лиственичный»). Кандык находился в состоянии цветения. Плод не образовался. Растение перешло в стадию покоя. Примечательно нахождение в данной популяции белоцветковой формы кандыка. Это представляет интерес с точки зрения интродукционного эксперимента для получения разнообразных форм цветков кандыка сибирского [3].

Популяции вида тимьяна Маршалла немногочисленные, занимают ограниченные площади. Охраняется на территории музея-заповедника «Томская писаница». Тимьян - это полукустарничек с одревесневающими основаниями побегов. Привезено 2 небольших экземпляра данного вида. К июню полукустарнички уже разрослись и обильно зацвели. В августе

семена были собраны и посеяны в конце сентября. Осенью тимьян подлежал вегетативному размножению.

На основании полученных результатов, сохранение популяций редких и исчезающих растений Кемеровской области, при переносе их из природных местообитаний, можно считать успешным. В дальнейшем работы по интродукции РиИР в Кузбасский ботанический сад будут проводиться с целью поддержания популяций, выявления их особенностей размножения в культуре с возможностью последующей реинтродукцией.

#### Литература

1. Манаков Ю.А. Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора /Ю.А. Манаков. - Новокузнецк, 2015. - 208 с.
2. Куприянов А.Н. Экологический мониторинг в районах угледобычи /А.Н. Куприянов. – Новосибирск, 2017. - 203 с.
3. Красная книга Кемеровской области: Т.1. Редкие и исчезающие виды растений и грибов, 2-е изд-е, перераб. и дополн. – Кемерово: «Азия принт», 2012. – 208 с.

**О.А. Klimova**

Federal State Budget Scientific Institution «The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Kemerovo. Russia

#### **CONSERVATION POPULATIONS OF RARE AND ENDANGERED PLANTS IN THE COLLECTION OF THE KUZBASS BOTANICAL GARDEN**

Abstract: This article reflects the results of the conservation of rare and endangered plants, when transference them from natural habitats to culture.

Keywords: rare and endangered plants, biological diversity, conservation, introduction.

Гос. задание № 0352-2018-0017 ЕГИСУ АААА-А17-117041410053-1

**В.М. Макеева<sup>1</sup>, И.Д. Алазнели<sup>2</sup>, А.В. Смуров<sup>1</sup>, Д.В. Политов<sup>3</sup>, А.П. Каледин<sup>4</sup>, А.М. Остапчук<sup>4</sup>, Ю.С. Белоконь<sup>3</sup> М.М. Белоконь<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Музей землеведения, Москва, Россия,

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Биологический факультет, Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup>Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ И ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ (ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)**

Новое научно-практическое направление – геноурбанонология - позволяет сохранить биоразнообразие на антропогенно нарушенных и особо охраняемых природных территориях. В рамках геноурбанонологии разработан способ поддержания жизнеспособности популяций, позволяющий длительно и устойчиво сохранять их на урбанизированных территориях.

Ключевые слова: геноурбанонология, биоразнообразие, популяция, генофонд, экосистема.

Особенностью решения проблемы сохранения биологических ресурсов на урбанизированных территориях, является необходимость сохранения разнообразия (качества) генофонда популяций охраняемых видов растений и животных. Это связано с тем, что в мелких изолятах фрагментированного урбанизированного ландшафта происходит сокращение генетического разнообразия вследствие активизации дрейфа генов и инбридинга, что неизбежно приводит к уменьшению адаптационного потенциала и вымиранию популяций [1, 2]. Уменьшение разнообразия генофонда популяций связано с практически важными свойствами, такими, как уменьшение жизнеспособности, плодовитости, уменьшение скорости роста, устойчивости к паразитам и патогенам [3].

Геноурбанонология – новое научно-практическое направление (синтез системной экологии и популяционной генетики), обоснованное и развиваемое авторами, позволяет решить проблему длительного и устойчивого сохранения биоразнообразия антропогенных и особенно урбанизированных ландшафтов. *Задача* геноурбанонологии состоит в познании генетических параметров и закономерностей сохранения устойчивости и восстановления экосистем антропогенных и, особенно, – урбанизированных ландшафтов [4, 5]. Геноурбанонология позволяет управлять качеством генофонда популяций, восстанавливать его

разнообразии, что предотвращает деградацию популяций и городских экосистем в целом.

Генотурбанонология выделена на основании эмпирического и теоретического обобщения оригинальных данных 35-летнего изучения воздействия урбанизации (фрагментации ландшафта) на структуру и функцию генофонда 44 популяции модельных видов животных и растений, обитающих на городских особо охраняемых природных территориях. Всего исследовано 36 популяций модельных видов животных (20 популяций наземного моллюска (*Bradybaena fruticum* (Mull.)), 16 популяций бурых лягушек – *Rana temporaria* L., и *Rana arvalis* Nills.), обитающих в условиях урбанизированного ландшафта Москвы и Подмосковья, а также 8 популяций растений (ели европейской (*Picea abis* (L.) Karst.) из Москвы и Подмосковья [6-8].

Результаты оценки состояния генофонда популяций животных выявили, факт резкого сокращения генетического разнообразия (до 70%) мелких изолятов урбанизированного ландшафта по сравнению с крупными природными популяциями. Генетическое разнообразие 77% популяций животных в городе Москве и 23% популяций в Подмоскovie уменьшилось более, чем на 50% [6,7]. Выявлены причины и механизм уменьшения генетического разнообразия популяций – дрейф генов и инбридинг, активизирующиеся вследствие антропогенной фрагментации ландшафта.

Проведена оценка эффективной численности популяций и дан прогноз длительности существования популяций модельных видов на ООПТ города Москвы: 60% популяций может исчезнуть в ближайшие 100-150 лет, из них 33% – в ближайшие 25-40 лет, 84% популяций могут исчезнуть за 160-200 лет. Менее 20% популяций имеет шанс на длительное существование (около 500 лет) [4,5].

Результаты исследования 8 популяций ели европейской из Подмосковья и парков города Москвы также показали, что в лесопосадках, заложенных в парках в конце 20 века генетическое разнообразие снижено (до 60%) по сравнению с условно-коренными лесами из Подмосковья, эти лесопосадки обладают пониженной жизнеспособностью [8].

В рамках генотурбанонологии авторами разработан и апробирован эффективный способ определения и восстановления параметров генетического разнообразия популяций, определяющего их жизнеспособность, для длительного и устойчивого сохранения биоразнообразия на урбанизированных территориях, включая особо охраняемые природные территории (ООПТ) [9].

Предлагаемый способ поддержания жизнеспособности популяций животных на урбанизированных территориях включает несколько последовательных этапов.

1. Определение основных параметров генетического разнообразия для популяций видов, обитающих на урбанизированных территориях.

2. Определение необходимости оздоровления городских популяций путем сравнения генетических параметров городских популяций с эталонной нормой, при этом, используют разработанный коэффициент жизнеспособности.

3. Определение количества генетического материала необходимого для внесения в популяцию, обитающую на урбанизированной территории.

4. Определение необходимого минимального числа особей, изъятых случайным образом из эталонной популяции, для внесения в оздоравливаемую популяцию.

Способ апробирован на особо охраняемых территориях города Москвы на примере модельных объектов [6, 7, 10].

Необходимо отметить, что способ поддержания жизнеспособности популяций особенно актуален для сохранения биоразнообразия на городских особо охраняемых территориях, а также для сохранения высокой продуктивности охотничьих угодий, в которых численность охотничьих видов регулируется человеком без учета состояния их генофонда [11].

Полученные практические результаты геноурбанонологии подтвердили возможность остановки действия необратимых генетических процессов в популяциях, приводящих к снижению адаптационных возможностей популяций и их неизбежному вымиранию. Разработанный способ восстановления и поддержания жизнеспособности популяций в урбанизированных ландшафтах дал возможность восстановить генофонд тех популяций, минимальная численность которых не достаточна для обеспечения оптимального уровня генетического разнообразия, характерного для определенных зональных экосистем [9,10].

#### Литература

1. Дубинин Н.П. Генетико-автоматические процессы и их влияние на механизм эволюции// Журн. эксперим. биологии. 1931. Т.7. №5/7.С.463-478.

2. Wright S. Coefficient of inbreeding and relationship //Amer. Natur. 1922. Vol. 56. P. 330-338.

3. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях: Учебное пособие. 3-е издание, переработанное и доп. М.: ИКЦ Академкнига. 2003. 431 с.

4. *Макеева В.М.* Эколого-генетические основы охраны животных антропогенных экосистем (на примере Москвы и Подмосковья): автореферат дисс... докт. биол. наук. М. 2008. 47 с.

5. *Макеева В.М., Белоконь М.М., Смуров А.В.* Геноурбанонология как основа устойчивого сохранения биоразнообразия и экосистем в условиях глобальной урбанизации. // Успехи современной биологии. 2013. Т. 133. № 1. С. 19-34.

6. *Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П.* Оценка состояния генофонда природных популяций беспозвоночных животных в условиях фрагментированного

ландшафта Москвы и Подмосковья (на примере кустарниковой улитки, *Bradybaena fruticum* (Mull.) // Генетика. 2005. № 11. С. 1495-1510.

7. Макеева В.М., Белоконь М.М., Малюченко О.П., Леонтьева О.А. Оценка состояния генофонда природных популяций позвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмосковья (на примере бурых лягушек) // Генетика. 2006. Том.42. № 5. С. 628-642.

8. Макеева В.М., Смуров А.В., Политов Д.В., Белоконь М.М., Белоконь Ю.М., Сулова Е.Г., Русанов А.В. Состояние генофонда и степень пораженности короедом-типографом (*Ips tipographus* (L.) естественных популяций и лесопосадок ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в Подмосковье. Генетика № 4. 2017. Т. 53. С. 422-431. DOI: 10.7868/S0016675817030079

9. Макеева В.М., Смуров А.В. Патент на изобретение № 2620079. Способ поддержания жизнеспособности популяций животных или растений на урбанизированных территориях. 2017. Бюллетень № 15.

10. Макеева В.М., Смуров А.В. Эколого-генетическая диагностика состояния и методы восстановления популяций животных городских особо охраняемых природных территорий (на примере модельных видов в городе Москве) // Научные ведомости Белгородского университета. Серия Естественные науки. 2011 в. № 3(98). Вып. 14. С. 104-110.

11. Каледин А.П., Филатов А.И., Остапчук А.М. Основы охотничьего ресурсоведения Реутов: Эра. 2018. 344 с.

**V.M. Makeeva<sup>1</sup>, I.D. Alaznely<sup>2</sup>, A.V. Smurov<sup>1</sup>, D.V. Politov<sup>3</sup>, A.P. Kaledin<sup>4</sup>, A.M. Ostapchuk<sup>4</sup>, M.M. Belokon<sup>3</sup>, Y.S. Belokon<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Museum of Earth Sciences, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>4</sup>Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

#### **SOLUTION OF THE PROBLEM OF THE BIOLOGICAL DIVERSITY CONSERVATION IN ANTHROPOGENICALLY DISTURBED AND SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS (ECOLOGO-GENETICALLY ASPECT)**

New scientific-practical direction-genourbanology - allows to save biodiversity in anthropogenically disturbed and especially-protected natural territories. Method of maintaining of the viability of populations, allows long and steadily to keep them in urban areas was developed in the framework of genourbanology.

Keywords: genourbanology, biodiversity, population, gene pool, ecosystem.

**А.А. Матвеева, Н.С. Пономарева**

Волгоградский государственный университет, Россия

## **ПРОБЛЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ИХТИОФАУНЫ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Анализ влияния хозяйственной деятельности на водно-биологические ресурсы проводился на примере эксплуатации Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного на территории Ямало-Ненецкого Автономного округа. Оценка выполнена с учётом продуктивности и степени допустимого использования компонентов кормовой базы (зоопланктона) рыбой. Размер ущерба от ухудшения условий нагула рыб на водных объектах месторождения послужил основой для разработки мероприятий по улучшению качества водно-биологических ресурсов, расположенных на территории месторождения.

Ключевые слова: водно-биологические ресурсы, рыбохозяйственное значение биологических ресурсов, Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение, ущерб от ухудшения условий нагула рыб, мероприятия по сохранению ихтиофауны водных объектов

Водные объекты территории Бованенковского НГКМ относятся к бассейну Байдарацкой губы, основные реки территории (Надуй-Яха, Юнды-Яха, Морды-Яха) впадают в залив Шарапов Шар, а также Карское море. Принадлежность к бассейну Байдарацкой губы, наряду с гидрологическими условиями водоемов, расположенных в зоне мерзлотных грунтов, определяют состав ихтиофауны водоёмов территории.

Ихтиофауна водных объектов месторождения представлена видами рыб, принадлежащих 12-ти семействам (Чир, Сир-пыжьян, Пелядь, Нельма, Муксун, Сибирская ряпушка, Азиатская зубатая корюшка, Арктический омуль, Арктический голец, Сибирский хариус, Обыкновенная плотва, Сибирский елец, обыкновенный голянь, Налим, Сибирский хариус, Обыкновенная щука, Речной окунь, Обыкновенный ёрш, Девятиглая колюшка, Ледовитоморская рогатка, Полярная камбала, Навага). Основными компонентами водоёмов рассматриваемой территории являются сиговые и корюшка, причем из сиговых наиболее многочисленны такие виды как муксун, ряпушка, пыжьян, омуль и чир [2].

Водозаборные сооружения запроектированы с учетом гидрологических характеристик озер, расположенных на территории исследуемого месторождения как антропогенно нарушенной территории.

При осуществлении водозабора происходит гибель планктона. Несмотря на применение рыбозащитного устройства на всех эксплуатируемых водозаборах, возможна гибель молоди различных видов рыб в период открытой воды (5-6 месяцев). Все это снизит развитие

ихтиофауны в водных объектах, расположенных на территории исследуемого месторождения.

Потери ихтиомассы от гибели зоопланктона с рассчитывались по формуле (1) и прогнозировались на 5-летний период с 2017 по 2022 гг.:

$$N = B \times (1 + P/B) \times W \times K_E \times (K_2/100) \times d \times 10^{-3}, \quad (1)$$

где  $N$  – размер наносимого вреда, кг;

$B$  – биомасса кормовых организмов, г/м<sup>3</sup>;

$P/B$  – коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов;

$W$  – объём забираемой воды, м<sup>3</sup>;

$K_E$  – коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потреблённой пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела);

$K_2$  – средний для данной экосистемы (района) и сезона коэффициент (доля) использования кормовой базы;

$d$  – степень воздействия, или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы);

$10^{-3}$  – множитель для перевода граммов в килограммы.

Показатель коэффициента  $K_E$  является обратной величиной кормового коэффициента ( $K_1$ ), то есть  $K_E = 1/K_1$  [6].

При оценке размера вреда применялись показатели, принятые по водным объектам северных районов Красноярского края:

- 50 % выедаемость кормовых организмов рыбами;
- сезонный  $P/B$  коэффициент, равный 7 для зоопланктона;
- кормовой коэффициент для рыб-планктофагов – 10.

Кроме потери зоопланктона, корма для мирных рыб, при заборе воды из поверхностных водоемов на технологические нужды возможна гибель молоди мелких промысловых рыб – кормовых объектов хищных рыб. По результатам неопубликованных исследований ФГБНУ «Госрыбцентр», средняя концентрация молоди мелких промысловых видов рыб в озерах арктического региона составляет 0,60 г/м<sup>3</sup>, кормовой коэффициент для хищных рыб равен 4 (для БНГКМ) [1, 3].

Расчёт возможного вреда от потери кормовых организмов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Расчёт размера вреда от ухудшения условий нагула рыб на водных объектах месторождения (Составлено авторами)

Биотоп	Кормовые Организмы	Причина негативно го воздействия	В, г/м <sup>3</sup>	1+ P/B	W, м <sup>3</sup>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub> , %	D	N, кг
Безымянное озеро № 23									
Акватория	Планктон	Забор воды	0,45	8	1551657,0	10	50	1,0	279,30
	Ихтиопланктон		0,60	-	258604,5	4	100	-	38,79
Безымянное озеро № 41									
Акватория	Планктон	Забор воды	0,45	8	484064,0	10	50	1,0	87,13
	Ихтиопланктон		0,60	-	80677,3	4	100	-	12,10
Безымянное озеро № 103									
Акватория	Планктон	Забор воды	0,45	8	414001,0	10	50	1,0	74,52
	Ихтиопланктон		0,60	-	69000,2	4	100	-	10,35
В целом по Бованенковскому НГКМ									502,19

Утраченную ихтиомассу предлагается компенсировать искусственным воспроизводством молоди одного из указанных видов рыб (пелядь, сиг-пыжьян, чир, муксун, осётр, стерлядь) с последующим выпуском её в водные объекты Обь-Иртышского бассейна.

Расчёт количества воспроизводимой молоди выполняется по формуле

2:

$$L = \frac{N_B}{p \times s}, \quad (2)$$

где, L – количество воспроизводимой молоди рыб, экз.;

N<sub>B</sub> – количество воспроизводимой товарной рыбы, кг;

p – средняя масса одной особи товарной рыбы, кг;

s – коэффициент промвозврата, % [4].

Расчёт количества молоди (навеской не менее 0,5 г), воспроизводимой для компенсации ожидаемого вреда, представлен в таблице 2.

Таблица 2

Расчёт количества молоди сиговых и осетровых видов рыб, воспроизводимой для компенсации ущерба (Составлено авторами)

Вид рыб	p, кг	s, %	L, экз.
Бованенковское НГКМ			
Пелядь	0,350	1,4	102487
Сиг-пыжьян	0,315	1,8	88570
Чир	1,000	1,2	41850
Муксун	1,500	1,8	18599
Осётр	17,500	0,11	26088
Стерлядь	0,275	2,75	66404

Размер компенсационных затрат, связанных с выращиванием и выпуском молоди рыб в естественные водные объекты Обь-Иртышского бассейна, определялся по коммерческим ценам предприятий, занимающихся работами по искусственному воспроизводству водных биологических ресурсов [5].

В качестве объекта компенсации рекомендуется молодь муксуна, так как по расчетам этот вид самый малочисленный по количеству экземпляров воспроизводимой молоди рыб; муксун является видом рыбы, занесенной в Красную книгу.

#### Литература

1. Бованенковское месторождение. Официальный сайт ОАО «Газпром». URL: <http://www.gazprom.ru/projects/bovanenkovskoye/>.
2. Васильев, А.А. Динамика морских берегов западного Ямала / А.А. Васильев, Р.С. Широков, Г.Е. Облогов, И.Д. Стрелецкая // Криосфера Земли. - Т. XV. - № 4. - 2011.- С. 72-75.
3. Проект «Обустройство сеноман-аптских залежей Бованенковского НГКМ. Том 17 Охрана окружающей среды. Организация мониторинга. Раздел 17.1 Охрана окружающей среды. Книга 17.1.3 Охрана поверхностных и подземных вод от истощения и загрязнения». - Саратов, 2007. - 210 с.
4. Новиков, С.М. Основные результаты и задачи гидрологических исследований при освоении нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири / С.М. Новиков // Труды 4-ого Всесоюзного гидрологического съезда. - Т.4. - 1976. - С. 444-452.
5. Мегапроект «Ямал». Официальный сайт ОАО «Газпром». Режим доступа: URL: <http://www.gazprom.ru/projects/yamal/>.
6. Экологическая оценка деятельности Управления Ямалэнергогаз ООО «Газпром добыча Надым» за 2017 год. Режим доступа: URL: <https://www.ronl.ru/referaty/ekonomika/242055/>.

**A.A. Matveeva, N.S. Ponomareva**

Volgograd State University, Volgograd (Russian Federation)

#### **PROBLEMS OF THE REPRODUCTION OF ICHTHYOPHAUNA ON WATER OBJECTS OF OIL AND GAS-CONDENSATE DEPOSITS**

Annotation. The analysis of the impact of economic activity on water-biological resources was carried out on the example of the operation of the Bovanenkovo oil and gas condensate field located in the Yamalo-Nenets Autonomous District. The assessment was made taking into account the productivity and the degree of allowable use of the components of the food base (zooplankton) by fish. The extent of the damage caused by the deterioration of the conditions for feeding fish on the water bodies of the field served as the basis for developing measures to improve the quality of the aquatic and biological resources located on the territory of the field.

Keywords: aquatic and biological resources, fisheries importance of biological resources, Bovanenkovo oil and gas condensate field, damage from the deterioration of fish feeding conditions, measures to preserve the ichthyofauna of water bodies.

Д.С. Мосеев

Институт океанологии ИМ. п.п. Ширшова РАН, Архангельск, Россия

## СООБЩЕСТВА АНТРОПОГЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЙ В ЧЕРТЕ УСТЬЯ р. ДРЕСВЯНКА (ПЕЧОРСКАЯ ГУБА)

В статье приводятся краткие сведения о составе и структуре растительности антропогенных местообитаний в черте устьевой области р. Дресвянка Ненецкого АО. Сообщества в основном образованы заносными из естественных местообитаний видами, но образующими сообщества отличные от ненарушенных человеком биотопов. Больше тяготеют к антропогенным местообитаниям Дресвянки, следующие виды: *Tripleurospermum hookeri*, *Deschampsia orientalis*, *Calamagrostis neglecta*, *Equisetum arvense*, *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. phylicifolia* и эвапофит *Taraxacum officinalis*.

Ключевые слова: апофиты, Печорская губа, р. Дресвянка, антропогенные местообитания.

Активное хозяйственное освоение береговой зоны Большеземельской тундры, в частности при строительстве объектов нефтегазовой промышленности, сказывается на составе и структуре очень уязвимого к антропогенному воздействию растительного покрова. Происходит смена аборигенных растительных сообществ на сообщества нарушенных местообитаний, которые изменяют общий фон растительного покрова [1].

Геоботанические исследования проведены нами летом 2015 г. на территории Ненецкого АО, в береговой полосе устья р. Дресвянка, впадающей в Печорскую губу Баренцева моря. Растительность и флора изучались детально-маршрутными (методом геоботанического профилирования) и маршрутными геоботаническими методами. Для оценки обилия видов использовались градации: очень обилен – покрытие в большинстве сообществ (площадок) >40 %; обилен – 15-40%, не обилен < 15 %. По отношению к обитанию на антропогенно освоенных территориях, выделены следующие группы растений: 1) эвапофиты – виды, полностью перешедшие на антропогенные экотопы, 2) гемиапофиты – виды, распространенные на антропогенных территориях, но сохраняющие прочные позиции в местной флоре, 3) олигоапофиты – случайные на антропогенных территориях виды, состав которых разнороден, специфичен для каждого района [2].

В устье реки Дресвянка находится не жилой п. Вангурей, где настоящее время в поселке сохранились заброшенные и ветхие деревянные одноэтажные здания (балки). Вангурей был построен, как небольшое рабочее поселение, непостоянно проживающих специалистов, проводивших геологоразведочные работы.

В 2006 г. на базе АО «НПФ «Лукойл» (в настоящее время АО «НПФ «Открытие»), в устьевой области реки, началось строительство порта Дресвянка, предназначавшегося для транспортировки нефти. Отстроены здания, сооружения производственно-бытового назначения, склады открытого и закрытого хранения груза, резервуарный парк топлива. В настоящее время работа порта не ведется. При строительстве, для проезда автомобильного транспорта, от причала через порт была построена отсыпная грунтовая дорога, протяженностью более 4 км.

За пределами поселка естественные биоценозы, представлены кустарниковой тундрой, со стороны устья Дресвянки расположены обширные приливные осушки маршей, вдоль побережья Печорской губы песчано-галечные пляжи с серией береговых валов и авандюнами, сооружения причала для разгрузки судов примыкают к устью реки и Печорской губе [3].

В черту поселка происходит активное расселение сосудистых растений из естественных местообитаний, многие из которых, приживаясь на техногенной территории, образуют устойчивые сообщества, отличные от сообществ естественных местообитаний.

**Бровка и дорожное полотно**, с песчано-щебнистыми грунтами занимают сообщества с доминированием *Deschampsia orientalis*, *Tripleurospermum hookeri*. В состав таких сообществ входят *Festuca arenaria*, *Calamagrostis neglecta*, *Leymus arenarius*, последний обычен на бровках автодорог в городах Нарьян-Маре и Архангельске. Эти псаммофитные сообщества образуются путем расселения видов из местопроизрастаний пляжей, путем ветрового переноса семян. На увлажненных участках бровки отмечены сообщества из *Calamagrostis deschampsoides* и *Armeria scabra*.

**Откосы грунтовой дороги** занимают эфемерные сообщества с доминированием *Equisetum arvense* стелющейся формы, а на размытых участках монодоминантные эфемерные сообщества образует *Tripleurospermum hookeri*. Такие сообщества, вероятно недолговечны, ввиду неустойчивости рыхлых грунтов, размывания откосов дороги атмосферными осадками и штормовыми нагонами, вытеснения более агрессивными видами.

**У подножий откосов дороги**, рядом с маршем возрастает увлажнение, в таких местообитаниях на суглинистых грунтах, развиты сообщества кустарниковых тундровых ив (высотой до 1-1,5 м), часто произрастающих в экотонных зонах маршей, из них в верхнем ярусе доминируют – *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. phylicifolia*. В нижнем ярусе доминирует *Chamaepericlymenum suecicum*, реже встречаются *Festuca richardsonii*, *Carex rariflora*, *Archangelica officinalis*, расселяющиеся с экотонов маршей, и обычные для антропогенных местообитаний тундровой зоны – *Equisetum arvense*, *Chamerion angustifolium*, *Taraxacum*

*officinalis*. Из них последний в тундровой зоне специфичен только для населенных пунктов.

**На участках труб для ливневых стоков**, рядом с подножьями откосов, развиваются сообщества с доминированием *Calamagrostis neglecta* (покрытие 30-60 %), который расселяется из местообитаний высоких маршей и их экотонных зон. В состав таких сообществ с небольшим покрытием (1-5 %) входят злаковые травы характерные для маршей заливаемых сизигийным приливом – *Calamagrostis deschampsoides*, *Festuca richardsonii*, *Agrostis straminea*, *Carex rariflora*, *Potentilla egedii*.

На основании анализа таблицы, можно выделить ряд видов растений наиболее характерных для антропогенных местообитаний застроенной устьевой области р. Дресвянка. По нашим данным к ним относятся следующие виды, которые можно выделить в группу гемиапофитов: *Tripleurospermum hookeri*, *Deschampsia orientalis*, *Calamagrostis neglecta*, *Equisetum arvense*, *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. phyllicifolia* и эвапофит *Taraxacum officinalis*. Из них *Calamagrostis neglecta* и *Equisetum arvense* являются индикаторами состояния нарушенных земель в тундрах, при эксплуатации нефтегазоносных месторождений [4].

Отметим, что в соседней д. Фариха, где ранее находился небольшой рыбопромышленный завод, произрастает *Urtica dioica*, который не встречен в устье Дресвянки. Этот вид нехарактерен для естественных местообитаний побережья Печорской губы.

Низкие маршевые берега, и участки тундр, где расположен поселок, не редко, подвергаются затоплению водами штормовых нагонов распространяющихся с акватории Баренцева моря. Величина таких нагонов в Печорском море достигает 1.5 м [5]. Нагоны иногда затопляют и низкие берега в черте п. Вангурей, вызывая размыв грунтовой дороги. Известно, что многие виды растений используются для биологического укрепления берегов и прибрежных сооружений. Для укрепления грунтовой дороги поселка, такое значение могут иметь растения с развитой корневой системой. Отмечено, что меньше наблюдается размыв, на участках с сообществами *Deschampsia orientalis*, *Leymus arenarius*. Хорошо приспособлены к размыву сообщества *Calamagrostis neglecta* и кустарниковых ив, закрепляющие откосы дороги, они могут служить своеобразным «геоботаническим барьером» для защиты от размыва нагонами.

Таким образом, виды сосудистых растений образующие сообщества на антропогенно нарушенных территориях устья р. Дресвянка, имеют преимущественно приморское происхождение, расселяясь из засоленных местообитаний пляжей, маршей и их экотонных зон. Кроме *Taraxacum officinalis*, других специфичных для антропогенных местообитаний, видов здесь не выявлено.

Экологическая характеристика апофитов в местообитаниях устья Дресвянки

Вид	Естественные местообитания	Антропогенные местообитания
Хвощ полевой – <i>Equisetum arvense</i>	Склоны абразионный берегов. Экотонные зоны маршей, пляжей и тундр. Обилен.	Гемиапофит. Откосы грунтовых дорог. Рядом с сооружениями в черте поселка. Обилен.
Полевица соломенно-желтая – <i>Agrostis straminea</i>	Марши в полосе влияния приливов. Обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Не обилен.
Вейник щучковидный – <i>Calamagrostis deschampsoides</i>	Марши в полосе влияния приливов. Обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Не обилен.
Вейник незамечаемый – <i>Calamagrostis neglecta</i>	Марши, экотонные зоны маршей и тундр, кустарниковые тундры. Обилен.	Гемиапофит. Подножия дорожных насыпей и поверхности грунтовых дорог. Рядом со строениями в поселке. Очень обилен.
Луговик восточный – <i>Deschampsia cespitosa</i> subsp. <i>orientalis</i>	Пляжи. Экотонные зоны пляжей. Обилен.	Гемиапофит. Бровки грунтовых дорог, на песчаных грунтах. Обилен.
Овсяница песчаная – <i>Festuca arenaria</i>	Пляжи. Экотонные зоны пляжей. Не обилен.	Олигоапофит. Бровки грунтовых дорог, на песчаных грунтах. Не обилен.
Овсяница Ричардсона - <i>Festuca richardsonii</i>	Марши, экотонные зоны маршей и тундр. Очень обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Не обилен.
Колосняк песчаный – <i>Leymus arenarius</i>	Пляжи, авантюны. Очень обилен.	Гемиапофит. Бровки грунтовых дорог, на песчаных грунтах. Обилен.
Осока редкоцветковая – <i>Carex rariflora</i>	Экотонные зоны маршей, берега водоемов в тундрах. Обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей, бровки грунтовых дорог. Не обилен.
Ива шерстистая – <i>Salix lanata</i>	Кустарниковые тундры, экотонные зоны маршей и тундр. Образует сомкнутые сообщества.	Гемиапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Образует сомкнутые сообщества.
Ива сизая – <i>Salix glauca</i>	Как предыдущий вид	Как предыдущий вид
Ива филиколистная – <i>Salix phylicifolia</i>	Как предыдущий вид	Как предыдущий вид
Дерен шведский – <i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	Экотонные зоны маршей. Обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Обилен.
Иван-чай узколистый – <i>Chamerion angustifolium</i>	Склоны берегов, экотонные зоны маршей. Обилен.	Гемиапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Обилен.
Лапчатка Эгеди – <i>Potentilla egedii</i>	Марши. Очень обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Не обилен.
Армерия шершавая – <i>Armeria scabra</i>	Пляжи, экотонные зоны пляжей.	Олигоапофит. Участки бровок дорог. Не обилен.
Дягиль лекарственный – <i>Archangelica officinalis</i>	Экотонные зоны маршей. Не обилен.	Олигоапофит. Участки подножий дорожных насыпей. Не обилен.
Одуванчик лекарственный – <i>Taraxacum officinalis</i>	Не отмечен.	Эвапофит. На участках подножий дорожных насыпей не обилен. В черте поселка у строений обилен.

Работа проведена при поддержке Архангельского регионального отделения ВОО РГО.

#### Литература

1. Лысенко Д.С. Синантропная флора Магаданской области./ Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2012. 111 с.
2. Кравченко А. В. Конспект флоры Карелии. Петрозаводск, 2007. 374 с.
3. Мосеев Д.С. Растительные сообщества побережья Печорской губы Баренцева моря между устьями рек Хыльчую и Дресвянка.// Тр. Архангельск. Центра РГО: Сб. науч. статей. Архангельск, 2015. Вып. 3. С. 266–276.
4. Колосов Д.Ф., Калашников А.В., Губайдуллин М.Г. Растительность юго-восточной части Большеземельской тундры // Перспективы науки. №2. 2014. а С. 7-9.
5. Леонтьев И.О. Прибрежная динамика: волны, течения, потоки наносов./ М.: ГЕОС, 2001. 272 с.

**D.S. Moseev**

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

#### **THE PHITOCENOSIS OF ANTHROPOGENIC HABITATS IN THE MOUTH OF THE RIVER DRESVYANKA (PECHORA BAY)**

Abstract. The article provides brief information on the composition and structure of vegetation of anthropogenic habitats within the estuarine region of the river Dresvyanka of the Nenets autonomous district. The phytocenosis is mainly formed invasive of natural habitats the species, but forming a community different from the undisturbed human habitats. Tend to anthropogenic habitats Dresvyanka, the following types of: *Tripleurospermum hookeri*, *Deschampsia orientalis*, *Calamagrostis neglecta*, *Equisetum arvense*, *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. phyllicifolia*, *Taraxacum officinalis*.

Keyword: apophytes, Pechora Bay, river Dresvyanka, anthropogenic habitats

**Е.Н. Патрушева**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

#### **ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО КАРКАСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Аннотация: Создание природно-хозяйственных каркасов отдельных территорий – необходимость современного природопользования. Природно-хозяйственный каркас рассматривается в качестве основы для ландшафтного планирования территории с разнообразными видами существующего и предполагаемого хозяйственного освоения.

Ключевые слова: природно-хозяйственный каркас, оптимизация природопользования, природные ресурсы

Весьма значительное антропогенное воздействие на природную среду, особенно во второй половине 20 века – начале 21 века привело к тому, что практически нетронутых человеческой деятельностью территорий практически не осталось. Одним из вариантов сохранения природной среды являются многообразные особо охраняемые природные территории. Однако только их учреждением добиться желаемого результата в ряде случаев весьма затруднительно. С этой целью рядом авторов предлагается создание природно-хозяйственных каркасов.

Природно-хозяйственный каркас можно рассматривать в качестве основы для ландшафтного планирования территорий с разнообразными видами существующего и предполагаемого хозяйственного освоения. Природно-хозяйственный каркас необходим для разработки типовых мероприятий по улучшению экологической ситуации в районе исследования.

Формирование представлений о природно-хозяйственном каркасе территорий является важным научно-методическим аспектом разработки проблем устойчивости, ландшафтного планирования и геоэкологической оптимизации природно-хозяйственных ландшафтов.

В отношении природно-хозяйственного каркаса в литературе существует несколько используемых, близких по смыслу, понятий и некоторое количество точек зрения.

Толковый словарь С.И.Ожегова определяет каркас как остов какого-нибудь сооружения, изделия. Толковый словарь живого великорусского языка В.Даля трактует каркас как основание чего-либо, в виде костяка. Отсюда мы можем сделать вывод, что в качестве каркаса рассматривается некоторая основа, состоящая из определенных, взаимосвязанных элементов.

В географических исследованиях каркас изначально стали использовать для описаний в социальной географии в аспекте опорного каркаса расселения. Активно он используется при территориальном планировании. В природном описании слово каркас появляется чуть позже.

В становлении концепции каркасов существенную роль сыграли работы Б.Б.Родомана (1974) и В.В.Владимирова (1982). Первый автор для экологической организации территории предложил концепцию поляризованного ландшафта. Основой этой концепции является признание городских и заповедных ландшафтов с полярно противоположными и равноценными элементами биосферы, которые необходимо разделить промежуточными функциональными зонами для постепенного перехода от искусственной среды к естественной. Второй автор в основу опорного

экологического каркаса положил выделение трех зон: наибольшей хозяйственной активности, экологического равновесия и буферной.

Многие авторы предлагают свои определения: природный каркас территории (Кавалаяускас П., 1990), экологическая инфраструктура (Николаев В.А., 1992), экологическая сеть (Соболев Н.А., 1999), экологический каркас (Елизаров А.В., 1998, Мирзеханова З.Г., 2000), ландшафтно-экологический каркас (Казаков Л.К., 2007), природно-культурный каркас (Кулешова М.Е., 2007), природно-хозяйственный экологический каркас (Барышников Г.Я., 2002, Барышников Г.Я., Краснослободцева Н.А., 2009). В общем смысле природные каркасы формируются природными элементами, экологические каркасы создаются для сбалансированного взаимодействия природы и человека.

Рядом авторов были разработаны каркасы для различных территорий. Рамазанов С.К. (2009) разработал схему экологического каркаса Западно-Казахстанской области, Прыгунова И.Л. (2005) разработала экологический каркас Крыма, Барышников Г.Я., Краснослободцева Н.А. (2012) природно-хозяйственный каркас переходной зоны Алтая.

Разработанных схем природно-хозяйственных каркасов в Пермском крае не представлено. Поэтому в качестве объекта исследования мы взяли северо-восточную часть территории Пермского края, бассейн рек Вишеры и Колвы. В пределах этой территории нами рассматривается возможность создания природно-хозяйственного экологического каркаса. Для обоснования которого необходимы знания основных природных особенностей данной территории, к которым отнесены геолого-геоморфологическое строение и наличие полезных ископаемых, состояние почвенного покрова и особенности климата, гидрография и характер растительного покрова, особенности животного мира. Важным моментом являются объекты производства и объекты социальной инфраструктуры.

Пермский край является составляющей Приволжского федерального округа. Был образован 1 декабря 2005 года. Прежде этот субъект назывался Пермской областью, к которой был присоединен Коми-Пермяцкий автономный округ.

На языке коми край называется словом «Парма», что означает возвышенность, которая покрыта еловым лесом. Есть мнение, что название «Пермь» происходит от слова «Парма». Жители края зовутся пермяками. Географически Пермский край относится к Западному Уралу и расположен на стыке Европы и Азии. Его площадь – 10 600 кв. км, что примерно 1% от площади России.

В качестве территориальной единицы при анализе характера изменчивости геоморфологических условий на северо-востоке Пермского края было выбрано описание ландшафтов на уровне классов и видов [2]. Согласно такой классификации бассейн реки Вишеры будет включать два класса

ландшафтов: равнинные и горные. Равнинные ландшафты представлены следующим видом ландшафтов – аллювиально-зандровые песчаные и супесчаные с торфяниками, более точно Нижневишерским. Класс горных ландшафтов включает в себя три вида ландшафтов: высокие грядово-увалистые на палеозойских карбонатных и частично-терригенных породах (ландшафт Верхнеколвинско-Березовский), холмогорье с редкими останцовыми вершинами на палеозойских дислоцированных терригенных и карбонатных породах (ландшафт Березовско-Средневишерский), складчатые и складчато-глыбовые хребты и гряды на докембрийских метаморфизованных и частично палеозойских и терригенных породах (ландшафт Верхневишерский).

В геологическом отношении территория региона представлена восточной оконечностью Восточно-Европейской платформы, которая к востоку сменяется Предуральским краевым прогибом и Уральской складчатой областью. На большей части края широко развиты пермские отложения. Недра Пермского края содержат различные руды, природный газ, соли, нефть, торф, золото и даже алмазы, известняк, строительные материалы, а также многое другое.

Полезные ископаемые Пермского края активно добываются и удовлетворяют сырьевые потребности как региона, так и всей страны. На просторах края обнаружено и разведано почти 1400 месторождений различных видов полезных ископаемых, которых насчитывается более 49 видов.

Для описания почвенного покрова были изучены работы Н.Я.Коротаева. Согласно представленному районированию Н.Я.Коротаева [3] на территории бассейна Вишеры есть следующие виды почв: подзолы и сильно-подзолистые средне-, легко- и тяжелосуглинистые почвы (Колвинско-Лопьинский район подзолов и сильноподзолистых почв), песчаные и супесчаные подзолистые, дерново-подзолистые и торфяно-болотные почвы (Чердынско-Соликамский подрайон Чердынско-Гайнско-Соликамского района песчаных и супесчаных подзолистых и дерново-подзолистых и торфяно-болотных почв), тяжелосуглинистые подзолистые, дерново-подзолистые и заболоченные почвы (Западный предгорный район тяжелосуглинистых подзолистых, дерново-подзолистых и заболоченных почв), горнолесные и горнолуговые почвы (Горноуральский район горнолесных и горнолуговых почв). На данной территории необходимо рассматривать также гольцовый пояс примерно выше 800-900 м. Почв в настоящем смысле здесь нет, а имеются только примитивно-аккумулятивные образования из скоплений продуктов выветривания горных пород, покрытые мохово-лишайниковой растительностью.

Климат Вишерского Урала умеренно-континентальный с продолжительной многоснежной зимой и коротким прохладным летом. По данным многолетних наблюдений Мойвинской гидрометеостанции средняя годовая температура воздуха в горной части государственного

природного заповедника «Вишерский» составляет  $-2^{\circ}\text{C}$ , самого холодного месяца – января  $-19,1^{\circ}\text{C}$ , самого теплого – июля  $+14,2^{\circ}\text{C}$ .

Вследствие особенностей рельефа и влияния Атлантических циклонов верховья р.Вишеры – наиболее дождливый и многоснежный район Пермского края. В среднем за год в горных долинах выпадает 850–950 мм осадков, на высотах 700–800 м – 1300–1600 мм. Самый дождливый месяц года – сентябрь (в среднем 113 мм). Меньше всего осадков обычно отмечается в феврале [4].

Центральная водная артерия рассматриваемой территории – река Вишера – имеет общую протяженность 415 км и является одним из крупнейших и наиболее полноводных уральских притоков Камы. По охраняемой территории Вишерского заповедника Вишера проходит свои первые 111 км, принимая воды десятков малых горных рек и ручьев. Самыми крупными из них являются реки Хальсория – 17 км, Ниолс – 26 км, Мойва (с Большой Мойвой) – 52 км, Малая Мойва – 21 км, Лопья – 28 км, Лыпья – 52 км, Вёлс – 112 км. Для Вишеры характерны высокое половодье, дождевые паводки и низкая летняя межень. Питание смешанное, с преобладанием снегового. Замерзает в конце октября – начале ноября, вскрывается в конце апреля. В верховьях реки расположен Вишерский заповедник – особо охраняемая природная территория федерального значения. Вишерский заповедник был организован на северо-востоке Пермского края в 1991 году для сохранения темнохвойного таежного леса западного склона Северного Урала.

Согласно ботаническому районированию С.А. Овеснова [5] рассматриваемая территория включает три ботанико-географических района: среднетаежных пихтово-еловых лесов с преобладанием Камско-Печорско-Западноуральских пихтово-еловых лесов, средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов, северо- и среднетаежных кедрово-еловых горных лесов. Разнообразие растительных сообществ обуславливает разнообразие животного мира. Фауна представлена 46 видами млекопитающих, 164 видами птиц, на большей части территории представлена только один вид амфибий – травяная лягушка, одним видом рептилий – живородящая ящерица и шестью видами рыб [6].

В основе экономики Красновишерского района, в котором расположен бассейн Вишеры и Колвы, в основном представлены лесозаготовительные предприятия. Разрабатываются также месторождения алмазов, нефти, золота, газа, песка, глины, минеральных вод. Сельское хозяйство ориентировано на производство зерна, картофеля, овощей, мяса. От наличия и разнообразия полезных ископаемых зависит жизнь любого российского региона. Природные богатства используются для развития отраслей промышленного производства, в строительстве и в сельском хозяйстве. Именно поэтому очень важно создание природно-

хозяйственных каркасов отдельных территорий, с целью оптимизации рационального использования ресурсов и охраны природы.

#### Литература

1. Барышников Г.Я. Природно-хозяйственный каркас переходной зоны Алтая/ Г.Я.Барышников, Н.А.Краснослободцева. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2012. – 152 с.
2. Назаров Н.Н. Классификация ландшафтов Пермской области// Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. 1996. С. 4-10.
3. Коротаяев Н.Я. Почвы Пермской области. Пермское книжное издательство. Пермь, 1962. 276 с.
4. Вишерский заповедник// <http://www.zapoved.ru>
5. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и ее анализ: учеб. пособие по спецкурсу/ С.А.Овеснов; Перм. Гос. Ун-т. – Пермь, 2009. – 171 с.; ил.

**Е. Patrusheva**

Perm State University, Perm, Russia

#### **POSSIBILITY OF CREATING NATURAL AND ECONOMIC FRAMEWORK OF NORTHEASTERN TERRITORIES OF THE PERM REGION**

Annotation: The creation of natural-economic frameworks of individual territories is a need for modern environmental management. The natural-economic framework is considered as the basis for landscape planning of a territory with various types of existing and proposed economic development.

Keywords: natural and economic framework, optimization of nature management, natural resources.

**С.А. Турик, И.Б. Амосова**

Северный (Арктический) Федеральный университет, г. Архангельск,  
Россия

#### **РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ОХРАНЫ РЕДКИХ ВИДОВ В РАМКАХ ДОБРОВОЛЬНОЙ ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Аннотация: В ходе исследования нами были проанализированы основные правовые документы в области охраны редких видов в России и требования добровольной лесной сертификации по схеме Лесного попечительского совета. Также обзор публичной документации позволили составить примерный перечень редких видов выявленных и сохраняемых на арендных территориях сертифицированных организаций.

Ключевые слова: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды, добровольная лесная сертификация

На Европейской части преобладающий тип растительности - лесной. К данному типу приурочена наибольшая доля редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (далее редкие виды), занесенных в Красные книги РФ и ее субъектов. Основными угрозами для редких видов лесных экосистем является исчезновение типичных для них мест обитания, а также разного рода негативные воздействия (беспокойство, преобразование среды обитания, загрязнение почв и воды продуктами ГСМ, возрастание плотности дорожной сети). Так как за последние 70 лет подавляющая площадь лесов была подвергнута разного типа рубкам, то вопрос сохранения уникального биологического разнообразия в настоящее время является одним из приоритетных. Редкие виды, несомненно, – самая хрупкая категория биоразнообразия, в первую очередь, нуждающаяся в охране [1].

На сегодняшний день на территории России действуют более 15 нормативно-правовых документов, направленных на защиту редких видов, в первую очередь к ним относятся: "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ст. 60), "О животном мире" от 24.04.1995 N 52-ФЗ (ст. 24), «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ст. 2); Лесной кодекс от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ст.60.15), «Об рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ст. 27), "Кодекс РФ об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ст. 8.35), "Уголовный кодекс РФ" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ст. 258.1, 259).

Таким образом, вышеуказанные нормативные документы охватывают почти весь спектр компонентов биоразнообразия и строятся вокруг конкретных элементов природы. Анализ перечисленных статей показал, что любая деятельность, которая может привести к сокращению численности видов и их гибели, занесенных в Красную книгу РФ и ее субъектов, запрещается. Использовать ценные виды животных и растений можно только в исключительных случаях, в соответствии с законодательством РФ. При этом лица, нарушающие установленный порядок, понесут административную или уголовную ответственность.

Правовое регулирование редких видов непосредственно в области лесозаготовок опирается на три основных юридически закрепленных акта:

1) "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ст. 60.15);

2) Приказ Минприроды России от 13.09.2016 N 474 "Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации".

3) Приказ Минприроды России от 29 мая 2017 года N 264 «Об утверждении Особенности охраны в лесах редких и находящихся под угрозой исчезновения деревьев, кустарников, лиан, иных лесных растений,

занесенных в Красную книгу Российской Федерации или красные книги субъектов Российской Федерации».

Анализ законодательства РФ в области лесопользования показывает, что лица, использующие леса в любых целях, обязаны передавать сведения о выявленных местах обитания редких видов растений в органы государственной власти. При лесозаготовках должен проводиться учет таких мест в лесохозяйственных регламентах, необходимо выделять защитные и особо защитные участки леса при проведении лесоустройства. В связи с данными требованиями, будут сохраняться непосредственно редкие виды и также их реальные и потенциальные места обитания.

Несмотря на довольно широкий охват и полноту Российской нормативно-правовой базы в области охраны редких видов она имеет некоторые пробелы на ландшафтном и локальном уровнях. К тому же большинство редких видов довольно сложно идентифицировать визуально, что не позволит своевременно его обнаружить и сохранить его место обитание.

В настоящее время, дополнительным механизмом сохранения редких видов является добровольная лесная сертификация, появившаяся в России более 12 лет назад. Добровольная лесная сертификация (далее лесная сертификация) – это деятельность, основанная на оценке лесохозяйственных мероприятий и производимой лесной продукции у конкретного предприятия по соответствию строго установленным требованиям, критериям. Лесная сертификация направлена, главным образом, на создание социально и экологически устойчивого лесного хозяйства в регионе [2]. В России наибольшая площадь лесов сертифицирована по системе Лесного попечительского совета (<https://ru.fsc.org/preview.fsc.a-80.pdf>) (далее – Сандарт). В рамках национального Стандарта около 1/3 всех требований направлено на сохранение биоразнообразия, и непосредственно редких видов. Анализ Стандарта показал, что всего в нем выделено 6 из 10 принципов (1, 5, 6, 7, 8, 9), 20 из 56 критериев и 101 из 300 индикаторов, в которых непосредственно обозначены требования по сохранению биологического разнообразия. При этом требования охватывают видовой и экосистемный уровни. Стандарт требует выполнения национального законодательства в области сохранения биоразнообразия, а также включает дополнительные требования. Так, должна быть создана система защиты редких и находящихся под угрозой исчезновения видов и мест их обитания. Данная система защиты включает в себя 3 составляющих: выявление, сохранение и контроль. Должен быть в наличии список редких видов для конкретной сертифицируемой территории. Для этого собирается вся достоверная и доступная информация, включая полевые исследования, для выявления редких видов флоры и фауны, мест их обитания. Обнаруженные редкие виды и места их обитания должны сохраняться и ежегодно проводить

мониторинговые работы. Для потенциальных редких видов должны быть определены предпочитаемые ими места обитания, которые должны выделяться и сохраняться в пределах территории аренды. В основном система защиты выявленных и потенциальных редких видов включает в себя: 1) локальный уровень – выделение ключевых биотопов (на участках, площадь которых меньше 1 га), обеспечивается в пределах выдела, лесосеки, конкретного лесного участка; 2) экосистемный уровень – в рамках лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) (более 1 га); 3) региональный уровень – сохранение малонарушенных лесных территорий (МЛТ), сохранение действующих и (или) потенциальных ООПТ, орнитологических территорий, водно-болотных угодий (как правило, площади в несколько сотен га) [3].

На основании доступных материалов, размещенных на сайтах сертифицированных лесозаготовительных организаций, нами был проведен обзор систем защиты редких видов на их арендных территориях. В электронных документах, предоставленных организациями, выделяется отдельный пункт по выявлению и охране редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Анализ данной информации показал, что большинство предприятий сохраняют потенциальные места обитания редких видов на локальном, экосистемном и региональном уровнях. Выявляют и сохраняют на арендной территории: ключевые биотопы, ценные для сохранения биоразнообразия участки леса (ЛВПЦ), все типы леса на территории аренды (репрезентативная сеть), малонарушенные в ходе хозяйственной деятельности территории. При этом на таких участках, действует особый режим охраны – ограничение или выведение из любой хозяйственной деятельности человека. Ежегодный полевой мониторинг, выявляющий изменения в состоянии ценных видов и фиксирующий численность популяций таких видов. Как показал анализ публичных документов сертифицированных организаций при отводах делянок и лесозаготовках встречаются и сохраняются наиболее узнаваемые редкие виды, занимающие наиболее распространенные типы местообитаний в данной местности: *Lobaria pulmonaria* (L.), *Neckera pennata* Hedw., а также редкие породы деревьев, например, для европейской части России это *Larix sibirica* Ledeb, *Pinus sibirica* Du Tour, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin). Также фиксируются наиболее яркие и узнаваемые представители сем. Orchidaceae: *Calypso bulbosa* (L.) Oakes., *Epipactis palustris* (L.) Crantz., *Cypripedium calceolus* L., *C. guttatum* Sw..

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с развитием добровольной лесной сертификации появился дополнительный механизм сохранения редких видов, что в первую очередь касается локального уровня. Так благодаря деятельности лесной сертификации во многих российских лесохозяйственных регламентах появился уровень сохранения

биоразнообразия, в число которого входит охрана редких видов – концепция ключевых биотопов.

#### Литература

1. Касимов, Н.С. Сохранение и восстановление биоразнообразия [Текст]/. - М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра. - 2002. - 286 с.
2. Ильина, О.А. Нормативно-правовая основа сохранения биоразнообразия при заготовках древесины и рекомендации по ее применению [Текст] / О. А. Ильина, М. Л. Карпачевский, Т. О. Яницкая // Всемирный фонд дикой природы (WWF). - М., 2009.
3. Российский национальный стандарт добровольной лесной сертификации по схеме FSC [Электронный ресурс]. - М. - 2012.

**S.A. Turik, I.B. Amosova**

Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk

#### **REGULATION OF PROTECTION OF RARE SPECIES IN THE FRAMEWORK OF VOLUNTARY FOREST CERTIFICATION IN THE RUSSIAN FEDERATION.**

Annotation: In the course of the study, we analyzed the main legal documents in the field of the protection of rare species in Russia and the requirements of voluntary forest certification under the Forest Stewardship Council scheme. Also, a review of public documentation allowed us to compile an approximate list of rare species of certified organizations identified and stored in rental areas.

Keywords: rare and endangered species, voluntary forest certification

**О.В. Шашуловская<sup>1</sup>, Е.А. Шашуловская<sup>1</sup>, О.В. Седова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Саратов, Россия

<sup>2</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

#### **МЕЛКОВОДНЫЕ УЧАСТКИ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ЕСТЕСТВЕННЫЙ БИОФИЛЬТР ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Показана роль высшей водной растительности мелководных участков в процессах самоочищения Волгоградского водохранилища.

Ключевые слова: макрофиты, пойменные участки, Волгоградское водохранилище, донные отложения, гидрохимические компоненты

Особенностью Волгоградского водохранилища является наличие значительной зоны мелководных участков с глубинами до 5 м, которые занимают почти половину от общей площади водоема. В связи с замедленным водообменом происходит прогрессирующее зарастание

водохранилища высшей водной растительностью (ВВР). За последние 30 лет площади, занятые макрофитами, увеличились в 7–8 раз. При этом ассоциации водных растений формируют около 30% первичной продукции экосистемы [1].

ВВР играют важную роль в формировании и регулировании качества воды и кислородного режима литоральной зоны водохранилищ. Аккумуляция водными растениями растворенных биогенных элементов, в первую очередь азота и фосфора, приводит к снижению эвтрофикации водоемов. Способность поглощать, разлагать и перерабатывать загрязняющие вещества делает заросли макрофитов важными участниками фиторемедиации вод, а сами мелководья – мощным биофильтром, так называемым естественным биоплато.

Площадь среднего участка Волгоградского водохранилища, расположенного между гг. Саратовом и Камышиным, составляет около 1700 км<sup>2</sup>, из них на мелководную зону приходится почти 50%. Наиболее крупные левобережные поймы участка – Анисовская, Квасниковско-Узморская и Ровенско-Черебаевская представлены различными типами мелководий с неоднородными физико-химическими условиями.

С этой точки зрения, цель нашей работы – оценить роль мелководий Анисовской поймы в процессах самоочищения Волгоградского водохранилища.

Материалом настоящих исследований послужили пробы воды, донных отложений и ВВР, отобранные в вегетационные периоды 2017 – 2018 гг. на различных по проточности участках Анисовской поймы Волгоградского водохранилища. Участки поймы, на которых скорость течения составляла от 3 до 6 м/мин., отнесены к категории «средняя проточность»; более 6 м/мин. – «высокая проточность»; «отсутствие проточности» – до 0,5 м/мин.

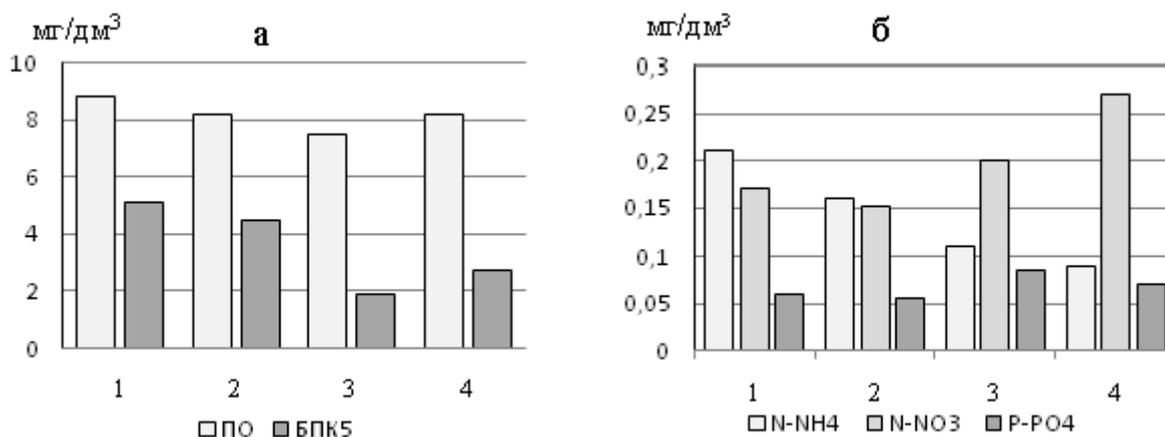
Химический анализ воды выполнен по стандартным методикам. О количестве общего органического вещества (ОВ) в грунтах судили по потере при прокаливании в электропечи при  $t = 900^{\circ} \text{C}$ . Содержание золы в макрофитах определяли методом сухой минерализации.

На непроточных и среднепроточных участках сформировано два пояса макрофитной растительности. В первом поясе доминантом является рогоз узколистый, характеризующийся высокими показателями фитомассы. Второй пояс образован сообществами с преобладанием роголистника темно-зеленого. На участках с высокой проточностью тип зарастания фрагментарно-зарослевый [2]. Пояс гелофитов разрежен и представлен небольшими куртинами рогоза узколистного, тростника южного, сусака зонтичного. Фитоценозы гидрофитов обширные по площади, по биомассе преобладает рдест пронзеннолистный. Меньшими показателями фитомассы характеризуется высокопроточный участок,

наибольшими – среднепроточный участок. На гелофитную растительность приходится 89-3 % от общей фитомассы на участке.

Гидрохимический анализ, проведенный в зарослях ВВР Анисовской поймы и в русле водохранилища, показал некоторые отличия между исследованными участками. Содержание кислорода было высоким во всех пробах ( $>8,0$  мг/дм<sup>3</sup>). При этом наибольшее содержание органического вещества по показателям перманганатной окисляемости и БПК<sub>5</sub> отмечено в непроточном заливе (рис. 1а). Содержание аммонийного азота также в непроточном заливе было в 1,3 – 2,3 раза выше, чем на других обследованных участках (рис. 1б). Очевидно, в условиях пониженной проточности наиболее интенсивно идут не только процессы образования ОВ, но и его минерализации. В то же время концентрация нитратов и фосфатов на этих участках была наименьшей. В заливе с высокой проточностью концентрации органического вещества и соединений азота и фосфора были близки к русловым.

Данные об аккумулирующей способности ВВР Волгоградского водохранилища были опубликованы нами ранее [3]. По приближенной оценке, растительность мелководий ежегодно накапливает в своей фитомассе около 7 тыс. т азота, 1,5 тыс. т фосфора, 1,2 т свинца и 2,5 т меди. На уровень накопления тяжелых металлов в высшей водной растительности оказывают влияние степень зарастания и проточность мелководий. С увеличением степени зарастания средние концентрации металлов в растениях уменьшаются в 2–3 раза. Возрастание скоростей течения приводит к повышению содержания исследуемых токсичных элементов в тканях вегетирующей и невегетирующей растительности в среднем в 2 раза.



Показатели органического вещества (а) и минеральных форм азота и фосфора (б) на различных пойменных и русловых участках Волгоградского водохранилища (Здесь: 1- непроточный, 2-среднепроточный, 3-высокопроточный, 4- русло водохранилища)

Нами показано, что наибольшую поглотительную способность по отношению к тяжелым металлам из обследованных нами растений показал роголистник темно-зеленый [4]. За ним следует уруть мутовчатая, которую многие исследователи предлагают использовать в целях биомониторинга [5]. Известно, что уровень накопления тяжелых металлов в биологических системах определяются в первую очередь их способностью формировать простые и комплексные соли с химическими соединениями, входящими в их состав [6].

Проведенные нами исследования показали, что содержание минеральных веществ в растениях зависит от экологической группы. Наименьшие концентрации характерны для типичных гелофитов. Так, например, ткани тростника содержали около 5 % золы. Гидрофиты характеризовались большей зольностью в диапазоне 19,8-28,5 %. Наибольшее количество зафиксировано в тканях урути. Возможно, способность макрофитов к аккумуляции тяжелых металлов определяется в том числе и количественным содержанием минеральных веществ в их тканях.

На исследованных нами мелководных грунты представляли собой пески разной степени заиления. Содержание органики в них колебалось в пределах 0,4 – 1,2%. В наиболее глубоководных участках величина потери при прокаливании донных отложений повышалась до 11–16%. Особенность водного режима водохранилищ умеренной зоны - понижение уровня с момента весеннего наполнения до конца зимы. В период ледостава и зимней сработки уровня лед оседает на осушенные мелководные участки, а при весеннем наполнении всплывает, унося с собой большую часть остатков фитомассы, о чем свидетельствует отсутствие даже в непроточном заливе существенных илистых отложений и доминирование промытых песков.

Таким образом, макрофиты литоральных участков, депонирующие в своей биомассе существенное количество органических, биогенных и загрязняющих веществ, выполняют роль мощного биологического фильтра, способствуя самоочищению водохранилища.

#### Литература

1. Шашуловский, В. А. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы [Текст]. В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш. -М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. -249 с.
2. Седова, О. В. Болдырев, В. А. Характеристика и синтаксономический состав растительности мелководий Волгоградского водохранилища в пределах Саратовской области [Текст] // Изв. Самар. науч. центра Российской академии наук. 2007. - № 1. - С. 283–291.

3. Шашуловская, Е.А., Мосияш, С.А. О роли мелководий в процессах самоочищения Волгоградского водохранилища [Текст] //Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. - 2009.- №12.- С. 43-46.

4. Шашуловская, Е.А. О накоплении тяжелых металлов в высшей водной растительности Волгоградского водохранилища [Текст] // Поволж. экол. журн.- 2009.- №4.- С. 355-359.

5. Никаноров, А.М., Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах [Текст]. А.М. Никаноров, А.Д. Жулидов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.

6. Илялетдинов, А.Н. Микробиологическая иммобилизация металлов: Самоочищение воды и миграция загрязнений по трофической цепи [Текст].- М: Наука, 1984.- С. 29-34.

**О. V. Shashulovskaya<sup>1</sup>, E. A. Shashulovskaya<sup>1</sup> O. V. Sedova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Saratov branch of VNIRO, Saratov, Russia

<sup>2</sup>Saratov state University named after N. G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

### **SHALLOW WATER AREAS OF THE VOLGOGRAD RESERVOIR AS A NATURAL BIOFILTER OF POLLUTANS**

The role of higher aquatic vegetation of shallow water areas in the processes of self-purification of the Volgograd reservoir is shown.

Keywords: macrophytes, phytomass, floodplain areas, Volgograd reservoir, bottom sediments, hydrochemical components

**Н.В. Шорина<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, г. Архангельск, Россия*

<sup>2</sup>*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия*

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В КРУПНЫХ ОЗЕРАХ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА ЛЕКШМОЗЕРЕ И КЕНОЗЕРЕ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Аннотация: Изучено пространственно-временное распределение форм железа двух крупных озер бореальной зоны северо-запада России оз. Кенозеро и оз. Лекшмозеро, расположенных в Кенозерском национальном парке, выявлена зависимость содержания железа в воде от показателя цветности. Многолетняя сезонная динамика содержания железа в оз. Лекшмозере выявила преобладание в период зимней стратификации растворенной формы железа, а летом взвешенной формы. Концентрации железа зимой, в условиях дефицита кислорода, на порядок превышают концентрации железа в летний период. В период межсезонной гомотермии концентрация железа резко снижается, и характер распределения меняется на равномерный от поверхности ко дну. Показано, что основной формой транспортировки

железа во впадающих в оз. Лекшозеро ручьях является растворенная форма. Выявлено повышенное содержание железа в водной толще оз. Кенозеро во всем диапазоне изученных глубин.

Ключевые слова: формы железа озеро Кенозеро, озеро Лекшозеро, Кенозерский национальный парк, пространственно-временная динамика, бореальные водные экосистемы, цветность

Озера Кенозеро и Лекшозеро относятся к самым крупным, имеющим народно-хозяйственное значение, водоемам Кенозерского национального парка (КНП), расположенного в бореальной зоне на северо-западе РФ (Архангельская область).

Систематические комплексные исследования проводились лабораторией пресноводных и морских экосистем на озерах южной части Кенозерского национального парка с 2006 по 2017 гг. С 1996 г. по 2004 гг. за состоянием данных озер проводились наблюдения Институтом водных проблем Севера. В работе [1] на основании литературных данных и собственных исследований, проведенных в 1996, 1997 гг. на Лекшозере и в 1999 г. – на Кенозере, сделан вывод о том, что за 30-летний период экосистемы озер претерпели заметные изменения, которые, в итоге, затронули рыбный промысел. Основной причиной обеднения рыбного населения в озере Кенозере явилось нарушение кормовой базы, связанное с сильным увеличением цветности воды. Цветность воды в оз. Кенозере в летний период выросла с 66 град в 1963 г. до 129 град в 1982 г., в зимний – с 24 в 1962 г. до 150 град в 1999 г. [1].

Недавно был признан вклад железа в увеличение цветности вод [2]. Интерес к изучению железа дополнительно обусловлен его повышенным фоновым содержанием, связанным со спецификой поверхностных вод бореальной зоны [3]. Известно, что повышенное содержание железа может оказывать влияние на биогеохимические циклы других элементов (N, P, S, C и др.). Кроме того, железо обладает хорошими сорбционными свойствами и участвует в транспорте большинства микроэлементов в системах питающее болото-первичные водотоки-ручьи-озера-реки-моря. За счет переменной степени валентности оно наиболее полно отражает состояние редокс системы водной среды. Недостаточно знать только содержание общего растворенного или валового железа, поскольку разные формы по-разному оказывают влияние на водные организмы.

Целью данной работы являлось исследование пространственно-временного распределения форм железа двух разнотипных озер КНП оз. Кенозера и оз. Лекшозера и взаимосвязи железа с показателем цветности.

По показателю железа вода оз. Кенозеро, характеризуется его повышенным содержанием относительно ПДК. Основным источником поступления железа в экосистему озера является р. Поча, в которой, по данным авторов [4] содержится до 0,99 мг/л общего растворенного железа. Наши исследования по глубоководной реперной станции оз. Кенозеро также

свидетельствуют о повышенном значении общего растворенного железа, где его содержание равномерно увеличивается от поверхности ко дну и составляет соответственно 0,33-0,37 мг/л соответственно. Основной формой нахождения железа в воде является общая растворенная форма с преобладанием формы  $Fe^{+2}$ , обнаружить взвешенное железо не удалось во всем диапазоне изученных глубин. Установлено повышенное содержание железа в водной толще во всем диапазоне изученных глубин. Установлены зависимости содержания железа в воде от показателей цветности ( $R=0,62$ ,  $n=12$ ,  $p \leq 0,05$ ) и РОУ ( $R=0,56$ ;  $n=12$ ,  $p \leq 0,05$ ), что указывает на то, что значительная часть железа мигрирует в комплексах с растворенным органическим веществом. Основной причиной повышенной цветности вод и повышенного содержания железа служат вырубки лесов на водосборе р. Поча, следствием чего явилось развитие эрозии почв и вымывание гумусовых веществ в комплексах с железом с заболоченного водосбора в экосистему озера.

Воды оз. Лекшмозера в отличие от вод оз. Кенозера относятся к очень мало цветным водам, показатель цветности достигает у дна  $15^0$  Cr-Co, что соответствует водам, лишенным окраски. В оз. Лекшмозеро впадает 11 мелких притоков, которые на формирование гидрологического режима озера, а, следовательно, и гидрохимического, большого влияния не оказали, вытекает одна река – Лекшма. Озеро Лекшмозеро имеет самый низкий уклон среди всех изучаемых озер КНП (0,008), это обстоятельство, и незначительный сток самого озера относительно его объема привело к тому, что повышенная цветность ручьев 70-118<sup>0</sup>, не сказалась на цветности вод оз. Лекшмозеро. Низкая проточность и морфометрические особенности водоема (плавное понижение глубин к центральной части) обуславливают накопление практически всех биогенных веществ и органических веществ, поступающих с водосбора, в том числе и железа, что выражается в увеличении всех форм железа от поверхности ко дну, соответственно, от 0,05 мг/л у поверхности до 2,6 мг/л у дна. Основной преобладающей формой железа в период зимней стратификации является растворенная форма, а летом его взвешенная форма. Концентрации железа зимой, в условиях дефицита кислорода, имеют 5-кратное увеличение в придонном горизонте (до 2,6 мг/л) по сравнению с летним периодом (до 0,4 мг/л), что подтверждается многолетними наблюдениями. К настоящему времени, в донных отложениях накопилось такое количество органического вещества, фосфора, железа, что при малейших сдвигах в гидрологическом, температурном, гидрохимическом режимах они способны отдавать фосфор, железо и др. элементов в толщу воды. Именно донные отложения оз. Лекшмозера, по-видимому, являются главными регуляторами биогенных элементов в воде, в том числе и железа. Показано, что основной формой транспортировки железа во впадающих в оз. Лекшмозеро ручьях является растворенная форма, обусловленная транспортом железа в составе

железоорганических комплексов с гумусовыми кислотами. В период межсезонной гомотермии концентрация железа резко снижается, и характер распределения меняется на равномерный от поверхности ко дну. Зафиксировать железо (II) на мелководных станциях в период гомотермии также не удалось. Концентрации общего растворенного железа в отобранных пробах воды в период весенней гомотермии (до 0,03 мг/л), что значительно ниже по сравнению с зимней меженью.

Изучено пространственно-временное распределение форм железа в водной толще мелководных и глубоководной реперной станции оз. Лекшмозера, в ручьях впадающих и одного вытекающего из оз. Лекшмозера, выявлена взаимосвязь распределения железа с показателем цветности.

Таким образом, основные природные факторы, оказывающие влияние на ход эволюции озер (климат, сток рек, морфометрия озерных котловин, характер растительности в озерном бассейне и пр.), в естественных условиях не столь динамичны, как антропогенные (распашка земель, вырубка лесов, строительство в бассейнах озер, изменение гидрографической сети и др.).

#### Литература

1. Калинкина, Н.М. Исследование трансформации водных экосистем Кенозерского национального парка под влиянием сельского и лесного хозяйства [Текст]/ Н.М. Калинкина, Т.М. Тимакова, П.А. Лозовик [и др.] // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований: материалы юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС. - Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2006.- С.312–323.
2. Widespread increases in iron concentration in European and North American freshwaters [Electronic resource] / Björnerås C. [et al.] // Global Biogeochemical Cycles. – 2017. – Electronic text data. – DOI: 10.1002/2017GB00
3. Моисеенко, Т.И. Зональные особенности формирования химического состава вод малых озер на территории Европейской части России [Текст]/ Т.И. Моисеенко [и др.] // Водные ресурсы, 2006. - Т.33. - №2. - С. 163-180.
4. Отчет по хоздоговорной теме № 32-03 «Проведение комплексного мониторинга водоемов Кенозерского национального парка». [Текст] / Н.М. Калинкина [и др.]. // Российская академия наук, Карельский научный центр, Институт водных проблем Севера. – Петрозаводск. - 2004. - 32 с.
5. Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России в рамках темы (проекта) № 0409-2015-0140 и Программы УрО РАН №18-9-5-29

**N.S. Shorina<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Federal Center for Integrated Arctic Research RAS (FCI Arctic RAS), Arkhangelsk, Russia

<sup>2</sup>North (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

**DISTRIBUTION OF IRON IN MAJOR LAKES OF THE KENOZER NATIONAL PARK LEKSHMOZERO AND KENOZERO (ARKHANGELSK REGION)**

**Abstract:** The spatial-temporal distribution of the iron forms of two large lakes in the boreal zone of Northwestern Russia, Lakes oz. Kenozero and oz. Lekshmozero, located in the Kenozersky National Park, revealed the dependence of the iron content in water on the color index. Long-term seasonal dynamics of iron content in the lake. Lekshmozero revealed a predominance of the dissolved form of iron during the winter stratification, and a suspended form in the summer. Iron concentrations in winter, in conditions of oxygen deficiency, are an order of magnitude higher than iron concentrations in summer. In the period of interseasonal homotermia, the concentration of iron decreases sharply, and the distribution pattern changes to a uniform one from the surface to the bottom. It is shown that the main form of transportation of iron in flowing into the lake. Lekshmozero brooks is a dissolved form. Revealed an elevated iron content in the water column of the lake. Kenozero in the whole range of the studied depths.

**Keywords:** iron forms, lake Kenozero, lake Lekshmozero, Kenozersky National Park, spatial and temporal dynamics, boreal aquatic ecosystems, chromaticity

**Е.В. Юркина**

Сыктывкарский лесной институт, РФ

**ГОРОДСКИЕ ОПТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ  
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ  
(НА ПРИМЕРЕ МО ГО г. СЫКТЫВКАРА)**

**Аннотация:** На основании проведенного обследования МО ГО «Сыктывкар» установлены территории высокой природоохранной ценности. Обоснована целесообразность их включения при анализе природной среды и использования в качестве индикаторов сохранности экосистем.

**Ключевые слова:** природоохранные территории, городские леса.

В 2018 г. городское население Земли достигло численности 4,2 млрд. человек. По состоянию на данный год число городов России составило 1114. Из этого количества 164 города по численности населения относятся к большим, крупным, крупнейшим и городам-миллионерам. В этих городах проживает 66 млн. жителей. На Европейском Севере численность населения наиболее крупных городов, среди которых Архангельск, Череповец, Мурманск, Вологда, Петрозаводск и Сыктывкар, редко превышает 300 тыс. чел. Все остальное население европейской части северо-востока России проживает в городах с населением менее 100 тыс. человек. Европейский Север относится к наиболее урбанизированным районам России. Доля

городского населения здесь составляет 78,8 % всего населения. Республика Коми – регион с высоким уровнем урбанизации. Городское население составляет 75,65 %. Сыктывкар – столица Коми, крупный административный, научный, промышленный и культурный центр. По совокупности экологических условий города России разделяются на пять категорий экологического стандарта: 1) благополучное; 2) удовлетворительное; 3) умеренно напряженное; 4) напряженное; 5) критическое. Среди северных городов только Петрозаводск относится к третьей категории. Часть городов принадлежит к четвертой категории, большинство – к пятой категории. Таким образом, практически все северные города находятся в напряженном или критическом экологическом состоянии. В 75 % городов с очень высоким уровнем загрязнения воздуха отмечаются наибольшие концентрации бенз(а)пирена, формальдегида, пыли, диоксида азота. Специфические примеси, такие как метилмеркаптан, сероуглерод, стирол, являются определяющими во всех городах, где имеются выбросы этих веществ. Как бы ни отличался спектр экологических проблем северных городов, все они связаны с деятельностью человека. Типичным примером экологической напряженности, существующей во всех городах Европейского Севера, может служить Сыктывкар – крупный лесопромышленный центр. На его территории имеются: предприятие нетканых материалов, целлюлозно-бумажное и картонное производство, гидролизно-дрожжевой завод, лесопильно-деревообрабатывающий комбинат, мебельное МПО «Север» и т. д. Всего на территории Сыктывкара располагаются более 30 промышленных предприятий, выбрасывающих отходы в окружающую среду. В воздух города ежегодно выделяется более 60 тыс. т различных веществ, из которых 13 тыс. т составляют твердые вещества: пыль, сажа, зола и проч., а остальные вещества поступают в виде газов. Основным источником загрязнения воздуха является «Монди Сыктывкарский ЛПК», расположенный вблизи жилых массивов Эжвинского района г. Сыктывкара. Суммарные выбросы данного предприятия составляют более 18000 т загрязняющих веществ в год. В их состав входят  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  и неорганическая пыль. ЛПК является единственным значительным источником выбросов метилмеркаптана. Данное вещество оказывает очень сильное воздействие на городские леса и, особенно на молодые сосняки: наблюдается угнетение роста деревьев, некроз кончиков хвои, снижение интенсивности фотосинтеза, угнетение или исчезновение многих видов лишайников.

Наиболее ценной частью, которая формирует «природоохранный каркас» являются городские особо охраняемые природные территории (ООПТ). К городским относятся ООПТ, расположенные в городах или в непосредственной близости от них. Они имеют ряд особенностей, присущих только им. Это связано с функциями, которые не могут выполнять (или выполняют не в полной мере) ООПТ, расположенные вдали от достаточно крупных населенных пунктов.

В большинстве городов России к ООПТ чаще отнесены памятники природы, городские парки, городские леса, ботанические сады, дендрологические парки, музеи-заповедники, искусственные насаждения в лесополосах и массивах, лечебно-оздоровительные местности и курорты. Первый национальный парк – «Лосиный остров» был утвержден в 1983 г. с целью сохранения объектов естественной среднерусской природы и создания условий для отдыха жителей г. Москвы. В промышленных городах такие территории успешно решают задачи по снижению уровня загрязнения воздуха, уменьшению эффекта «городского теплового острова», помогают поддерживать чистоту воды. Современное городское планирование предусматривает создание сети зеленых насаждений для улучшения качества городской среды. Городские ООПТ могут быть важными ключевыми составляющими инфраструктуры города. Такие территории активно посещаются туристами, тем самым они вносят вклад в общую туристическую привлекательность города. На данное время направление по их формированию в условиях крупных северных городов не развито. Сведения о наличии здесь территорий высокой природоохранной ценности отсутствуют. Вектором в основе их выделения могла бы стать шкала ценности городских ландшафтов. Среди сохраненных экосистем наиболее значимы малонарушенные, нарушенные незначительно и средненарушенные земли. Их подбор проводится на основании установления сохранности флористического и фаунистического комплексов. К *первой группе малонарушенных экосистем* Сыктывкара отнесен заказник «Белоборский», расположенный в пригородах. Это единственный лесной массив, принадлежащий МО ГО «Сыктывкар», имеющий официальный статус ООПТ. Создан в 1978 г. в качестве регионального комплексного заказника. Общая площадь – 9000,0 га. В заказнике сохраняется природный комплекс средней тайги, включая животный и растительный мир среднего течения р. Вычегды и острова Нидзьяс. Биологическое разнообразие соответствует зональному. К *второй группе* территорий, *нарушенных незначительно*, отнесены городские леса. Они находятся в зоне минимального экологического риска и невысоких антропогенных нагрузок. Городские леса причислены Лесным кодексом к защитным лесам (ст. 102), а, следовательно, относятся к категории особо охраняемых земель. Из обозначенных как городские леса Сыктывкара 35 кварталов площадью 2887 га поставлены на государственный кадастровый учет с проведением лесоустройства только пять кварталов на площади 370 гектаров. В данной группе - ботанический сад госуниверситета. *Средненарушенные территории*, отнесенные нами к *третьей группе*, имеют ограниченно благоприятную экологическую обстановку. Для поддержания равновесия здесь необходимы природоохранные мероприятия. В их число включен массив хвойного леса, расположенного в городском районе «Доручасток». Данное насаждение могло бы стать либо городской охраняемой, или рекреационной зоной, если

бы не его запущенность. Кроме того в Сыктывкаре имеются два исторических парка. Они могли бы быть включены в число городских ОПТ, если бы не их незначительная площадь и плохое экологическое состояние.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что в городе имеются перспективные участки, которые могли бы быть включенными в экологический каркас МО ГО «Сыктывкар». Среди таковых территории, законодательно имеющие статус ООПТ (заказники, городские леса, ботанические, дендрологические сады) и ряд сохраненных городских зеленых зон.

**E.V. Yurkina**

SLI

**URBAN PROTECTED NATURAL AREAS OF INDUSTRIAL CITIES IN THE  
EUROPEAN NORTH OF RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF  
SYKTYVKAR)**

Annotation. On the basis of the survey conducted by the MO GO «Syktyvkar», territories of high conservation value have been established. The expediency of their inclusion in the analysis of the natural environment and use as indicators of ecosystem preservation is substantiated.

Keywords: Urban ecosystems, protected areas, city forests

# Правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности урбосистем

---

**Н.В. Веденеева**

Саратовская государственная юридическая академия, Россия

## **СУДЕБНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Аннотация: в данной статье раскрывается понятие судебной экологической экспертизы городской среды, рассматриваются наиболее типичные ситуации назначения судебно-экологических экспертиз. Установлено, что необходимость проведения судебных экспертиз по экологическим правонарушениям заключается в установлении фактических обстоятельств негативного воздействия на окружающую среду для дальнейшего судопроизводства.

Ключевые слова: судебная экологическая экспертиза, объекты городской среды, экологическое законодательство, экологические правонарушения.

Экологическая экспертиза объектов городской среды – это комплексная оценка компонентов природной среды в подлежащем исследованию селитебном регионе.

Судебная экологическая экспертиза объектов городской среды – это практическая деятельность, состоящая в исследовании негативного антропогенного воздействия на конкретные локальные экологические компоненты города, осуществляемая в процессе административного, гражданского и уголовного судопроизводства.

Право на благоприятную окружающую среду – одно из основных конституционных прав человека, относящееся к разряду экологических прав. Конституция РФ, закрепляя в ст. 42 право на благоприятную окружающую среду, предполагающее реальные возможности проживания человека в здоровой, отвечающей международным и государственным стандартам окружающей природной среде, подкрепляет и дополняет его другими экологическими правами: правом на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и правом на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу лица экологическим правонарушением. В этой связи развивается новый вид судебно-экологической экспертизы – исследование экологического состояния объектов окружающей среды с целью установления стоимостного выражения негативного антропогенного воздействия, а также определения стоимости их восстановления.

Виды негативного воздействия на окружающую среду, в том числе наиболее характерные для городской среды, определены в статье 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды». К ним относятся: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ; сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов в поверхностные и подземные водные объекты и на водосборные площади; загрязнение почв; размещение отходов производства и потребления; загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и др. видами физических воздействий.

При осуществлении хозяйственной деятельности происходит негативное изменение качества окружающей среды, часто приводящее к возникновению экологических правонарушений. Экологические преступления являются сложной категорией уголовных дел, требующей в незамедлительного решения касающихся установления факта правонарушения вопросов, а также установления истины по делу. Главной проблемой судопроизводства в сфере экологических правонарушений является отсутствие у следователя научных познаний в области экологии, почвоведения, химии и др. [1]. В связи с этим, судебная экологическая экспертиза носит комплексный характер, так как в большинстве случаев проводится сотрудниками юстиции совместно с экологами, биологами, химиками, зоотехниками, гидрологами и другими специалистами. Практически не встречаются ситуации, когда разрешаемые экспертами вопросы касаются только одного компонента окружающей природной среды. Как правило, в процессе исследований анализируются сложные связи между различными элементами биоценозов [2].

Судебно-экологические экспертизы в условиях городской среды назначаются по таким преступлениям, как, нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ (Ст. 246 УК РФ), нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов (Ст.247 УК РФ), загрязнение вод (ст. 250 УК РФ), атмосферы (ст. 251 УК РФ), порча земли (ст. 254 УК РФ). Также экологические экспертизы могут назначаться при обнаружении фактов несоответствия существующим Санитарным нормам и правилами (СНиП), особенно при гигиеническом нормировании.

Наиболее распространенными ситуациями назначения судебно-экологических экспертиз являются [2,3]:

1. Повреждение, уменьшение или уничтожение видового разнообразия древесно-кустарниковой, травянистой растительности; мохового растительного покрова; изменение гидрологического режима территории, вызывающее усыхание и последующую гибель зеленых насаждений; захламливание земель лесного фонда и не входящих в лесной фонд лесов бытовыми и промышленными отходами и т. п.

2. Загрязнение водоемов неочищенными сточными водами и химическими токсикантами; изменение береговой линии, создание

искусственных земельных участков на бывших акваториях, застройки водоохранных зон; теплового загрязнения и замутнения (изменения режима освещенности).

3. Изменение почвенного покрова, включая механическое нарушение, загрязнение, захламление, снижение уровня плодородия почвы.

4. Экологические правонарушения при добыче ископаемых углеводородов (нефти и газа), угля и т.д., приводящие к уменьшению биоразнообразия.

5. Несоблюдение санитарно-гигиенических нормативов при размещении источников ионизирующих излучений в селитебной зоне, при организации труда на производстве.

При определении стоимости восстановления нарушенных объектов окружающей среды судебный эксперт использует результаты судебно-экологических экспертиз других видов (эколога-почвоведческой, эколого-биологической, гидроэкологической и экспертизы объектов городской среды), которые были назначены по факту того же нарушения [2].

В ходе производства судебных экспертиз устанавливаются следующие обстоятельства: произошло ли негативное антропогенное воздействие на объекты окружающей среды в результате добычи полезных ископаемых, прокладки дорог, коммуникаций, сброса загрязняющих веществ в водные объекты и/или на рельеф местности, несанкционированного размещения отходов или других действий; и если такое воздействие произошло, то в чем оно выражается. При этом вопрос о квалификации действий конкретного лица выходит за пределы специальных знаний судебного эксперта-эколога.

Также в рамках таких экспертиз решаются вопросы о том, причинен ли в результате указанных действий вред окружающей среде. Если вред причинен, то судебный эксперт определяет, в чем конкретно он выражается и является ли значительным с экологической экспертной точки зрения.

Производство судебных экспертиз по делам об экологических преступлениях можно поручать сотрудникам отделов экологической экспертизы местных органов Минприроды России, работникам научно-технических советов экологических обществ. Своевременному раскрытию и расследованию экологических преступлений способствует тесное взаимодействие следователя с сотрудниками экологической милиции, с различными специалистами, экспертами-криминалистами и работниками местных комитетов по охране окружающей среды и природных ресурсов, специалистами санитарно-эпидемиологического надзора. Они могут помочь в сборе криминалистически значимой информации о территории, пораженной экологическим загрязнением, очевидцах происшествия, потерпевших, последствиях загрязнения и его потенциальных виновниках [4].

## Литература

1. Глазкова Н.В. Актуальные вопросы, возникающие при назначении и производстве судебных экспертиз в ходе расследования экологических преступлений // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 4. – № 11. – С. 43-44.
2. Петрухина О.А. Проблемы организации судебных экспертиз при расследовании экологических преступлений // Теория и практика судебной экспертизы. – 2017. – Т. 12. – № 4. – С. 87-92.
3. Майорова Е.И., Гончарук Н.Ю. Обобщение экспертной практики по исследованию экологического состояния естественных и искусственных биоценозов // Теория и практика судебной экспертизы. 2013. № 3 (31). С. 62–69.
4. Черных Н.А., Усов А.И., Омельянюк Г.Г. Судебно-экологическая экспертиза: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 260 с.

**N.V. Vedeneeva**

Saratov State Academy of Law, Russia

### **JUDICIAL ECOLOGICAL EXAMINATION OF URBAN ENVIRONMENT OBJECTS**

Annotation: Epy article reveals the concept of forensic environmental impact assessment of the urban environment, discusses the most typical situations for the appointment of forensic environmental reviews. It is established that the need for forensic examinations on environmental offenses is to establish the actual circumstances of the negative impact on the environment for further legal proceedings.

Keywords: forensic environmental assessment, objects of the urban environment, environmental legislation, environmental offenses

**Е.В. Исакова, Ф.И. Иванов**

Новокузнецкий филиал (институт) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет», г. Новокузнецк, Россия

### **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА ПО КРИТЕРИЮ - ВЫБРОС ПАРНИКОВОГО ГАЗА ( $CO_2$ )**

В данной работе представлено сравнение выбросов парникового газа ( $CO_2$ ) в результате сжигания водоугольного топлива и синтез-газа получаемых из отходов углеобогащения.

Ключевые слова: парниковый газ, отходы углеобогащения, водоугольное топливо, синтез-газ

В настоящее время, мировое сообщество озабочено увеличением выбросов парниковых газов от предприятий различных направлений деятельности. Необходимо отметить, что выбросы от предприятий энергетики являются определяющими в национальном кадастре выбросов любой страны.

В качестве технологий получения вторичных ресурсов из углеотходов предлагаемых для сравнения по выбросам парникового газа ( $CO_2$ ) выбраны технология ВУТ (водоугольное топливо) на основе отходов углеобогащения и сверхадиабатический метод газификации угольных отходов от обогатительных фабрик.

Водоугольное топливо (ВУТ) – суспензия мелкоизмельченного угля, воды и стабилизирующей добавки. Состав ВУТ: уголь (кл. 0-500 мкм) – 59-70 %, вода – 29-40 %, реагент-пластификатор – 1 %, температура воспламенения – 450-650 °С; температура горения – 950-1050 °С [1, 2, 3].

Стратегическими целями при внедрении суспензионного угольного топлива являются минимизация затрат на реконструкцию существующих систем теплоэнергетики. Повышение экономической и экологической эффективности систем теплоэнергетики и создание экономической мотивации для отказа от использования топочного мазута, природного газа и угля со слоевым сжиганием. Повышение надежности и гарантированной работоспособности систем теплоэнергетики; повышение энергобезопасности конечных потребителей [1, 2, 3].

Технология утилизации углеотходов на основе сверхадиабатического метода газификации твердых топлив направлена на вовлечение в хозяйственный оборот альтернативных энергоносителей и улучшение экологии окружающей среды за счет снижения газовых выбросов, ликвидации свалок и отвалов [4; 5].

Отличительными чертами технологии являются высокий энергетический КПД газификации (до 95 %). Возможность использования низкокачественного (высокозольного и высоковлажного) сырья с зольностью до 90 %, резкое снижение (до 100 раз) количества токсичных продуктов горения; высокая экологическая чистота газовых выбросов и образующихся шлаков [4].

Расчет выбросов  $CO_2$  произведён на основании двух характеристик - вид топлива и годовое потребление в соответствии с требованиями методики Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [6].

Расчет выбросов  $CO_2$  т/год произведен на основании формулы

$$M_{CO_2} = B_i \cdot Q_i \cdot k_{Ci} \cdot k_{CO_2}, \quad (1)$$

где  $B_i$  – годовой расход топлива, тыс. т/год;

$Q_i$  – теплота сгорания топлива, ТДж/тыс. т (МДж/кг);

$k_{Ci}$  – удельный коэффициент эмиссии углерода для  $i$ -го вида топлива, т С/ТДж (табл. данные, см. методику);

$k_{CO_2} = 3,67$  – коэффициент (степень) полного окисления углерода до образования углекислого газа, т  $CO_2$ /т С;

Исходные данные для расчета и результаты приведены в таблице 1. Удельные коэффициенты эмиссии углерода для сжигания водоугольного топлива и синтез-газа в данной методике отсутствуют. Поэтому было принято решение взять за основу данные, приведенные для «других видов топлива». Поэтому, возможна некоторая погрешность в результатах расчета. Сравнение полученных данных приведено в таблице 2.

Таблица 1

Результаты расчета выбросов  $CO_2$  от сжигания угля, ВУТ, синтез-газа

Топливо/Значения	$V_i$ , тыс. т/год	$Q_i$ , МДж/кг	$k_{Ci}$ , т С/ТДж	$M_{CO_2}$ , т/год
Уголь	6,25	25,1	24,89	14330,0
ВУТ (углеотходы)	13,62	11,52	20,0	11516,6
Синтез-газ (углеотходы)	25,70	6,1	20,0	11507,0

Таблица 2

Сравнение выбросов  $CO_2$  от технологий сжигания топлива (традиционное сжигание угля, ВУТ и синтез-газа на основе углеотходов)

Параметр	Технология сжигания концентрата угля	Технология ВУТ (углеотходы)		Технология «сверхдиабатика» (газификация углеотходов)	
	Значение, 100 %	Значение	Изменение, %	Значение	Изменение, %
Выбросы $CO_2$ , т/год	14330,0	11516,6	-19,6	11507,0	-17,0

Согласно полученным данным (таблица 2), использование технологии ВУТ более перспективно, чем технология, основанная на «сверхдиабатическом» методе газификации угольных отходов.

#### Литература

1. Сыродой С. В. Термическая подготовка и зажигание частиц водоугольного топлива применительно к топкам котельных агрегатов [Электронный ресурс] / диссертация на соиск. уч. степени канд. техн. наук. – Томск, 2014 г. – 130 с. Режим доступа:

[http://portal.tpu.ru/portal/pls/portal!/app\\_ds.ds\\_view\\_bknd.download\\_doc?fileid=1068](http://portal.tpu.ru/portal/pls/portal!/app_ds.ds_view_bknd.download_doc?fileid=1068).

2. Пинчук В.А., Губинский М.В., Потапов Б.Б. Использование водоугольного топлива и продуктов его переработки в энергетике и металлургии [Электронный ресурс] <http://mt.ktemp.dp.ua/St/08pvaeim.pdf>.

3. Мурко В.И., Федяев В.И. Применение экологически чистого водоугольного топлива – один из путей энергосбережения [Электронный ресурс] / сайт

СибАкадемИнновация. Журнал «Инновации. Технологии. Решения» Режим доступа : <http://www.sibai.ru/primenenie-ekologicheskii-chistogo-vodougolnogo-topliva-odin-iz-putej-energoberezheniya1.htm>.

4. Сверхадиабатика. Сайт ИПХФ РАН [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.icp.ac.ru/uspexi/nashi-razrabotki/novye-texnologii-i-materialy/619-sverxadiabatika.html>

5. Иванов Ф.И. Перспективы внедрения в Кузбассе технологии «сверхадиабатического» (фильтрационного) горения для утилизации угольных и бытовых отходов в местных энергетических комплексах [Текст] /Ф.И. Иванов, С.П. Казаков, В.Н. Вылегжанин, В.Э. Готфрид, Е.В. Исакова/ Перспективы развития технологий переработки вторичных ресурсов в Кузбассе. Экологические, экономические и социальные аспекты: Труды региональной конференции, г.Новокузнецк, 9-11 октября 2003 г. / Под общ. Ред. Ф.И. Иванова и В.К. Буторина ; НФИ КемГУ. – Новокузнецк, 2003. – С. 48-51.

6. Белоусов, В.Н. Энергосбережение и выбросы парниковых газов ( $CO_2$ ) [Текст] : учебное пособие/ В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Ю. Лакомкин. - СПбГТУРП.– СПб., 2014. – 52 с.

**E.V. Isakova, F.I. Ivanov**

Novokuznetsk Institute (branch) of the federal state budgetary educational institution of higher education "Kemerovo State University", Novokuznetsk, Russia

#### **JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF COAL-WATER FUEL ACCORDING TO THE CRITERION THE GREENHOUSE GAS ( $CO_2$ )**

*Annotation.* This paper presents a comparison of greenhouse gas ( $CO_2$ ) emissions from the combustion of coal-water fuel and synthesis gas derived from coal-enrichment waste.

*Key words.* Greenhouse gas, waste of coal enrichment, water-coal fuel, synthesis gas.

**И.А. Литвенкова, Е.В. Шаматульская, С.В. Чубаро**

Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», г. Витебск, Республика Беларусь

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПОРЯДОК ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

В данной работе проанализирован порядок обращения с отходами производства на примере ВУЗа. Определены количество, номенклатура и классы опасности образующихся отходов. Рассмотрены данные по объему утилизации и захоронению отходов производственной деятельности.

Ключевые слова: отходы производства, инвентаризация, утилизация.

Актуальной проблемой социально-экономического развития общества на современном этапе является обеспечение сохранности, рационального и экономического использования ресурсов, предотвращение непроизводственных расходов сырьевых, топливных и других материальных ценностей. Одним из решений данных проблем является оптимизация путей утилизации отходов производства, вовлечение их во вторичное использование. Одна из задач – выявление номенклатуры отходов, объемов образования, химического состава, возможности повторного использования [1].

Следует отметить, что в разных сферах производства образуются различные виды отходов. Рассматривая учреждения образования, как источник образования отходов, возникают вопросы по их инвентаризации и обращению, что часто связано с отсутствием специалистов в данной сфере на базе ВУЗа.

Цель данной работы: проанализировать основные направления образования, утилизации и использования отходов в Витебском госуниверситете имени П.М. Машерова.

В 2016 – 2017 гг. была проведена инвентаризация отходов производства ВГУ имени П.М. Машерова. В результате определены номенклатура и количество образующихся отходов, выявлены источники образования и места хранения отходов, произведен годовой расчет образования отходов.

Инвентаризация отходов проводилась в три этапа: 1) подготовительный; 2) инвентаризационное обследование; 3) обобщение сведений об инвентаризации. В университете в ходе обследования выявлено 13 объектов, связанных с образованием производственных отходов (учебные корпуса, общежития, Ботанический сад, Агробиостанция, столовая, гаражные помещения). Определено 25 видов отходов, из них: 9 видов – не опасные (36%); 2 вида – первый класс опасности (8%); 8 видов - третий класс опасности (32%); 6 видов – четвертый класс опасности (24%).

Годовое образование отходов по ВУЗу составило 1159,005 т/год. Максимальное количество образующихся отходов приходится на отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения (9120400) - 411,32 т/год, а минимальное количество отходов приходится на лом и отходы свинца (без свинцовых аккумуляторов) - 0,007 т/год.

Из всех выявленных отходов 52 % (13 видов) вторично используются на предприятиях и заготовительных конторах г.Витебска. Общее количество использованных отходов университета составило 20, 385 т/год. Из них: 0,05 т/год относится к первому классу опасности, 0,582 т/год относится к третьему классу опасности, 0, 088 т/год – не опасные отходы, максимальное количество приходится на четвертый класс - 19,665 т/год. Люминесцентные трубки отработанные (3532604) – первый класс

опасности подвергаются обезвреживанию на ЗАО «Экология-121» г.Витебск (табл. 1).

Таблица 1

Перечень отходов, которые направляются на использование

№	Наименование отхода	Код	Класс опасности	Объект использования
Использование				
1.	Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	1870601	4	Витебская заготовительная контора
2.	Железный лом	3510900	4	«Витебсквтормет»
3.	Стеклобой неармированного бесцветного стекла	3140812	4	Витебская заготовительная контора
4.	Лом алюминия несортированный	3530405	н/о	УП «Белцветмет»
5.	Свинцовые аккумуляторы отработанные	3532201	1	УП «Белцветмет»
6.	Изношенные шины с металлокордом	5750201	3	ОАО «Витебскоблресурсы»
7.	АБС-пластик	5710812	3	ЧПТ УП «Экополитех»
8.	Лом латуни несортированный	3531203	н/о	УП «Белцветмет»
9.	Лом и отходы свинца (без свинцовых аккумуляторов)	3530200	3	УП «Белцветмет»
10.	Полиэтилен (пленка, обрезки)	5712106	3	ЧП ТУП «Экополитех»
11.	Опилки натуральные чистой древесины	1710200	4	Подразделения ВУЗа ОДО "ПК Квант"
12.	Лом медных сплавов несортированный	3531003	н/о	УП «Белцветмет»
13.	Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов	3144406	н/о	ООО "Армаэко Транс"

Меньшая доля отходов производства (44%) вывозятся на захоронение Витебской спецавтобазой на полигон ТКО (табл. 2). На долю третьего класса опасности приходится 0,032 т/год, четвертого класса - 52, 5 т/год, не опасных отходов – 1086 т/год.

В ходе деятельности в ВГУ имени П.М. Машерова образуется 25 видов отходов производства. Из них наибольшее количество – 1138,622 т/год подлежит захоронению на полигоне ТКО г.Витебска. Оставшаяся часть – 20,385 т/год направляется на использование. Люминесцентные трубки отработанные - 1 класс опасности, подвергаются обезвреживанию.

## Перечень отходов производства подлежащих захоронению

№	Наименование отхода	Код	Класс опасности
1.	Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения	9120400	н/о
2.	Уличный и дворовой смет	9120500	н/о
3.	Отходы жизнедеятельности населения	9120100	н/о
4.	Стеклобой от кинескопов	3140818	4
5.	Отходы сухой уборки гаражей, автостоянок, мест парковки транспорта	3142413	4
6.	Растительные отходы от уборки территорий садов, парков, скверов, кладбищ и иных озелененных территорий	9121100	н/о
7.	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел - менее 15%)	5820601	3
8.	Смешанные отходы строительства, сноса зданий и сооружений	3991300	4
9.	Отходы кухонь и предприятий общепита	9120300	н/о
10.	Отходы стекловаты	5740400	4
11.	Зола от сжигания быстрорастущей древесины, зола от сжигания дров	3130601	3

## Литература

1. Павлюкевич, Е.А. Инвентаризация отходов производства / Е.А. Павлюкевич // Экология на предприятии. - 2013. №10. – С. 70-76.

**I.A. Litvenkova, E.V. Shamatulskaya**

Educational establishment "Vitebsk State P.M. Masherov University",  
Vitebsk, Belarus

**ENVIRONMENTAL ANALYSIS AND ORDER OF HANDLING PRODUCTION  
WASTE ON THE EXAMPLE OF EDUCATIONAL INSTITUTION**

In this paper, we analyzed the procedure for the treatment of production waste by the example of an university. The quantity, nomenclature and hazard classes of waste generated are determined. The data on the amount of recycling and disposal of waste production activities.

Keywords: production waste, accounting, recycling.

**С.Ю. Лункин, О.А. Плотникова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ  
НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ  
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ, КАК МЕХАНИЗМ СНИЖЕНИЯ  
АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

В данной статье рассмотрены основные механизмы влияния государственного экологического надзора на нефтедобывающие производства Саратовской области. Описано предполагаемое развитие взаимодействия нефтяников и природоохранных служб.

Ключевые слова: нефтедобывающие производства, государственный экологический контроль, снижение негативной нагрузки

Научно-технический прогресс, как процесс, неотъемлемо связанный с потреблением природных ресурсов, является основной причиной поиска новых источников энергии, высокого темпа развития наилучших доступных технологий. На протяжении многих лет наиболее востребованным природным энергетическим сырьем является нефть. Использование альтернативных источников энергии характерно для экономически устойчивых и развитых стран, например, ФРГ, доля «зеленого электричества» на территории которой, по состоянию на начало 2018 года, составило 33,1 процента (для сравнения, РФ использует возобновляемые источники энергии в количестве менее 1 % от общего количества) [1].

Производственная деятельность, в частности добыча полезных ископаемых, сопряжена с рядом рисков. Поэтому необходимо не только четкое регламентирование подобной деятельности, но и строгий надзор над ней. С целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду нефтедобывающей отрасли разработана и используется законодательная база, которой установлены методы добычи минеральных ресурсов, порядок их переработки и реализации, а также меры административного воздействия на хозяйствующие субъекты.

Целью данной работы являлось определение основных механизмов влияния государственного экологического надзора на нефтедобывающие производства Саратовской области и установление возможных путей его усовершенствования.

Основными механизмами воздействия на нефтедобывающие производства, в части государственного экологического надзора, является проведение плановых и внеплановых проверок, порядок

организации которых предусмотрен Федеральным законом "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" от 26.12.2008 N 294-ФЗ [2].

Исходя из Постановления Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 [3] и Федеральном законе от 21.07.1997 N 116-ФЗ [4] следует, что в отношении организаций, осуществляющих нефтедобычу, проведение плановых комплексных проверок соблюдения требований природоохранного законодательства может осуществляться ежегодно (в отличие от общепринятых «не чаще, чем один раз в три года») [2]. При выявлении в результате проверок нарушений к хозяйствующему субъекту применяются меры административного воздействия, предусмотренные Федеральным законом от 30.12.2001 N 195-ФЗ [5]. Однако, следует отметить, что накладываемые штрафные санкции, предусмотренные соответствующими статьями Кодекса, не являются для нефтяников ощутимым взысканием, в виду высокой прибыльности осуществляемой ими деятельности.

Иначе обстоит дело с выдаваемыми при проверке предписаниями, которые обязуют организацию устранить выявленные нарушения. Неисполнение законно выданного должностным лицом предписания влечет не только повторную его выдачу, но и наложение в судебном порядке административного штрафа, согласно ч. 1 ст. 19.5 КоАП РФ [5]. Вместе с тем следует уточнить, что для проведения внеплановых проверок юридического лица предусмотрены основания, не позволяющие выйти органам государственного экологического надзора для проведения проверочных мероприятий даже при очевидной необходимости.

Также необходимо упомянуть, что объекты добычи нефти являются субъектами федерального экологического надзора, их деятельность подведомственна Управлению Росприроднадзора по Саратовской области (отнесение в зависимости от региона). Из вышеуказанного следует, что развитие взаимодействия нефтедобывающих производств и органов экологического надзора, в данном случае, федеральных, обусловлено не только изменениями в правовых актах, но и политикой руководства соответствующего ведомства.

25.12.2018, приказом главы Правительства РФ Медведева Д.А., руководителем Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) назначена Радионова С.Г. – специалист с многолетним опытом работы в органах прокуратуры и Ростехнадзоре. В феврале 2019 года, Светлана Радионова выступила с инициативой повышения вдвое штрафов за нарушение экологических нормативов для крупных предприятий и в несколько раз - для объектов

высокого риска, к которым относятся нефтедобытчики. По словам представителей ведомства, существующие сейчас размеры штрафов не имеют никакой стимулирующей нагрузки для руководства компаний.

Стоит учитывать, что политика Правительства РФ, в условиях неблагоприятной экономической обстановки, направлена на снижение количества проверочных мероприятий и реформу контрольно-надзорной деятельности (КНД) в целом. Однако, изложенное выше относится в большей части к субъектам малого и среднего предпринимательства (МСП), коими не являются организации, добывающие нефть. Таким образом, возможные изменения повлекут за собой повышение заинтересованности нефтяных компаний в сохранении устойчивости экосистем и рациональном природопользовании.

Из проделанной работы следует, что в настоящее время основными механизмами влияния государственного экологического надзора на нефтедобывающие производства Саратовской области является выдача предписаний об устранении нарушений законодательства в сфере природопользования и охраны окружающей среды, выявленных в результате проведения проверочных мероприятий. Система денежных штрафов, предусмотренная Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях, требует доработки и частичного ужесточения санкций, в зависимости от правонарушений, за которые они назначаются. Инициативы действующего руководства Росприроднадзора, в совокупности с возможными изменениями требований законодательства РФ и увеличением полномочий надзорных органов, позволят не только минимизировать пагубное влияние на природные среды при добыче нефти, но и увеличат поступления денежных средств в бюджет.

#### Литература

1. Возобновляемые источники энергии в Германии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/370459/>. Дата обращения 05.03.2019.
2. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ (ред. от 27.11.2017) "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля"
3. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 (ред. от 27.02.2019) "О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации"
4. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"
5. "Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 29.12.2017) КоАП РФ

**S.Y. Lunkin, O.A. Plotnikova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

## **STATE ENVIRONMENTAL CONTROL OF SARATOV REGION OIL PRODUCTION AS A MECHANISM OF ANTHROPOGENIC LOAD REDUCTION**

This article discusses the main mechanisms of state environmental supervision influence on oil production in the Saratov region. The estimated development of interaction between oil production and environmental services is described.

Keywords: oil production, state environmental control, anthropogenic load reduction

**Н.С. Попов<sup>1</sup>, О.В. Пещерова<sup>1</sup>, А.А. Баламутова<sup>1</sup>, Л.Н. Чуксина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Россия

## **О ДОКУМЕНТАЛЬНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТКО**

Аннотация: в докладе обосновывается необходимость разработки в субъектах РФ документа низового уровня с названием «Руководство по обращению с отходами», содержащего конкретные указания и рекомендации по сбору, транспортировке, обезвреживанию и захоронению отходов, а также использованию ВМР в региональной кольцевой экономике.

Ключевые слова: твердые отходы, система управления твердыми отходами, региональная программа по обращению с отходами.

Наряду с ростом численности населения планеты урбанизация оказалась доминирующей тенденцией мирового социально-экономического развития в конце XX столетия. Сегодня в городах России проживает более 74% граждан, жизнедеятельность которых невозможна без существенного потребления материально-энергетических ресурсов и образования значительных количеств разнообразных отходов.

Рост городов, увеличение доходов населения и меняющаяся структура потребления в совокупности усложняют проблему управления отходами, вследствие чего в России нередки случаи появления социальных конфликтов, возникающих из-за перегрузки полигонов захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО), роста несанкционированных мусорных свалок вблизи населенных пунктов, опасной санитарно-эпидемиологической обстановки, связанной со сбором, транспортировкой и утилизацией отходов. Проблемная ситуация с необоснованным выбором

места захоронения ТКО возникла, например, в Никифоровском районе Тамбовской области, в итоге потребовавшая решительных действий со стороны областной администрации.

В настоящее время существует целый ряд документов, регламентирующих работу органов исполнительной власти и бизнеса в сфере обращения с отходами. К новейшим среди них относится «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г.», утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р. Этот документ является отраслевым, определяющим цели и задачи, способы эффективного их решения, приоритеты, а также этапы реализации государственной политики в области формирования и развития на долгосрочную перспективу отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления, в том числе твердых коммунальных отходов.

В последние годы в субъектах РФ разрабатывают и реализуют собственные комплексные программы обращения с отходами, подтверждающие основные положения вышеупомянутой «Стратегии». Так, например, постановлением администрации Тамбовской области от 13.06.2017 г. №558 утверждена «Региональная программа Тамбовской области по обращению с отходами, в том числе, с твердыми коммунальными отходами», целями которой является: «создание эффективной региональной системы управления отходами, обеспечивающей минимизацию накопленного экологического ущерба, снижение загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, предупреждение и сокращение образования отходов, их вовлечение в повторный хозяйственный оборот».

Анализ содержания «Программы» показал, что при всей ее неоспоримой важности и охвате основных эколого-экономических проблем с отходами к ней необходим дополнительный инструктивный материал под названием «Руководство по обращению с отходами», смысл которого состоит в конкретных рекомендациях по планированию, проектированию, реализации и мониторингу систем управления твердыми отходами в региональном масштабе.

Учитывая прямую связь региональной «Программы» с Концепцией устойчивого развития, необходимо планировать систему управления отходами на период в 20 и более лет, с интервалами текущего контроля ее состояния через каждые 2-3 года. Очевидно, что процессы управления отходами будут обладать разветвленной многоуровневой структурой принятия решений, связанных с выбором способов, технологий и оборудования по переработке отходов.

В основу «Руководства» могут быть положены принципы всемерного сокращения отходов в местах их возникновения, повторного

использования отработанных материалов, рециркуляции всех полезных компонент. Смысл этих принципов в минимизации остатков, подлежащих окончательному захоронению, уменьшении экологических рисков и экономии природных ресурсов. Фактически «Руководство» должно стать справочным пособием для любого производителя отходов в регионе и отвечать на вопросы о том, как минимизировать их количество, какими способами следует их разделять, где необходимо собирать и куда конкретно транспортировать для утилизации и/или окончательного захоронения. Чем тщательнее будет разработка «Руководства», тем эффективнее станет система регионального управления отходами, использующая современные информационные технологии.

Разработка «Руководства» может быть осуществлена в несколько этапов. На первом из них необходимо провести детальный анализ федеральных, региональных и муниципальных законов, а также положений и инструкций в сфере обращения с отходами. Затем необходимо оценить достоинства и недостатки существующей системы сбора, транспортировки, переработки и захоронения отходов и выявить несоответствия и пробелы между действующим законодательством и реальной ситуацией в субъекте РФ. В итоге должны быть определены задания по персоналу, инфраструктуре, финансовым, земельным и институциональным потребностям, обоснована необходимость в информационном, квалификационном и коммуникационном обслуживании системы. Следующим этапом является создание базы данных о посредниках и их участии в системе управления отходами, а также консультационного органа по всем вопросам работы системы не только прямых участников, но и населения. После этого требуется оценить перспективы образования отходов на 20 и более лет: источники образования, состав отходов, технические и финансовые возможности их сбора, переработки и захоронения. После этого требуется разработать план реализации мероприятий во времени и распределение ресурсов на осуществление этого плана. Следующий этап предполагает интенсивное взаимодействие с населением, доводя до сознания людей смысл проводимой работы, выгоды от использования тотальной системы сбора и переработки отходов, а также возможности снижения рисков экологического и санитарно-гигиенического характера. На финальном этапе работы с «Руководством» необходимо его утверждение в административных структурах субъектов РФ с назначением ответственных по контролю работы системы.

**N.S. Popov<sup>1</sup>, O.V. Peshcherova<sup>1</sup>, A.A. Balamutova<sup>1</sup>, L.N. Chuksina<sup>2</sup>**

Tambov state technical university, Tambov, Russia

<sup>2</sup> Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russia

## **ABOUT DOCUMENTARY SUPPORT REGIONAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM**

The report substantiates the need for the development in the Russian regions grassroots document titled "Guidelines for Waste Management", containing specific guidelines and recommendations for the collection, transportation, disposal and waste disposal, as well as the use of BMP in the regional circular economy.

Keywords: solid waste, solid waste management system, regional waste management program.

### **О.В. Слепых**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук,  
г. Санкт-Петербург

## **ПРАВОВОЙ АСПЕКТ СОХРАНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ И ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОСОБО ОХРАНЯЕМОГО ЭКОЛОГО-КУРОРТНОГО РЕГИОНА КАВКАЗСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ**

Кавказские Минеральные Воды являются особо охраняемым эколого-курортным регионом Российской Федерации. В настоящее время он сталкивается с целым рядом проблем в сфере сохранения лесных и зелёных насаждений. В статье изложены действующие правовые аспекты, направленные на сохранение лесных и зелёных насаждений. Предложены изменения по регулированию законодательства для обеспечения сохранения зелёных насаждений в границах курортного региона федерального значения.

Ключевые слова. Кавказские Минеральные Воды; КМВ; зелёные насаждения; лесные насаждения; законодательство; сохранение; вырубка; возобновление; подрост; предложения.

Кавказские Минеральные Воды (КМВ) расположены на юге Европейской части России в Ставропольском крае. Указом Президента Российской Федерации [1] району КМВ придан статус особо охраняемого эколого-курортного региона РФ. Одновременно с этим в законную силу вступило Положение об особо охраняемом эколого-курортном регионе РФ – КМВ, на основании которого на Администрацию КМВ возложен контроль за соблюдением законодательства РФ совместно с другими государственными органами контроля за использованием и охраной вод, земель, лесов, недр, атмосферного воздуха и животного мира на территории КМВ. Это Положение в настоящее время не утратило силу [2]. Штат администрации КМВ был

сокращён в феврале 2012 года при создании Министерства курортов и туризма Ставропольского края [3].

На территории КМВ закреплены округа санитарной и горно-санитарной охраны (ОС и ГСО), лечебно-оздоровительных местностей (леч.-озд. местн.) и курортов федерального значения (кур. Фед. знач). Согласно Постановлению Правительства РФ в пределах ОС и ГСО подлежат защите природные ресурсы (объекты): леса, лесопарки, курортные парки и другие зелёные насаждения, имеющие лечебно-оздоровительные свойства и выполняющие санитарно-гигиенические функции [4].

В настоящий момент в законном порядке лесные (зелёные) насаждения ещё не отнесены к природным лечебным ресурсам РФ. В соответствии с Федеральным законом отношения, связанные с использованием и охраной природных ресурсов, не отнесённых к лечебным, регулируются земельным, водным, лесным и иным законодательством о природных ресурсах [5].

На территории ОС и ГСО Леч.-оз. м. и кур. фз устанавливается режим хозяйственной деятельности, запрещающий работы, наносящие ущерб лесам, зелёным насаждениям [4]. Установленный запрет на ущерб лесам, зелёным насаждениям в ОС и ГСО Леч.-оз. м. и кур. фз фактически распространяется на участки вокруг выхода источников минеральных вод (вторая зона горно-санитарной охраны Леч.-оз. м. и кур. фз из трёх возможных). К тому же в границах зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения, а минеральные воды региона КМВ, являются питьевыми, не допускается посадка высокоствольных деревьев [6].

До 2013 года лечебные местности обладали статусом особо охраняемой природной территории (ООПТ), но с выходом Федерального закона лечебные местности были исключены из ООПТ [7].

30.10.2018 состоялся круглый стол по вопросам природопользования на территории КМВ, на котором данный вопрос был поднят заместителем председателя ГД О. Тимофеевой, с её слов: «уже сейчас мы видим, как курорты, лишённые с 2014 года статуса особо охраняемых природных территорий, застраиваются с ущербом для экологии, земли приватизируются. Корректировки, подготовленные Правительством РФ, ещё больше ослабят запреты» [8].

Одновременно в Закон РФ вносят изменения о регулировании только застройки площадей залегания полезных ископаемых за чертой населённых пунктов [9]. Тем самым обеспечив свободное строительство в границах городов, не учитывая экологический статус курортных регионов.

Исходя, из ответов администраций, на наши запросы, учёт зелёных насаждений на городских территориях, отсутствует.

Действующим законодательством предусмотрено несколько видов регистрации лесных и зелёных насаждений:

1. Часть лесных насаждений может иметь статус городских лесов [10]. Однако данный статус является расплывчатым, так как земля под этими

насаждениями остаётся быть землёй поселений, что делает неопределённым статус городских лесов.

2. Предусмотрена регистрация зелёных насаждений, в качестве лесопаркового зелёного пояса [11]. Инициатива по созданию лесопаркового зелёного пояса возложена на администрации, но не является обязательной.

3. Отражено понятие зелёный фонд городских и сельских поселений [11]. Согласно Приказу Госстроя РФ разрешение на вырубку зелёных насаждений выдаётся органом местного самоуправления [12]. В тоже время органом местного самоуправления выдаётся разрешение на строительство и ввод в эксплуатацию, что только указывает на гибкость принятого решения со стороны органов местного самоуправления.

Данный приказ, регламентирует необходимость проведения 1 раз в 10 лет инвентаризации зелёных насаждений [13]. Однако большинство администраций региона КМВ данную инвентаризацию так и не осуществила.

На муниципальные органы возложены обязанности по организации использования, охраны, защиты, воспроизводства городских лесов, лесов особо охраняемых природных территорий, расположенных в границах населённых пунктов в соответствии, с утверждёнными ими же, правилами благоустройства территории поселения [14]. Сейчас данные правила являются единственным документом, отражающим сведения о сохранении зелёных насаждений на подведомственной администрациям территории.

Кроме того на органы местного самоуправления возложена обязанность расчёта потребности озеленённых территорий на все городское население планировочного или жилого района плюс так называемое «временное население» - приезжие туристы и т.д. [12]. Однако, какая площадь зелёных насаждений на душу населения необходима - не указывается.

Правительством Ставропольского края разработана «Стратегия социально-экономического развития особо-охраняемого эколого-курортного региона РФ КМВ до 2020 года», она отражает множество проблем региона, которые необходимо решать немедленно с целью сохранить «жемчужину» Кавказа. В стратегии указывалось на необходимость увеличения лесных насаждений до 100 тыс. га [15]. Одним из приоритетных направлений стратегии является инвентаризация лесов, разработка методической базы экологического нормирования и экологического аудита внедрение методики расчёта ущерба, нанесённого окружающей среде, а также создание механизма взыскания возмещения такого ущерба, создание экономических «рычагов» управления природопользованием и охраной окружающей среды для курортных районов [15]. Сейчас общая площадь лесных земель и городских лесов составляет менее 38 тыс. га, это указывает, что стратегия не нашла своего применения с 2006 года.

Вопросы, связанные с сохранением зелёных насаждений на курорте, являются до сих пор открытыми, так например, в течение нескольких лет на земельном участке принадлежащем юридическому лицу в границах

водоохранной зоны реки федерального значения Подкумок происходило возгорание травы, а вследствие этого возгорание стволов деревьев. Позже данные деревья были вырублены со ссылкой на их опасность для граждан [16]. Эти деревья не были учтены администрацией района и лицо виновное в повреждении данных деревьев не было привлечено к ответственности, ущерб причинённый государству не был возмещён. Однако лесные насаждения, находящиеся в водоохранных зонах являются защитными [17].

В границах г. Пятигорска у подножия горы Машук (ныне памятник природы Ставропольского края) с ведома Администрации города была проведена массовая вырубка древесных насаждений для строительства жилых сооружений [18, 19].

Уголовным кодексом установлено наказание за уничтожение не отнесённых к лесным насаждениям деревьев, исключительно, если эти деяния совершены в значительном размере [20]. Однако если данные насаждения нигде не зарегистрированы доказать их наличие практически не возможно.

Исходя из данных ФГБУ «Сочинский национальный парк» за 2014-2015 гг. сокращение лесопокрытой площади КМВ произошло на 47.5 га площади, и это только из фактически выявленных повреждённых насаждений [21].

В текущий период выдвигался проект федерального закона «О курортном регионе «Особо охраняемый эколого-курортный регион КМВ» (Проект), где уже города Георгиевск и Минеральные Воды исключены из региона КМВ. Согласно Проекта «в границах курортного региона подлежат охране следующие природные лечебные ресурсы и объекты, сохранение экологической чистоты которых имеет определяющее значение для осуществления санаторно - курортного лечения и отдыха населения: леса, лесопарки, курортные парки и другие зелёные насаждения», также Проектом предусмотрено, что режим второй зоны округа горно-санитарной охраны устанавливается для территорий: занимаемых парками, лесопарками и другими зелёными насаждениями [22]. Данный проект в 2015 г. признан противоречащим Конституции РФ.

Внесение в Правительство РФ новой редакции проекта федерального закона «О курортном регионе «Особо охраняемый эколого-курортный регион КМВ» в соответствии с Планом деятельности Министерства РФ по делам Северного Кавказа на период до 2018 г., не запланировано [23].

Вырубка древесных насаждений повторяются из года в год и в каждом из городов курортов, информация об этом находится в открытом доступе. В тоже время возобновление утраченного древостоя не производится.

На основании вышеизложенного предлагаем:

1. Дополнить Постановление Правительства РФ от 07.12.1996 № 1425 формулировкой: «леса, лесопарки, курортные парки и другие зелёные насаждения, находящиеся в границах курортного региона федерального значения относятся к природным лечебным ресурсам Российской Федерации и подлежат строгой охране».

2. Указать органам местного самоуправления в трёхлетний срок провести комплексную инвентаризацию зелёных насаждений, находящихся в границах курортного региона федерального значения. При необходимости, учесть защитные функции зелёных насаждений и перевести данные участки в состав городских лесов с целевым изменением использования земельных участков с «земель населённых пунктов» в «земли лесного фонда».

3. С целью исключения коррупционной составляющей при выдаче разрешений на строительство, дополнить полномочия Федеральной службы по надзору в сфере природопользования: «выдачей разрешения на вырубку насаждений в границах курортных регионов федерального значения». При этом разработать регламент выдачи разрешения на вырубку насаждений в границах курортных регионов федерального значения. Также, возложить обязанности на Федеральную службу по надзору в сфере природопользования за государственным надзором в области использования и защиты лесов, лесопарков, курортных парков и других зелёных насаждений в границах курортных регионов федерального значения.

4. Дополнить ч. 7 ст. 51 Градостроительного Кодекса РФ от 29.12.2004 №190-ФЗ: «к заявлению о выдаче разрешения на строительство прилагается: разрешение на вырубку объекта насаждения».

#### Литература

1. Указ Президента РФ от 27.03.1992 № 309 (ред. от 03.02.2012) «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации».

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 6.07.1992 № 462 «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации - Кавказских Минеральных Водах».

3. «Администрация Кавминвод может быть расформирована?», сайт «Комсомольская правда»: [Электронный ресурс], URL: <https://www.stav.kp.ru/daily/25810.5/2789677/> (Дата обращения: 06.10.2018).

4. Постановление Правительства РФ от 07.12.1996 № 1425 (ред. от 05.06.2013) «Об утверждении Положения об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения».

5. Федеральный закон от 23.02.1995 № 26-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах».

6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14.03.2002 № 10 «О введении в действие Санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02» (с изм. от 25.09.2014).

7. Федеральный закон от 28.12.2013 № 406-ФЗ (ред. от 23.06.2014) «О внесении изменений в Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

8. Государственная дума: Николай Николаев: законопроект о курортных зонах с учётом поправок всё ещё требует доработки: [Электронный ресурс], URL:<http://duma.gov.ru/news/28631/> (Дата обращения: 27.11.2018).

9. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 03.08.2018) «О недрах».

10. Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018).

11. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране окружающей среды».

12. Приказ Госстроя РФ от 15.12.1999 № 153 «Об утверждении Правил создания, охраны и содержания зелёных насаждений в городах Российской Федерации». МДС 13-5.2000 Правила создания, охраны и содержания зелёных насаждений в городах Российской Федерации.

13. «Методика инвентаризации городских зелёных насаждений», Минстрой России - Москва, 1997 г.

14. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 19.08.2018).

15. «Стратегия социально-экономического развития особо-охраняемого эколого-курортного региона Российской Федерации Кавказских Минеральных Вод до 2020 года», ФГУП «РосНИПИ Урбанистики» и МЦСЭИ «Леонтьевский центр» - Санкт-Петербург, 2006.

16. «Стройка вместо лесополосы», сайт «Ставрополье. TV»: [Электронный ресурс], URL: <http://www.stavropolye.tv/society/view/91053> (Дата обращения: 06.10.2018).

17. Приказ Рослесхоза от 14.12.2010 №485 «Об утверждении Особо-стей использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохранных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 30.12.2010 №19474).

18. Памятники природы Ставропольского края. Ставрополь: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края, 2009 . – 58 с.

19. Массовая рубка деревьев на Машуке, сайт «Ессентуки и Кавминводы»: [Электронный ресурс], URL: <http://www.esskmv.ru/massovaja-vyrubka-na-mashuke.html> (Дата обращения: 24.09.2018).

20. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 27.12.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 08.01.2019).

21. Слепых В.В., Состояние, световой режим и динамика дубравы дуба черешчатого Машукского участкового лесничества Бештаугорского лесничества региона КМВ / Отчёт НИР ФГБУ «Сочинский национальный парк», Сочи. – 2015 – 72 с.

22. Проект федерального закона «О курортном регионе «Особо охраняемый эколого-курортный регион Кавказские Минеральные Воды», 2015.

23. План деятельности Министерства Российской Федерации по делам Северного Кавказа на период до 2018 года (утв. Минкавказом России 14.10.2014).

### **O.V. Slepykh**

Saint-Petersburg, Federal state institution of science Botanical Institute. V. L. Komarova of the Russian Academy of Sciences

## **LEGAL ASPECT OF THE CONSERVATION OF URBAN FORESTS AND GREEN PLANTINGS OF SPECIALLY PROTECTED ECO-SPA REGION CAUCASIAN MINERAL WATER**

Caucasian Mineral Waters is a specially protected eco-resort region of the Russian Federation. At present, the region faces numerous problems in the area of forest and greenery

conservation. The article outlines the existing legal aspects aimed at the preservation of forest and green spaces. The proposed changes to regulate legislation to ensure the preservation of green spaces within the boundaries of the resort region of federal significance.

Keywords. Caucasian Mineral Waters; CMW; green spaces; forest plantations; legislation; preservation; cutting down; renewal; undergrowth; offers.

**А.А. Хвостов**

СРОО «Центр социально-правовых и природоохранных инициатив»,  
Саратов, Россия

## **ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ**

Аннотация: Статья посвящена актуальной российской проблеме утилизации отходов. Мусорные полигоны и мусоросжигательные заводы заполнили Россию. Протестное движение охватило многие регионы страны. Наибольшее количество протестующих наблюдается в тех субъектах России, куда планируется вывозить мусор из Москвы. В связи с этим назрела необходимость конструктивного диалога с федеральной властью и нахождения компромиссного решения.

Ключевые слова: отходы, мусор, протест, переработка, захоронение отходов, сжигание отходов.

В последнее время в СМИ и в российском обществе на одно из первых мест по степени упоминаемости вышла так называемая мусорная проблема, связанная с неблагоприятной экологической обстановкой в стране. В нескольких регионах активные, ответственные и неравнодушные жители многих российских городов начали выходить на улицы с протестами против строительства мусоросжигательных заводов и мусорных полигонов вблизи места их проживания, чтобы приостановить развитие глобальной катастрофы и привлечь внимание местной общественности к проблеме сохранения и защиты окружающей среды и здоровья жителей России.

Активная фаза началась с того, когда в Москве поняли, что практически все подмосковные мусорные полигоны переполнены и становится некуда отправлять для утилизации столичные отходы. Поэтому в качестве новых свалок были выбраны некоторые близлежащие к Москве районы и почему-то далёкая Архангельская область, на территорию которой в товарных поездах по железной дороге планируется вывозить значительную часть мусора москвичей (десятки вагонов с несколькими тысячами тонн измельчённого несортированного мусора, упакованного в плёнку – это так называемое «брикетирование»).

В результате с лета 2018 года началась массовая вырубка лесного массива близ станции Шиес и появление строительной техники из Москвы, чтобы построить там полигон «для переработки отходов».

Несмотря на резолюцию местных депутатов против допуска ввоза на территорию Архангельской области отходов из других регионов страны, строительство так называемого «ЭкоТехноПарка» продолжилось.

В свою очередь защитники природы и просто разумные местные граждане поняли, что весной и летом отходы в этих поездах будут подвергаться гниению и распространять соответствующий запах по всему пути следования железнодорожного состава – во многих населённых пунктах от Москвы до Архангельска. То же самое будет твориться при захоронении этих отходов на полигоне (к тому же испортятся местные земли, реки и озёра). В данном случае поморцев от экологической катастрофы не спасут никакие обещанные в качестве компенсации 6 миллиардов рублей от правительства Москвы за 3 года. Собственная жизнь дороже денег.

Поэтому 2 декабря 2018 года по всей Архангельской области прошёл единый день протеста против мусорной мафии под названием «Поморье не помойка», где недовольные такой экологической политикой властей местные жители (около 30 тысяч человек) вышли с требованиями в защиту своего здоровья, охраны окружающей среды своего региона и русского севера в целом, включая водные ресурсы. А ровно через два месяца акцию подхватили несколько других регионов страны, так как 3 февраля 2019 года состоялся Всероссийский протест под названием «Россия не помойка» с лозунгом «Россия за чистое будущее!», который прошёл в более чем в 30 субъектах Российской Федерации. Больше всех людей против «мусорной реформы» опять выступило в Архангельской области и в Подмосковье. В других регионах акции протеста были крайне малочисленны, а кое-где ограничивались просто одиночными пикетами, что говорит о том, что местных жителей пока не очень беспокоит проблема утилизации мусора (особенно в заснеженную пору, когда не особо виден его масштаб и не чувствуется характерный запах). Тем не менее, следующий Всероссийский протест запланирован уже на 7 апреля 2019 года с высокой вероятностью участия в нём гораздо большего количества протестующих во многих регионах страны по сравнению с акциями в холодный зимний период 2018/19 гг.

Вообще «мусорная реформа» официально стартовала по всей стране с 1 января 2019 года. По ней предусмотрены довольно значительные перемены в правилах утилизации отходов и, соответственно, повышение стоимости услуг для населения по вывозу мусора, что многие наши жители уже негативно испытали на себе. Также планируется строительство двухсот мусоросжигательных заводов в нескольких субъектах РФ в течение ближайших пяти лет. Хотя многие давно уже понимают, что сжигание отходов не намного лучше для здоровья людей, чем привычное всем захоронение отходов. И никакой экономической выгоды стране и её гражданам данный процесс не приносит. Поэтому сегодня нужно обратить

пристальное внимание на сортировку и переработку мусора, которые давно дают свои плоды в западных цивилизованных странах. Но пока в нашей стране не находят такого достойного применения на практике.

Что касается Саратовской области, то у нас с 12 августа 2018 года приступил к работе новый региональный мусорный оператор – АО «Управление отходами», который с тех пор предпочитает распределять тендеры на вывоз мусора среди компаний из других регионов, которые, мягко говоря, не очень оперативно справляются со своей задачей – не всегда регулярно вывозят мусор с контейнерных площадок во дворах. А одно время была ситуация, когда и контейнеров не было во многих жилых массивах Саратова, когда ООО «Мехуборка - Саратов», уступая мусорную нишу преемникам, вывезла из города свои привычные за многие годы мусорные баки. В результате чего в городе чуть не установился мусорный коллапс.

Новый региональный оператор, получающий сейчас громадные средства из кошельков наших сограждан, не забывает о самопиаре – присутствует на трёх интернет-сайтах и в социальных сетях, где пропагандирует свой слоган «Наше дело чистое!» с хештегом #ЖКХменяется и многочисленными другими словосочетаниями (#РегиональныйОператор #РегиональныйОператор64 #РО64 #СаратовТКО #НашеДелоЧистое #СаратовТКО64). Торжественно сообщает там, что за первые полгода своей деятельности был вывезен из Саратова первый миллион кубометров мусора на экологически безопасную обработку в Энгельсском «ЭкоТехноПарке» в рамках реализации новой системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Но на самом деле радоваться там особо нечему – из того мусора, что туда свозят, перерабатывается всего несколько процентов (на уровне статистической погрешности), которые невозможно даже реально подсчитать.

Раньше с отдельным мусором и его последующей переработкой дела обстояли значительно лучше. Например, многие саратовцы до сих пор недоумевают по поводу того, куда исчезли контейнеры для сбора пластиковой тары, которые давно стали привычны на многих мусорных площадках. Теперь это всё отправляется с прочим бытовым мусором на полигон в Энгельсский район, жители которого ещё не до конца понимают смертельную опасность от такого соседства. Поэтому начать решать эту проблему нужно с обращения к федеральным властям по поводу внедрения во всех регионах отдельного сбора отходов и их переработки.

**A.A. Khvostov**

SRPO «Center of social, legal and environmental initiatives», Saratov, Russia

**PROBLEMS OF WASTE DISPOSAL IN MODERN RUSSIA**

Annotation: The article is devoted to the current Russian problem of waste disposal. Garbage dumps and incinerators flooded Russia. The protest movement spread to many regions of the country. The largest number of protesters is observed in those regions of Russia where it is planned to take out garbage from Moscow. In this regard, there is a need for a constructive dialogue with the federal government and finding a compromise solution.

Keywords: waste, garbage, protest, recycling, waste disposal, waste incineration.

Экологические технологии в строительстве, транспорте,  
энергетике и водном хозяйстве,  
экологическое архитектурное планирование

---

**Т.Т. Абрамова**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЛАБЫХ ГРУНТОВ**

Новую природно-техногенную систему, обладающую улучшенными свойствами по сравнению с природной толщей грунта можно создать при использовании современных инновационных методов. Приведенные в работе методы уже широко используются в настоящее время при строительстве в сложных инженерно-геологических условиях.

Ключевые слова: слабый грунт, упрочнение, инъекция, грунтоцемент, глубинное перемешивание.

Риск проведения геотехнических работ в слабых грунтах вблизи неустойчивых зданий и сооружений всегда достаточно велик. В качестве снижения этого риска и улучшения свойств слабых грунтов была проведена работа по систематизации методов и технологий управления состоянием и свойствами грунтов, подвергнутых динамическим воздействиям.

Специально подобранными растворами, обладающими цементирующими возможностями, осуществляется инъекционная пропитка грунтов. Она предусматривает распространение растворов давлениями, исключаящими разрыв грунтов. Результаты исследований по изменению степени сейсмической опасности для преобразованных лессовых грунтов по данным продольных и поперечных волн доказали снижение сейсмической интенсивности на 0,3-0,4 балла [1].

Кроме этого, в настоящее время для снижения уровня техногенных вибраций в массиве применяется современная технология высоконапорной инъекции (ВНИ), которая включает несколько стадий: частичный гидроразрыв (давление 0,6-1,5 МПа) закрепляемого слоя неустойчивых грунтов с образованием искусственных полостей; заполнение этих полостей цементно-песчаным раствором и уплотнение зоны инъекции опрессовкой.

Контроль состояния закрепленных грунтов можно осуществлять с помощью сейсмических и электрофизических методов [2]. В это время происходит увеличение скорости поперечной волны в диапазоне от  $V_s=70-600$  м/с до  $V_s=700-1100$  м/с, скорости продольной волны – от  $V_p=500-700$  м/с до  $V_p=1400-2000$  м/с, модуль упругости возрастает от начального уровня  $E_n=0,5-3,5$  МПа до  $E_n=13-23$  МПа.

Использование ВНИ предусматривает и предварительное оконтуривание упрочняемого грунтового массива, позволяющее ограничить распространение инъекционного раствора в необходимой области. Например, широко известный в России метод, названный академиком В.И.Осиповым «Геокомпозит», использует оконтуривание замкнутого объема массива грунта двумя экранами – вертикальным и горизонтальным, в пределах которого создается «геокомпозит» [3].

Исследования большого количества ученых показали, что динамическое сопротивление после закрепления различных типов грунтов этим методом повышается в 1,5-2,7 раза, а сопротивление при статическом зондировании – в 1,3-1,9 раз. В результате выполненных работ может произойти снижение балльности преобразованного массива грунта примерно на 2 балла.

В основе струйной технологии лежит использование энергии струи жидкости для разрушения и перемешивания исходного природного грунта под давлением от 1 до 70 МПа. Она высокопроизводительно позволяет создавать грунтоцементные конструкции различных размеров и форм для всех типов грунтов. Существуют три вида струйной технологии: одно-, двух- и трехкомпонентная, отличающиеся разным числом рабочих агентов, составом оборудования и результатами укрепления грунтов [4]. С целью оценки прочностных характеристик и сплошности грунтоцементных свай следует проводить геофизические исследования методом скважинной сейсмоакустики [5]. С помощью струйной цементации грунтов выполнено большое количество интересных с геотехнической точки зрения объектов. Прочностные характеристики грунтоцементов, полученные на различных объектах, опубликованы в работе [6]. Данная технология была использована на многих объектах Санкт-Петербурга, Москвы, Перми, Казани и других городов. Яркими примерами использования струйной цементации, вошедшими в программу освоения подземного пространства Москвы, стали: укрепление грунтов при проходке Серебряноборского тоннеля, Алабяно-Балтийских тоннелей; строительство 3-го транспортного кольца и других объектов.

Увеличение несущей способности, снижение осадок и латеральных смещений грунта при динамических нагрузках, а также уменьшение воздействия вибрации от оборудования возможно и с помощью метода глубинного перемешивания (буромесительного способа), основанного на размельчении в массиве, без выемки его на поверхность, специальным рабочим органом – буромесителем (миксером) с одновременным введением вяжущих материалов и химических растворов. В качестве вяжущих чаще всего используются портландцемент и известь. Виды глубинного смешивания выделяют по типу применяемого связующего и по методу смешивания (сухое, влажное и др.).

Исследования большого количества специалистов-геотехников показали, что использование всех модификаций этого способа позволяет

успешно обрабатывать практически все виды слабых и структурно-неустойчивых грунтов, в том числе слабоводопроницаемых, особенно находящихся ниже уровня грунтовых вод, независимо от типа напластования и других микроструктурных особенностей, а также глинистые грунты текучей консистенции, рыхлые водонасыщенные пески, заторфованные грунты.

В заключение можно отметить, что при проектировании и реализации методов глубинной обработки в сложных инженерно-геологических условиях самым необходимым является не только изучение свойств применяемых растворов, но и технологические особенности выполнения работ к структурным, физическим и химическим свойствам грунтовых условий. Геофизические способы контроля (зондирование, скважинная сейсмоакустика, сейсморазведочный метод поверхностных волн и др.) искусственно преобразованных грунтов продемонстрировали значительное улучшение физико-механических свойств грунтов, позволяющее снизить вибрацию до безопасного уровня.

#### Литература

1. Ибрагимов, М.Н. Опыт закрепления лессовых грунтов силикатизацией /М.Н. Ибрагимов//Геотехнические проблемы строительства на просадочных грунтах в сейсмических районах: труды III-го Центрально-Азиатского международного геотехнического симпозиума. – Душанбе, 2005. – С. 336-340.

2. Герасимов, О.В. Геолого-геофизический мониторинг грунтовых оснований горнотехнических сооружений, укрепляемых методом высоконапорной инъекции. Автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 25.00.16 : защищена 17.05.07 / Герасимов Олег Васильевич – Кемерово, 2007 – 22 с.

3. Осипов, В.И. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «Геокомпозит» / В.И. Осипов, С.Д. Филимонов // ОФМГ. – 2002. – №5 С.15-21.

4. Абрамова, Т.Т. Современные методы управления свойствами грунтов на участках высоких динамических нагрузок / Т.Т. Абрамова, Е.А. Вознесенский // Геотехника. – 2015. – №4. – С. 6-25.

5. Контроль качества геосинтетических конструкций, созданных методом струйной цементации / А.В. Черняков, О.В. Богомолов, В.В. Капустин, М.Л. Владов и др.// Технологии сейсморазведки. – 2008. – №3. – С.97-103.

6. Малинин, А.Г. Применение грунтоцементных свай в городском строительстве / А.Г. Малинин // Пермские строительные ведомости. – 2001. – №4. – С. 22-27.

**T.T. Abramova**

Lomonosov Moscow State University

#### **GEOTECHNICAL POSSIBILITIES OF MODERN METHODS OF TRANSFORMING WEAK SOILS**

Abstract. A new natural and man-made system that has enhanced properties compared to the natural thickness of the soil can be created using modern innovative methods. The methods described in the paper are already widely used today during a construction in the difficult engineering and geological conditions.

Keywords: weak soil, hardening, injection, soil-cement, deep mixing.

**Ж.С. Абубакарова <sup>1</sup>, А.А. Атаева <sup>2</sup>, А.В. Кошелев <sup>3</sup>, Е.И. Тихомирова <sup>3</sup>  
А.А. Эльдерханова <sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт  
им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный

<sup>2</sup>Грозненский государственный нефтяной технологический университет  
им. акад. А.Д. Миллионщикова,

<sup>3</sup>Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.,

<sup>4</sup>Чеченский государственный университет, г. Грозный

## **ИСПЫТАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ПРИ ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ ВОД ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Обоснована проблема очистки воды, забираемой из открытых водоемов Чеченской республики, для целей водоснабжения. Рассмотрены разные способы очистки воды от солей тяжелых металлов, лития и микробной контаминации. Предложен способ адсорбционной очистки поверхностных вод, отличающийся тем, что загрязнители различной природы (гуминовые вещества, ионы тяжелых металлов, взвеси, синтетические поверхностно-активные вещества и т.п.) поглощаются (адсорбируются) на минеральных гранулах высокой поглотительной емкости, состоящих из бентонита и брусита (природный минерал, представляющий собой гидроокись магния). Экспериментально подтверждена эффективность предложенного адсорбционного метода.

Ключевые слова: тяжелые металлы, питьевая вода, адсорбент, брусит, силикагель.

Водные экосистемы Чеченской республики (ЧР) концентрируют загрязнения со всей водосборной площади бассейна. Это подтверждают данные многолетнего экологического мониторинга состоянию водных объектов республики. Установлено, что практически все водоисточники как поверхностные, так и подземные, подвергаются антропогенному и техногенному воздействию с различной степенью интенсивности. Огромное количество загрязняющих веществ вносится в поверхностные воды со сточными водами предприятий промышленности, сельского и коммунального хозяйства, поверхностным стоком с прилегающих территорий. Одними из основных загрязнителей поверхностных вод ЧР являются нефтепродукты, органика, тяжелые металлы и др. [1-4].

Проблема обеспеченности населения г. Грозного качественной питьевой водой является особенно актуальной, и связана не только с повышенной мутностью и цветностью, загрязнением комплексом солей тяжелых металлов и лития, но и значительной микробной контаминацией [5, 6]. Для решения этой проблемы необходимо усовершенствовать технологию очистки воды питьевого назначения с учетом региональных особенностей ее загрязнения.

Известно, что воды с цветностью более 30 градусов по платино-кобальтовой шкале и содержанием взвешенных примесей более 100 мг/л очищаются через стадию коагулирования [7, 8]. Процесс очистки (осветления) проводится в специальных резервуарах с добавлением в очищаемую воду коагулянтов, например, сульфата алюминия или оксихлорида алюминия с дальнейшей очисткой через песчаные фильтры [9, 10]. Однако такая очистка требует значительных затрат времени, введения дополнительных реактивов и наличия емкостного оборудования. При этом загрязняющие вещества, находящиеся в растворенном состоянии, остаются в очищаемой воде.

Мелкоизмельченный алюмосиликатный адсорбент, добавляемый в очищаемую воду на длительное время, является эффективным адсорбентом для тяжелых металлов [11]. Например, используют мелкодисперсный алюмосиликатный сорбент, получаемый как отход производства [12]. Сорбцию свинца и кадмия осуществляют при перемешивании жидкой фазы с сорбентом в течение 6-32 часов. Недостатками способа являются низкая скорость сорбции и необходимость отделения значительного количества мелкодисперсного алюмосиликатного адсорбента, который в водной среде может дополнительно диспергироваться до микrorазмеров.

Известен также способ очистки вод адсорбентом «Глинт» [13], который получают спеканием глины и соединений щелочно-земельных элементов, разработанный и применяемый для очистки промышленных и поверхностно-ливневых сточных вод путем осаждения катионов тяжелых металлов. Преимуществом адсорбента является большой срок службы и возможность его многократных промывок при использовании в существующих технологических схемах очистки загрязненных вод. Недостатками адсорбента «Глинт» являются ограничения по кислотности обрабатываемых стоков (рН 7,5-8,0), что требует предварительной их подготовки (2-3-ступенчатая очистка), и ограниченная сорбционная емкость по ионам тяжелых металлов (2,5-5,6 г/дм), что приводит к необходимости частых промывок фильтрующей системы и существенно усложняет технологический процесс очистки воды.

Поэтому для эффективной очистки поверхностных высоко загрязненных вод необходима разработка наиболее надежного, экологически чистого и экономически эффективного способа очистки вод поверхностных источников до нормативных требований, предъявляемых к питьевой воде по предельно допустимым концентрациям загрязнителей.

Разработка комбинированного фильтрующего материала для усовершенствования очистки поверхностных вод ЧР была выполнена в рамках договора о творческом и научном сотрудничестве ВУЗов: Саратовского государственного технического университета имени

Гагарина Ю.А. (НОЦ «Промышленная экология» и аккредитованный ИЛЦ «ЭкоОС») и Грозненского государственного нефтяного технологического университета имени академика М.Д. Миллионщикова (Центр коллективного пользования), а также с научно-технической лабораторией НПП «ЛИССКОН» (г. Саратов).

В процессе выполнения исследований были разработаны:

- вариант сорбента с улучшенными адсорбционными свойствами для задач очистки природных вод ЧР;
- комбинированная многослойная фильтрующая загрузка для систем очистки воды из разработанного сорбента с дезинфектантом;
- проведена оценка эффективности очистки воды из поверхностных водоисточников г. Грозного (Гойтинского, Сунженского и Чернореченского) с использованием разработанной многослойной фильтрующей загрузки в системах очистки воды в лабораторных и производственных условиях.

Предложен способ адсорбционной очистки поверхностных вод, отличающийся тем, что загрязнители различной природы (гуминовые вещества, ионы тяжелых металлов, взвеси, синтетические поверхностно-активные вещества и т.п.) поглощаются (адсорбируются) на минеральных гранулах высокой поглотительной емкости, состоящих из бентонита и брусита (природный минерал, представляющий собой гидроокись магния).

В работе использовали бентонит Даш-Салахлинского месторождения (Республика Азербайджан) и брусит, предоставленный ООО «Русское горно-химическое общество». Исходные компоненты – бентонит и брусит, измельчали до размеров частиц не более 10 мкм. Повышенная поглотительная способность адсорбента достигалась за счет рецептуры геля, из которого формовали гранулы, его ультразвуковой активации и режима обжига гранул (термообработки). Состав геля (бентонит : вода : брусит) был определен экспериментально. Гель получали в две стадии в ультразвуковом (УЗ) поле реактора мощностью более 10 Вт/см<sup>2</sup>. На первой стадии в УЗ-реакторе готовили суспензию брусита в воде в течение не менее 5 мин. На второй стадии добавляли бентонит, и проводили обработку получаемого геля в течение 8-10 минут. Под действием ультразвука происходило равномерное распределение смешиваемых компонентов и образование геля. Далее гель сушили до заданной влажности (50-60%) и получали из него гранулы методом экструзии с последующей термообработкой 2 часа при 550<sup>0</sup>С - 600<sup>0</sup>С. Найденный экспериментально оптимальный режим термообработки позволяет получать гранулы с развитой поверхностью и устойчивостью в водной среде в широком диапазоне рН (13). В таблице 1 приведены сравнительные характеристики полученного нами адсорбента и адсорбента «Глинт».

Характеристики используемых сорбентов

№ п/п	Адсорбент «Глинт»	Разработанный адсорбент
1	Удельная поверхность 3,7 м <sup>2</sup> /г, общий объем пор 0,015 см <sup>3</sup> /г	Удельная поверхность 51 м <sup>2</sup> /г, общий объем пор 0,105 см <sup>3</sup> /г
2	Не очищает воду от взвесей	Очищает воду от взвесей
3	Поглощает только катионы тяжелых металлов	Поглощает как катионы, так и анионы
4	Не поглощает нефтепродукты	Поглощает нефтепродукты
5	Не поглощает ПАВ	Поглощает ПАВ
4	Адсорбент требует частой регенерации	Адсорбент не требует частой регенерации
5	Адсорбент работает в узком диапазоне рН 7,5÷8,0	Адсорбент работает в широком диапазоне рН 4,5÷12,0

Была проведена оценка эффективности использования разработанного сорбента в составе фильтров для очистки загрязненных поверхностных вод ЧР.

Отбор проб воды исследуемых водных объектов осуществляли согласно ГОСТ Р 51593-2000. Проводили измерение мутности и цветности, определяли нитриты (ПНД Ф 14.1:2.3-95), хлорид-ионы (ПНД Ф 14.1:2.96-97), нитраты (ГОСТ 18826-73), общее солесодержание (ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97). Санитарно-микробиологический анализ воды поверхностных вод производили в соответствии с МУК (4.2.1018-01 и 4.2.1884-04) (14). Результаты считались достоверными при  $p \leq 0,05$ . Отбор проб проводили по сезонам 2018 года.

В лабораторных условиях проводили фильтрацию проб воды с использованием экспериментальных фильтров из гранулированного комплексного сорбента (фильтр №1) и этого сорбента в сочетании с бактерицидом (фильтр №2). Проводили сравнительный анализ показателей качества воды до и после фильтрации.

В таблице 2 приведены результаты исследования воды из Сунженского водозабора в ранний весенний период 2018 г. Исходные пробы воды из Сунженского водозабора характеризовались высоким содержанием гуминовых веществ, обуславливающих цветность, взвешенных частиц и иловых остатков, повышающих мутность. Фильтрация этих вод через экспериментальный фильтр с разработанным адсорбционным материалом (фильтр №1) сопровождалась снижением цветности на 96%, мутности – на 99%. Очистка от микробного загрязнения была эффективной при использовании фильтра №2.

Таким образом, по результатам работы предложен способ адсорбционной очистки поверхностных вод, отличающийся тем, что загрязнители различной природы (гуминовые вещества, ионы тяжелых металлов, взвеси и т.п.) поглощаются (адсорбируются) на минеральных гранулах высокой поглотительной емкости, состоящих из бентонита и

брусита. Эффективность обеззараживания воды достигается при использовании гранулированной формы комплексного адсорбента с дезинфектантом.

Таблица 2

Показатели качества воды Сунженского водозабора до и после фильтрации через фильтр №2

ПОКАЗАТЕЛЬ	Исходная проба (n=10)	Фильтрат (n=20)	Эффективность фильтрации, %	Норматив для питьевых вод
Солесодержание, мг/л	326,00±8,87	277,00±6,05	15,03	1000 – 1500
Запах, балл	1,00±0,06	0	100,00	2
Цветность, град	102,00±5,34	0	100,00	20°-30°
Мутность, мг/л	60,76±1,13	0,60±0,02	99,01	1,5-2
Жесткость, мг-экв./л	3,21±0,54	3,01±0,43	6,25	7 – 10
Щелочность, ммоль/л	1,71±0,13	1,5±0,09	12,22	7
pH	8,90±0,11	8,9±0,04	0	6 - 9
Нитриты, мг/л	0,095±0,001	0,059±0,001	37,89	3
Нитраты, мг/л	1,50±0,23	0,90±0,05	40,00	45
Ортофосфаты, мг/л	3,97±0,03	3,41±0,034	14,11	3,5
Fe общ, мг/л	1,50±0,78	0,01±0,001	99,33	0,3 - 1
ХПК, мг/л	9,25±1,41	6,07±0,86	34,38	5,0-7,0
ОМЧ, мк/мл	590,00±8,2	0	100,00	Отсутствие/не более 50

Результаты работы получены в рамках выполнения Государственного задания № 5.3922.2017/6.4 Минобрнауки России.

#### Литература

1. Атаева, А.А. Исследование микроэлементного состава воды источников питьевого водоснабжения г. Грозного / А.А. Атаева, Е.И. Тихомирова // Естественные и технические науки. 2009. № 6. С. 86-91.
2. Атаева, А.А. Экологическая характеристика качества питьевой воды города Грозного / А.А. Атаева, Ж.С. Абубакарова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. №3. С.21-23.
3. Влияние комплекса солей металлов на качество питьевой воды г. Грозного: эколого-физиологические исследования и оценка экологических рисков: коллективная монография / А.А. Атаева, Е.И. Тихомирова, Ж.С. Абубакарова и др. / Под ред. д. биол. наук, проф. Е.И. Тихомировой. – Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2017. 160 с.
4. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологическом благополучии в Чеченской республике», 2016-2017.
5. Атаева, А.А. Оценка качества воды в местах водозабора города Грозного методами биотестирования // А.А. Атаева, Х.Х. Дадаева, Ж.С. Абубакарова // Вестник ЧГУ. 2012. С 129-131.

6. Атаева, А.А. Экоотоксикологическая оценка качества питьевой воды г. Грозного и расчет экологических рисков населения /А.А. Атаева, Ж.С. Абубакароваи др. // Известия Самарского научного центра РАН.2016. Т.18. №2 (3). С. 625-628.
7. Лыгина, Т.З. Технологии химической активации неорганических природных минеральных сорбентов: монография / Т.З. Лыгина [и др.] – Казань: Изд-во Казан.гос. технол. ун-та, 2009. 120 с.
8. Арипов,Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование / Э.А. Арипов. – Ташкент: ФАН, 1970. 252 с.
9. Водоподготовка: Справочник /Под ред. д.т.н. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. 240 с.
10. Смирнов, А. Д. Сорбционная очистка воды / А.Д. Смирнов. – Л.: Химия, 1982. 168 с.
11. Совершенствование сорбционных методов очистки загрязненных природных и сточных вод: коллективная монография / Под ред. проф. Е.И. Тихомировой.– Саратов: Изд-во СГТУ, 2017. 154 с. ISBN 978-5-7433-3194-9
12. Патент на изобретение № 2412756, (19) RU (11) 2412756 (13) C2. Сорбент для очистки промышленных стоков от соединений свинца и кадмия и способ его применения / М.Э. Бураев, Л.П. Луцкая, В.В. Котомцев и др. (РФ). – Бюл. «Изобретения. Полезные модели» № 6, 2011.
13. Koshelev, A.V. Development of technology for obtaining sorbents based on bentonite clays for water purification systems / A.V. Koshelev, N.V. Vedeneeva, V.A. Zamatyryna, E.I. Tichomirova, E.V. Skidanov //Water and Ecology: problems and solutions. 2018. №2 (74). P. 32-39. DOI: 10.23968/2305–3488.2018.20.2.32–39
14. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», Минздрав России, Москва – 2002.

**J.S. Abubakarova<sup>1</sup>, A.A. Ataeva<sup>2</sup>, A.V. Koshelev<sup>3</sup>, E.I. Tikhomirova<sup>3</sup>  
A.A. Elderkhanova<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> H.I. Ibragimov Complex Research Institute, RAS, Grozny

<sup>2</sup>Grozny State Oil Technological University. Acad. HELL. Millionshchikov, Grozny

<sup>3</sup>Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

<sup>4</sup>Chechen State University, Grozny

## **TESTING THE EFFICIENCY OF THE COMBINED FILTERING MATERIAL FOR CLEANING NATURAL WATERS OF THE CHECHEN REPUBLIC**

The problem of water purification, taken from open reservoirs of the Chechen Republic, for the purpose of water supply is substantiated. Different methods of water purification from heavy metal salts, lithium and microbial contamination are considered. A method of adsorption purification of surface waters is proposed. Its main feature is that pollutants of various nature (humic substances, heavy metal ions, suspensions, synthetic surfactants, etc.) are absorbed (adsorbed) on mineral granules of high absorption capacity, consisting of bentonite and brucite (a natural mineral comprising of magnesium hydroxide). We confirmed experimentally the effectiveness of the proposed adsorption method.

Keywords: heavy metals, drinking water, adsorbent, brucite, silica gel.

**О.В. Атаманова, М.В. Истрашкина**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Российская Федерация

## **АДСОРБЦИЯ НИТРО- И АМИНОПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕНТОНИТАХ В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Приводятся изучаемые модификации бентонита. Строятся изотермы адсорбции изучаемых производных бензолов динамических условиях, а также устанавливаются зависимости величины адсорбции Гиббса от концентраций органических веществ в растворе.

Ключевые слова: органическое вещество, производные бензола, бентонит, величина адсорбции, динамические условия.

Сточные воды предприятий химической, лакокрасочной, легкой, фармацевтической и др. промышленности содержат целый комплекс органических загрязняющих веществ, в т.ч. нитро- и аминопроизводные бензола [1]. Исследование вопросов совершенствования технологий адсорбционной очистки сточных вод, содержащих эти производные бензола, путем создания адсорбционных фильтров с комбинированными фильтрующими загрузками, включающими модифицированный различными способами бентонит, требует детального исследования адсорбции производных бензола на предложенных модифицированных сорбционных материалах в динамических условиях [2].

Исследования проводились на базе НОЦ «Промышленная экология» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» в рамках научного проекта Госзадания МОиН РФ по заявке № 5.3922.2017/ПЧ.

Механизм адсорбции ароматических веществ: *o*-толуидина, *o*-фенилендиамина и *n*-динитробензола был исследован в динамических условиях на разных модификациях бентонита [2-3]. К исследованиям приняты варианты бентонитов:

- бентонит, модифицированный углеродными нанотрубками (УНТ);
- бентонит, модифицированный глицерином и углеродными нанотрубками;
- бентонит, модифицированный глицерином;
- немодифицированный гранулированный бентонит.

Изотермы адсорбции изучаемых производных бензола в динамических условиях показаны на рисунках 1-3.

Установленные зависимости величины адсорбции от начальной концентрации адсорбтива в растворе, а также величины адсорбции от выходной концентрации вещества представлены в таблице.

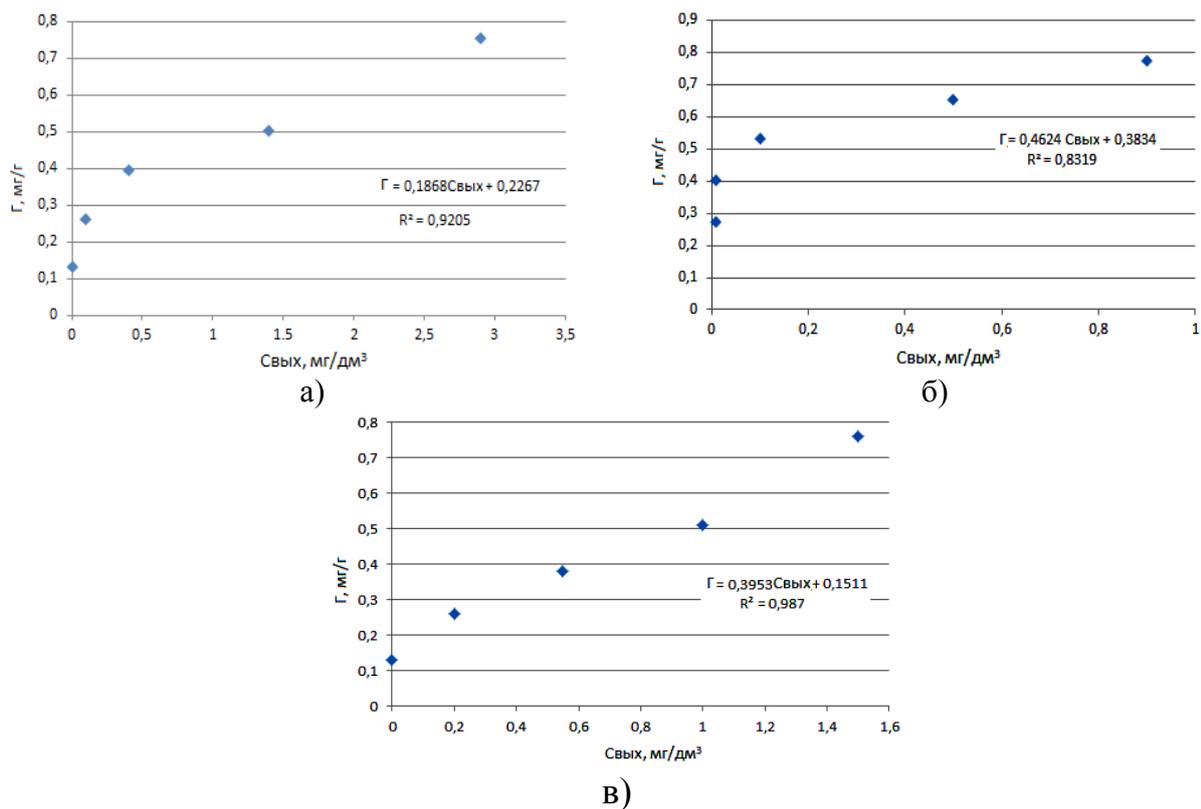


Рис. 1. Изотермы адсорбции *o*-толуидина в динамических условиях на бентоните: а) немодифицированном; б) модифицированном УНТ; в) модифицированном глицерином и УНТ

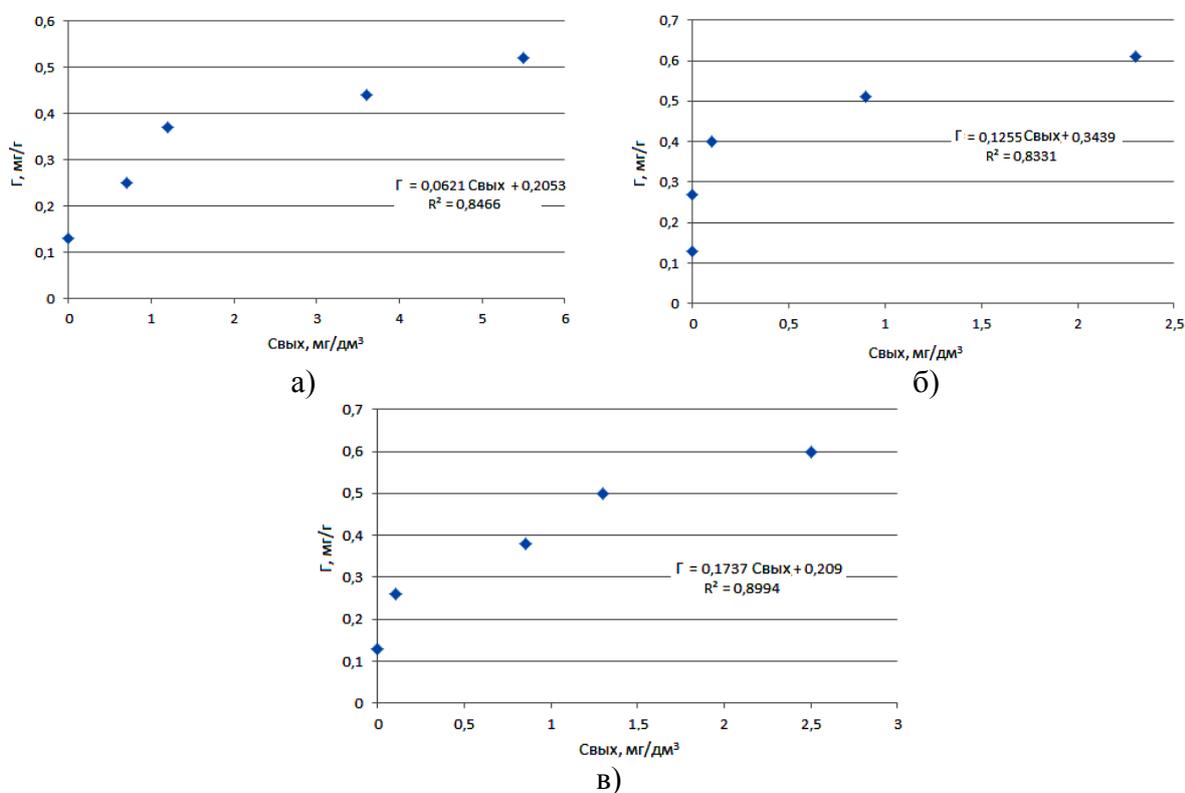


Рис. 2. Изотерма адсорбции *o*-фенилендиамина в динамических условиях на бентоните: а) немодифицированном; б) модифицированном УНТ; в) модифицированном глицерином и УНТ

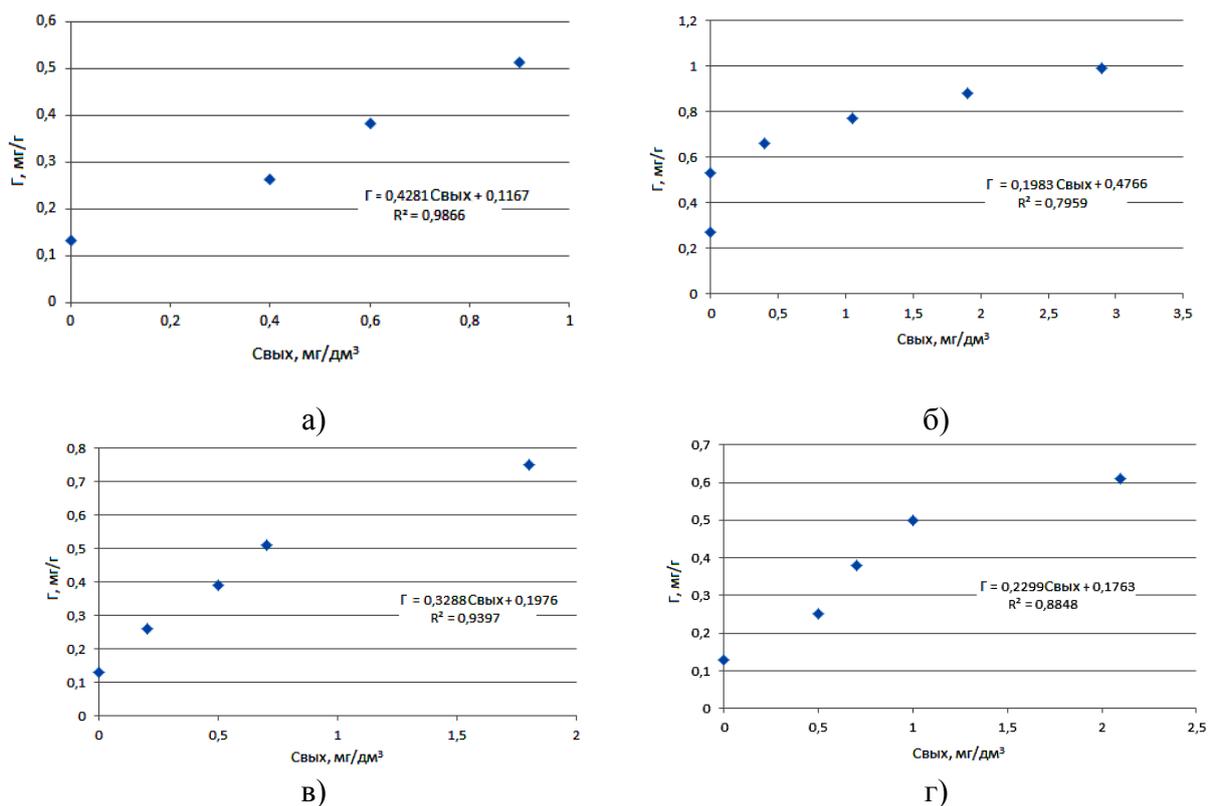
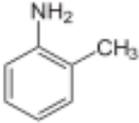
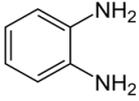
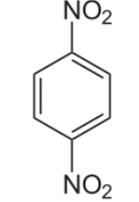


Рис. 3. Изотермы адсорбции *n*-динитробензола в динамических условиях на бентоните: а) немодифицированном; б) модифицированном УНТ; в) модифицированном глицерином; г) модифицированном глицерином и УНТ

Зависимости величины адсорбции Гиббса от концентраций органических веществ, адсорбируемых на исследованных бентонитовых сорбционных материалах

Вещество	Вид модификации бентонита	$\Gamma=f(C_{\text{ВЫХ}})$	$\Gamma=f(C_0)$
	Немодиф. бентонит	$\Gamma=0,1868C_{\text{ВЫХ}}+0,2267$	$\Gamma=0,0246C_0+0,0116$
	Бентонит, модиф. УНТ	$\Gamma=0,4624C_{\text{ВЫХ}}+0,3834$	$\Gamma=0,0255C_0+0,0113$
	Бентонит, модиф. глицерином и УНТ	$\Gamma=0,3953C_{\text{ВЫХ}}+0,1511$	$\Gamma=0,0252C_0+0,0054$
	Немодиф. бентонит	$\Gamma=0,0621C_{\text{ВЫХ}}+0,2053$	$\Gamma=0,0194C_0+0,0510$
	Бентонит, модиф. УНТ	$\Gamma=0,1255C_{\text{ВЫХ}}+0,3439$	$\Gamma=0,0240C_0+0,0240$
	Бентонит, модиф. глицерином и УНТ	$\Gamma=0,1737C_{\text{ВЫХ}}+0,2090$	$\Gamma=0,0236C_0+0,0020$
	Немодиф. бентонит	$\Gamma=0,4281C_{\text{ВЫХ}}+0,1167$	$\Gamma=0,0252C_0+0,0050$
	Бентонит, модиф. УНТ	$\Gamma=0,1983C_{\text{ВЫХ}}+0,4766$	$\Gamma=0,0239C_0+0,0453$
	Бентонит, модиф. глицерином	$\Gamma=0,3288C_{\text{ВЫХ}}+0,1976$	$\Gamma=0,0248C_0+0,0119$
	Бентонит, модиф. глицерином и УНТ	$\Gamma=0,2299C_{\text{ВЫХ}}+0,7630$	$\Gamma=0,0242C_0+0,0110$

Результаты проведенных исследований адсорбции изучаемых производных бензола на бентонитах различных модификаций в динамических условиях позволили сделать следующие **выводы**:

1. Установленные параметры эффективности взаимодействия *o*-толуидина, *o*-фенилендиамина и *n*-динитробензола с изученными модификациями бентонитов в динамических условиях: ДОЕ,  $K_d$ ,  $S$  показали, что динамическая обменная емкость исследованных бентонитов по отношению к ионам органических веществ снижается в ряду: *n*-динитробензол > *o*-толуидин > *o*-фенилендиамин. Это свидетельствует о возрастании стерических и энергетических факторов активности адсорбционных центров бентонита по отношению к изучаемым соединениям в данном ряду.

2. Эффективность адсорбции изучаемых производных бензола в динамических условиях наиболее высока при использовании в качестве сорбента бентонита, модифицированного УНТ; несколько меньшая при использовании бентонита, модифицированного глицерином; еще меньшая при использовании бентонита, модифицированного глицерином и УНТ, и самая низкая при использовании немодифицированного гранулированного бентонита.

3. Проведенные исследования процесса адсорбции нитро- и аминсоединений на разных модификациях бентонита в динамических условиях позволили установить зависимости величины адсорбции от выходной концентрации вещества  $\Gamma = f(C_{\text{вых}})$ , а также зависимости величины адсорбции от исходной концентрации адсорбтива в растворе  $\Gamma = f(C_0)$ .

#### Литература

1. Косарев, А.В. Кинетика адсорбции 2-метиланилина модифицированным бентонитом при очистке сточных вод / А.В. Косарев, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, М.В. Истрашкина // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. - № 3 (75). – С. 24-31.

2. Истрашкина, М.В. Применение фильтрующих загрузок в системах водоотведения для очистки сточных вод / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. - 2017. - Т. 17. - № 5. - С. 149-152.

3. Истрашкина, М.В. Особенности адсорбции ароматических аминсоединений на различных вариантах модифицированного бентонита / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2016. - Т. 18. - № 2(2). - С. 381-384.

**O.V. Atamanova, M.V. Istrashkina**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russian Federation

#### **ADSORPTION OF NITRO DERIVATIVES AND AMINO DERIVATIVES OF BENZENE ON MODIFIED BENTONITES IN DYNAMIC CONDITIONS**

Modifications of bentonite are given. Adsorption isotherms of benzene derivatives under dynamic conditions are constructed. The dependences of the Gibbs adsorption value on the concentrations of the solutions are obtained.

Keywords: organic matter, benzene derivatives, bentonite, adsorption value, dynamic conditions.

**Н.И. Богданов**

Пензенский ИСХ – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр  
лущяных культур», Россия

## **ПЛАНКТОННАЯ ХЛОРЕЛЛА – ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Хлорелла за счёт планктонных штаммов значительно расширила возможности применения в различных направлениях деятельности. Основными приоритетными направлениями использования являются сельское хозяйство, экологическая реабилитация водоёмов и пищевая продукция для человека в виде напитка, концентрата, пасты. Каждое из этих направлений и разработанные для них планктонные штаммы относятся к принципиально новым в практике использования хлореллы в мировом аспекте.

Ключевые слова: планктонная хлорелла, штаммы, биологическая реабилитация водоёмов, род *Chlorella*, сельское хозяйство, пищевая продукция.

Промышленное производство хлореллы в мире значительно увеличилось по сравнению с прошлым веком. В этом определённую роль сыграло не только совершенствование биотехнологии культивирования, увеличение площадей, занятых под микроводоросли, но и появление ряда новых стран (Китай, Иран и др.), которые освоили процессы получения биомассы хлореллы и успешно продвигаются в этом направлении.

К концу XX века среди всех стран Советский Союз занимал одно из лидирующих мест по производству, использованию и научным исследованиям в области хозяйственно-полезных микроскопических водорослей, где основное место принадлежало хлорелле [1]. Как и во всех странах, где культивировали хлореллу, в Советском Союзе также использовались почвенные штаммы, тогда как для наших климатических условий они оказались недостаточно приемлемыми по экономическим причинам, поэтому к началу XXI века массовое производство хлореллы в России было прекращено. Несмотря на это, направление продолжило развиваться, потому что появилась новая планктонная хлорелла, заменившая почвенные штаммы.

Планктонная хлорелла отличается ото всех известных видов рода *Chlorella*, прежде всего способностью свободного парения и равномерного распределения в культуральной среде, что позволяет упростить процесс её культивирования. Она невосприимчива к фагам, а при выращивании в производственных условиях строго соблюдает условия монокультуры.

Впервые планктонный штамм *Chlorella vulgaris* был выделен в 1977 г. из Нурекского водохранилища (Таджикистан) [2]. Морфологически он соответствует роду *CHLORELLA* [3].

Молекулярные и филогенетические анализы на основе данных SSU и ITS областей рДНК показали, что штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 формирует особый род в рамках семейства *CHLORELLACEAE* и описывается как новый род и вид *Planktochlorella nurekis*. Род *Planktochlorella* отличается от других родов семейства *CHLORELLACEAE* порядком нуклеотидов в SSU и ITS рДНК в генных последовательностях. Планктонные свойства определяются клеточной оболочкой, которая состоит из двух слоёв, причём внешний слой содержит обширный микрофибриллярный материал, за счёт чего улучшается плавучесть [4].

Благодаря этим свойствам отпадает необходимость механического перемешивания культуры при промышленном культивировании. Для выращивания планктонной хлореллы не требуется подачи углекислого газа и барботирования культуры воздухом. Биотехнология культивирования основана на создании бактериально-альгологического микробиоценоза, что в значительной мере ускоряет протекание биологических процессов в высокопродуктивной экосистеме аквакультуры [5]. Она не осаждается на дно и не обрастает стенки культиваторов.

Оптимальные условия культивирования планктонной хлореллы достигаются как при солнечном освещении, так и при освещении культуры лампами в установке с открытой поверхностью. Соблюдение условий стерильности при выращивании планктонной хлореллы не требуется. Планктонная хлорелла при производственном культивировании проявляет хорошо выраженные антагонистические свойства к бактериям, грибам, дрожжам, прочим водорослям и инфузориям.

От других водных и наземных растений она отличается высоким содержанием белка – 50-65 %, который обладает превосходным качеством, так как в нем содержатся все необходимые аминокислоты, в том числе незаменимые. В хлорелле имеются все известные витамины. Важно отметить, что помимо белка, витаминов, микроэлементов в ней присутствует хлорофилл [6].

Для планктонной хлореллы были получены различные штаммы и на их основе разработаны принципиально новые направления:

Хлорелла в рационе сельскохозяйственных животных – планктонный штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 (1987 г.). Хлорелла, являясь частью рациона, способствует наиболее полному усвоению при кормлении, а содержащейся в ней хлорофилл восполняет недостаток зелёных кормов. Дополнительные привесы при использовании суспензии хлореллы составляют для крупного рогатого скота – 20-40 %, свиней – 20-30 %, кур – 10-20 %. Сохранность поголовья для крупного рогатого скота и свиней равняется 99 %, а для птицы – 98%, что на 5-7% превышает нормативную сохранность сельскохозяйственных животных [2].

Биологическая реабилитация водоёмов – планктонный штамм *Chlorella vulgaris* BIN (2001 г.). Альголизация этим штаммом

предотвращает «цветение» водоемов сине-зелёными водорослями, улучшает санитарное состояние, снижает концентрацию загрязняющих веществ [7], и в результате улучшается гидробиологическое состояние водных объектов. Впервые в России биологическая реабилитация была проведена путем альголизации Пензенского водохранилища планктонным штаммом, который предотвращает «цветение» воды в течение последних 17 лет (2001–2018 гг.) [8].

Хлорелла – важнейший источник пищевого белка – планктонный штамм *Chlorella vulgaris* GKO (2018 г). Планктонный штамм хлореллы используется для промышленного производства пищевой продукции. Для выращивания планктонной хлореллы применяется автоматическая установка, которая позволяет получать суспензию и концентрат.

Планктонная хлорелла как пища – здоровье и долголетие населения – планктонный штамм *Chlorella sorokiniana* FAT (2019 г). Впервые получен пищевой термофильный планктонный штамм, который обладает тонкой оболочкой и культивируется в синхронном режиме. Он является самым продуктивным, так как за сутки проходит четыре полных цикла развития. Разработана биотехнология получения пищевой суспензии, концентрата и пасты.

Планктонная хлорелла – пища для космонавтов, а также поселенцев Марса и Луны – планктонный штамм (находится в разработке). Впервые для космонавтов и поселенцев Марса, и Луны разрабатывается пищевой планктонный штамм, который будет культивироваться на космических кораблях и выращиваться на Марсе и Луне. Кроме как пища, хлорелла при культивировании будет использовать углекислый газ, выдыхаемый космонавтами, и обогащать воздух кислородом.

Таким образом, штаммы планктонной хлореллы, каждый из которых предназначен для использования в различных направлениях хозяйственной деятельности, позволяют решать важнейшие проблемы повышения благосостояния населения.

#### Литература

1. Музафаров, А. М. Культивирование и применение микроводорослей [Текст] / А. М. Музафаров, Т. Т. Таубаев. – Ташкент: Фан Уз ССР, 1984. – 136 с.
2. Богданов, Н. И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных [Текст] / Н. И. Богданов. – 2-е изд., исп. и доп. – Волгоград: «Здоровье и экология», 2007. – 58 с.
3. Андреева, В. М. Род CHLORELLA. Морфология, систематика, принципы классификации [Текст] / В. М. Андреева. – Л.: Наука, 1975. – 110 с.
4. Pavel Skaloud. Planktochlorella nurekis gen. et sp. nov (Trebouxiophyceae, Chlorophyta), a novel coccoid green alga carrying significant biotechnological potential [Текст] / Pavel Skaloud, Nikolay I. Bogdanov et all // Fottea. – Olomouc, 2014. – № 14(1) – С 53–62.

5. Богданов, Н. И. Микробиологические процессы и рыболовные результаты интенсивно эксплуатируемых прудов Таджикистана [Текст] / Н. И. Богданов, М. С. Эгамов. – Деп. ВИНТИ № 197-В93, 1993. – 80 с.

6. Мельников, С. С. Хлорелла: физиологически активные вещества и их использование [Текст] / С. С. Мельников, Е. Е. Мананкина. – Минск: Наука и техника, 1991. – 91 с.

7. Петросян, В. С. Предотвращение загрязнения природных водоемов цианотоксинами с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 [Текст] / В. С. Петросян, Е. А. Шувалова, В. Т. Лухтанов, В. В. Кульнев // Экология и промышленность России. – 2015. – №4. – С. 36-41.

8. Богданов, Н. И. Биологическая реабилитация водоемов [Текст] / Н. И. Богданов. – 3 изд., перераб. и доп. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 109 с.

**N. I. Bogdanov**

Penza Institute of Agriculture branch of FSBRI “Federal Research Center for Bast Fiber Crops”, Russia

### **PLANKTONIC CHLORELLA – PRIORITY AREAS OF USE**

*Chlorella* through planktonic strains has greatly expanded the possibilities of its application in various activities. The main priority areas of use are agriculture, ecological rehabilitation of water bodies, and food products for humans in the form of a drink, a concentrate or a paste. Each of these areas and planktonic strains developed for them are fundamentally new ones in the practice of using *Chlorella* in the world.

Keywords: Planktonic *Chlorella*, strains, biological rehabilitation of water bodies, genus *Chlorella*, agriculture, food products.

**Д.А. Богданова, Р.Е. Липантьев**

Казанский Государственный Энергетический Университет, Россия

### **СНИЖЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ МАЗУТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Установлено, что при сжигании сернистых мазутов, в атмосферу с дымовыми газами выбрасывается большое количество оксидов и диоксидов серы, оказывающих вредное влияние на животный и растительный мир. Изучены способы повышения эффективности сжигания мазута в топочных камерах энергетических котлов тепловых энергетических станций. Разработана технологическая схема высокотемпературного подогрева и подготовки сернистого мазута к сжиганию. Установлено, что процесс распыливания топлива в значительной степени зависит от интенсивности его дробления на отдельные капли.

Ключевые слова: мазут, оксиды серы, оксиды азота, газификация топлива.

На сегодняшний день в топливно-энергетическом балансе России мазут занимает одно из ведущих мест среди углеводородных топлив и широко используется в промышленных и коммунальных котельных, тепловых электрических станциях. Доля сжигаемого мазута составляет 20-25 % от общего количества энергетического топлива. Наметившаяся тенденция углубленной переработки нефти, вызванной необходимостью увеличения выхода из нее светлых нефтепродуктов, привела к тому, что в 2018 г. на электростанциях было сожжено свыше 120 млн. тонн сернистого мазута [1].

В энергетических мазутах содержится значительное количество асфальто-смолистых веществ и сераорганических соединений, а также находятся соединения ванадия и азота. Все выше перечисленные соединения ухудшают качественные характеристики топлива. Так, асфальто-смолистые вещества вызывают закоксовывание форсунок, повышенное содержание сернистых соединений в мазуте приводит к интенсивному развитию низкотемпературной коррозии поверхностей нагрева котлов, а в топках котлов в области высоких температур и недостаточных количествах кислорода воздуха возникает опасность высокотемпературной коррозии. Кроме того, при сжигании сернистых мазутов в атмосферу с дымовыми газами выбрасывается огромное количество оксидов и диоксидов серы, оказывающих вредное влияние на животный и растительный мир. Поэтому разработка рациональной экологически чистой технологии сжигания сернистых и высокосернистых мазутов в топках энергетических котлов является одной из актуальных проблем энергетики [2].

Применяемые в настоящее время на тепловых электрических станциях методы физической подготовки жидкого топлива, а именно его подогрев и обработка присадками, предназначены, главным образом, для повышения эффективности его сжигания в топках котлов тепловых электрических станций. Вместе с тем важные задачи, связанные с охраной окружающей среды от вредных выбросов, получением ценных химических продуктов, эффективным использованием минеральной части топлива, при данных методах топливоподготовки не решаются [3, 4].

Решение поставленной проблемы может быть достигнуто только при высокотемпературной физико-химической подготовке топлива, в процессе которой осуществляется глубокая или полная деструкция органического топлива, протекающая с разложением и трансформацией его органической части и образованием новых органических продуктов – газообразных, жидких или твердых. Известно, что глубокая деструкция достигается при процессах пиролиза или газификации. Причем для тепловых электрических станций наиболее приемлемым с экономической точки зрения методом термической подготовки топлива является его газификация [3, 4].

С целью изучения эффективности процесса газификации и снижения образования окислов азота и серы в дымовых газах энергетических предприятий была разработана технологическая схема высокотемпературного подогрева и подготовки сернистого мазута к сжиганию (рис. 1.). Повышенный подогрев мазута перед сжиганием способствует улучшению процесса его распыливания, газификации и последующего выгорания. Все эти факторы влияют на характер лучистого и конвективного теплообмена, и повышает эффективность использования жидкого топлива. Под действием подогрева до 280 °С происходит испарение и газификация мазута с образованием газообразных продуктов, сажистых и коксовых частиц. При этом обеспечиваются хорошие условия смесеобразования, стабильность горения при сниженном расходе воздуха в топке. При этом КПД котла на всех нагрузках остается в пределах нормативного значения. Организация горения высокоподогретого мазута снижает концентрацию окислов серы и азота в продуктах сгорания жидкого энергетического топлива.

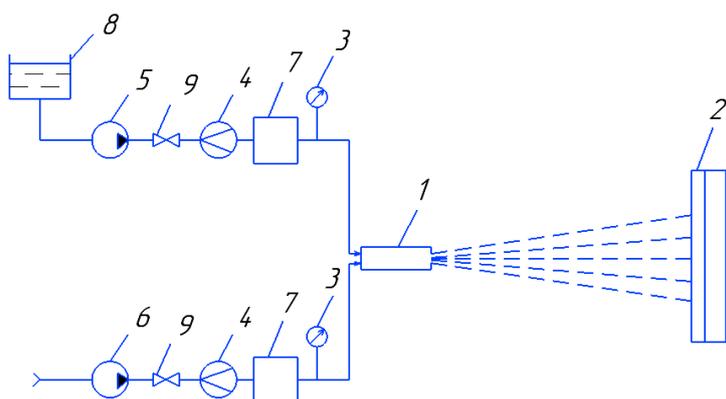


Схема установки термической подготовки сернистого мазута

- 1 – форсунка; 2 – экран; 3 – манометр; 4 – счетчик; 5 – насос; 6 – компрессор;  
7 – калорифер; 8 – топливный бачок; 9 – запорная арматура

Изучение процесса подготовки топлива проводилось на стендовой установке (рис. 1.), оборудованной форсунками с диаметрами отверстия 2, 3, 4, 6 мм для дробления мазута на капли. В качестве объекта исследования использовался мазут марки М100 полученный из нефти Ромашкинского месторождения с температурой кипения 340-390 °С. Физико-химические характеристики мазута приведены в таблице 1. Схема работает следующим образом. Мазут из топливного бачка 8 насосом 5 подается на форсунку 1. Распыливание мазута осуществляется сжатым воздухом при помощи компрессора 6. Нагрев мазута и воздуха в форсунке происходит в калориферах 7 до температуры 100°С, а их расход измеряется при помощи счетчика. Скорость подачи мазута и воздуха в форсунку регулируется с

помощью запорной арматуры. Разбрызгиваемая жидкость улавливается в чашах-сборниках, установленных на горизонтальной доске 2 с делениями через 0,1 м друг от друга по факелу распыла.

Распыл капель фотографировался и по полученным данным подсчитывался средний диаметр капли по каждой форсунке и по опыту в целом. Обработка экспериментальных данных производилась в критериальном виде.

Физико-химические характеристики мазута

Наименование показателя	Значение показателя
Кинематическая вязкость при 80°C, ВУ	13,8
Содержание серы, %	2,4
Зольность, %	0,6
Температуры вспышки, °С	142
Температура застывания, °С	20,9
Плотность при 80°C, кг/м <sup>3</sup>	918,9

По экспериментальным данным была получена критериальная зависимость для расчёта диаметра капель распыливаемого мазута в зависимости от технологических режимов распыливания мазута, то есть от количества воздуха, мазута и диаметра отверстия форсунки. С использованием анализа размерностей приведена оценка влияния технологических параметров на размер диаметра капель мазута, образовавшихся после прохождения форсунки. Результаты расчетов позволяют установить оптимальные технологические режимы распыливания мазута форсункой.

Полученные данные необходимы для повышения эффективности энерготехнологического процесса использования мазута, как энергетического топлива. Улучшение распыливания позволит максимально снизить удельный расход топлива, повысить эффективность использования тепловой энергии и коэффициент полезного действия котельного агрегата до 90-92%. Кроме того, высокотемпературная термическая топливоподготовка на тепловых электрических станциях способствует значительному снижению количества выбрасываемых в атмосферу токсичных выбросов оксидов серы и азота.

#### Литература

1. Липантьев, Р.Е., Тутубалина, В.П. Исследование работы электрических станций на сернистых и малосернистых мазутах // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2010. Вып. 7. - С. 144-147.

2. Липантьев, Р.Е., Тутубалина, В.П. Влияние сжигания сернистых мазутов на окружающую среду // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2017. Вып. 6. – С. 144-148.

3. Глухов, Б.Ф., Белосельский, В.С. Некоторые особенности распыливания высокоподогретого мазута // Теплоэнергетика. 1986. Вып. 9. - С. 36-39.

4. Таймаров, М. А., Симаков, А.В., Егоров, В.А. Расчет длины факела и интенсивности выгорания капель при сжигании мазута // Вестник Казанского технологического университета. 2011. Вып. 20. - С. 146-149.

Научный руководитель – д-р биол. наук., проф. Дыганова Роза Яхиевна; канд. техн. наук, ст. преподаватель Липантьев Роман Евгеньевич

**D. A. Bogdanova, R. E. Lipatiev**

Kazan State Energy University, Russia

### **THE REDUCTION OF HARMFUL EMISSIONS AND IMPROVING THE EFFICIENCY OF FUEL OIL COMBUSTION AT POWER PLANTS**

It was found that during the combustion of sulfur fuel oil, a large number of sulfur oxides and dioxides are emitted into the atmosphere with flue gases, which have a harmful effect on the animal and plant world. The methods of increasing the efficiency of fuel oil combustion in the combustion chambers of power boilers of thermal power plants are studied. The technological scheme of high-temperature heating and preparation of sulfurous fuel oil for combustion is developed. It is established that the process of fuel atomization largely depends on the intensity of its crushing into individual drops.

Keywords: fuel oil, sulfur oxides, nitrogen oxides, fuel gasification

**А. С. Гречина, С.В. Степанова**

Казанский национальный исследовательский технологический университет

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛОМЫ ГРЕЧИХИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ПЛЕНКИ НЕФТИ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ**

Исследована возможность использования измельченной соломы гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum*) в качестве сорбционного материала для удаления пленки нефти девонского отложения с водной поверхности. Определены ее нефтеемкость, водопоглощение, а также эффективность очистки воды от нефти при применении соломы гречихи в качестве сорбционного материала.

Ключевые слова: солома *Fagopyrum esculentum*, нефть, сорбция, удаление пленки нефти.

На сегодняшний день нефть и нефтепродукты составляют особую группу загрязнителей гидросферы. Попадание нефти и нефтепродуктов в

водные объекты приводит к катастрофическим последствиям, в результате которых страдают, как гидробионты, так и потребители воды. Найдено, что всего 1 т нефти, пролитой на поверхность воды, способна загрязнить 12 км<sup>2</sup>. Попадая в воду, нефть образует на поверхности последней пленку, что способствует, в частности, изменению гидродинамического баланса с атмосферой. В этой связи, одной из актуальнейших проблем современности является проблема очистки водных объектов и акваторий от нефтяных загрязнений.

Одним из действенных методов локализация нефтяных разливов заключается в ограничении растекания нефтяной пленки посредством использования боновых заграждений и последующего извлечения нефти, в частности, с использованием сорбентов. В качестве последних, рекомендуется использовать сорбционные материалы (СМ) синтетического, а также природного происхождения. В последнее время внимание исследователей обращено в сторону использования в качестве СМ, используемых в качестве нефтесорбентов, отходов различных производств, содержащих природные биополимеры, что значительно удешевляет процесс при сохранении эффективности. В частности, показано, что отходы от переработки сельскохозяйственного сырья (солома, кофрак, мучка, шелуха зерен и др.) [1-6] являются эффективными СМ для удаления нефти и нефтепродуктов с водной поверхности. Особенно перспективным видится использование в качестве нефтесорбентов соломы злаковых культур. Достоинствами их использования является дешевизна, доступность, ежегодный большой объем образования, эффективность использования. Показано, что солома от переработки пшеницы (*Triticum*) [7], овса (*Avena*) [8], ячменя (*Hordeum*) [9] являются эффективными сорбционными материалами для удаления многих поллютантов из водных сред, в том числе и нефти и продуктов ее переработки.

В данной статье рассматривается солома гречихи как один из видов сорбционного материала. На данный момент имеется малое количество информации об исследовании отходов от переработки гречихи в качестве сорбционных материалов для удаления загрязняющих веществ из водных объектов и сточных вод. Отходы крупяного производства гречихи (отруби, щуплое зерно, мучная пыль) используют в качестве концентрированного корма для животных и птиц. Солома гречихи по кормовым достоинствам приближается к соломе зерновых мятликовых культур (в 100 кг соломы 1800 г белка и 30 корм. ед.), однако избыток гречневой соломы в рационе животных может вызвать заболевание (выпадение шерсти у овец и рогатого скота). В состав сухой соломы гречихи посевной входят, в частности, сырой протеин – 45 г/кг, лизин – 1,22 г/кг, метионин+цистин – 1,35 г/кг, сырая клетчатка – 349,5 г/кг, биологические экстрактивные вещества – 442 г/кг и др. Наличие белков в составе соломы может способствовать сорбции ионов тяжелых металлов, а большое количество

клетчатки – нефти и продуктов ее переработки.

Первоначально исследовались основные характеристики соломы гречихи, как биосорбента, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Основные параметры соломы гречихи

Параметр	Солома гречихи
Зольность, %	0,138
Влажность, %	7,82
Суммарный объем пор по воде, см <sup>3</sup> /г	2,948
Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,111
Плавуемость, %	77,20

На втором этапе работы определены нефтеёмкость, водопоглощение и остаточное содержание нефти в воде при использовании соломы гречихи в качестве сорбционного материала (таблица 2). В качестве объекта исследования рассматривалась нефть девонского отложений Тумутукского месторождения, добытая НГДУ «Азнакаевскнефть» (Республика Татарстан). Для этого в чашки Петри наливалось по 50 см<sup>3</sup> сорбата и через 1, 5, 10, 20 и 30 мин при помощи латунного бокса сорбционный материал в количестве 1 г помещался в содержимое, извлекался и взвешивался. При имитации загрязнения воды пленкой нефти – концентрация загрязняющего вещества составила 4 г на 50 мл воды.

Как видно из данных таблицы 2, применение соломы гречихи при удалении пленки нефти с поверхности воды не позволяет произвести очистку до предельно допустимых норм. Данное обстоятельство говорит о том, что возникает необходимость гидрофобизации поверхности измельченной соломы гречихи для увеличения сорбционной емкости по отношению к нефти и продуктам ее переработки для уменьшения водопоглощения.

Таблица 2

Нефтеёмкость, водопоглощение соломы гречихи, остаточная концентрация нефти в воде при использовании соломы гречихи

Время, мин	Нефтеёмкость, г/г	Водопоглощение, г/г	Остаточная концентрация нефти, г/см <sup>3</sup>
1	5,176	8,06	3,83
5	4,97	8,0	3,03
10	5,46	7,92	2,30
20	5,52	8,45	1,37
30	6,26	7,71	0,545

#### Литература

1. Способы попадания нефти в воду. Водный баланс Земли./[Электронный ресурс].- URL: [https://studwood.ru/1148281/ekologiya/sposoby\\_popadaniya\\_nefti\\_vodu](https://studwood.ru/1148281/ekologiya/sposoby_popadaniya_nefti_vodu). (дата обращения:26.02.19)
2. Неотложные меры и методы ликвидации аварийных разливов нефти.

Справка./[Электронный ресурс].- URL: <https://ria.ru/eco/20090714/177333106.html>.(дата обращения:26.02.19)

3. Сорбционная очистка воды. /[Электронный ресурс].- URL: <https://ecoz.ru/articles/sorbcionnaya-ochistka-vody>.(дата обращения:26.02.19)

4. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Низамов Р.Х., Фридланд С.В. // Безопасность жизнедеятельности. - 2010. - № 4. – С. 28-31.

5. Кондаленко О.А., Шайхиев И.Г., Трушков С.М. // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2010. - № 5. – С. 46-50.

6. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Низамов Р.Х., Фридланд С.В. // Вестник Башкирского университета. – 2010. – т. 15. – № 2. – С. 304-306.

7. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Хасаншина Э.М., Фридланд С.В. // Вестник Башкирского университета. – 2010. – т. 15. – № 3. – С. 607-609.

8. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Трушков С.М., Абдуллин И.Ш. // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - № 13. - С. 129-135.

9. Шайхиев И.Г., Свергузова С.В. Гречина А.С. Шайхиева К.И. // Экономика строительства и природопользования. – 2018. - № 2(67). – С. 51-60.

**S.V. Stepanova, A.S. Grechina**

Kazan national research technological University, Russia

#### **THE USE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES THROUGH THE USE OF BUCKWHEAT STRAW TO REMOVE A FILM OF OIL FROM THE SURFACE OF THE WATER**

The possibility of using crushed buckwheat sowing straw (*Fagopyrum esculentum*) as a sorption material to remove a film of Devonian oil from the water surface has been investigated. Its oil capacity, water absorption, and the effectiveness of water purification from oil when using buckwheat straw as a sorption material are determined.

Keywords: straw *Fagopyrum esculentum*, oil, sorption, oil film removal.

**Д.Д. Давилин, А.В. Татарченко, О.В. Атаманова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Российская Федерация

#### **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Рассматриваются различные методы очистки воды от ионов тяжелых металлов. Обосновываются перспективы адсорбционного метода очистки воды. Намечаются пути дальнейших исследований для разработки новых адсорбционных технологий и сорбционных материалов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, адсорбция, сточные воды, очистка воды, сорбционный материал.

Большинство существующих природных водоемов содержат целый комплекс загрязняющих веществ различной природы. К ним относятся

механические частицы наносов, соли тяжелых металлов (железа, марганца и др.), разные по размерам органические молекулы (гуматы, ПАВ и др.), радионуклиды, вирусы, бактерии и др.[1]. Поэтому выбор методов водоочистки и водоподготовки зависит, прежде всего, от состава исходной воды и требований к очищенной воде.

Методами мониторинга природных водоемов речного бассейна трансграничной реки Урал установлено, что в их водах содержатся ионы тяжелых металлов (Cr, Ni, Co, Cd, Zn, Pb) в превышающих ПДК концентрациях [2].

В настоящее время существуют разные методы очистки воды от ионов тяжелых металлов. Один из таких методов – реагентный метод, при котором в водную среду вводятся специальные химические вещества, которые ускоряют процесс объединения и осаждения загрязняющих веществ. Реагентный метод основан на процессах коагуляции и флокуляции, которые позволяют удалить сформировавшиеся коллоидные частицы в хлопья и флокулы с последующим их отделением путем флотации, фильтрования или отстаивания [3].

В системах очистки сточных вод, после обработки сбрасываемых в природные водоемы, применяют электрохимические методы. Чаще всего – это электрокоагуляция, гальванокоагуляция и электрохимическая дистрикция. Основными достоинствами этих методов является отсутствие при их реализации реагентов, простота исполнения и малогабаритность установок. В качестве недостатков следует отметить недолговременность использования электродов под действием находящихся в сточных водах фосфатов, нитратов, карбонатов и др.[3-4].

Еще одним методом, позволяющим удалить из воды ионы тяжелых металлов, является ионный обмен, который представляет собой физико-химический процесс обмена ионами раствора загрязняющего вещества и поверхности твердого ионита. Этот метод позволяет удалить из водного раствора ионы многих тяжелых металлов. В качестве недостатка этого ионного метода можно назвать требование частого проведения регенерации используемых ионитов с применением специальных реагентов, являющихся токсичными химическими соединениями, которые должны храниться в особых условиях. Поэтому безопасные технологии хранения реагентов и утилизации растворов требуют дополнительных финансовых затрат [4].

При очистке сточных вод гальванических производств распространение получил метод химического осаждения примесей. При этом методе образуются и осаждаются в жидкой фазе малорастворимые кристаллические осадки с осажденными ионами загрязнений. Среди недостатков метода химического осаждения примесей стоит отметить: образующееся большое количество токсичных шламов, недостаточная

эффективность очистки воды, необходимость использования больших объемов реагентов.

Значительную популярность в настоящее время для очистки воды от ионов тяжелых металлов завоевали мембранные методы. К ним относятся: микрофльтрация, нанофльтрация, ультрафльтрация, обратный осмос и др. Наиболее широко используемыми из перечисленных методов являются ультрафльтрация и обратный осмос. Эти способы позволяют достичь достаточно высокой эффективности очистки воды от ионов тяжелых металлов, но при этом являются совсем не дешевыми в реализации [5].

Одним из самых эффективных методов очистки сточных и природных загрязненных вод, реализуемый при глубокой очистке сточных вод в химической индустрии, является метод адсорбции.

Сорбционное поглощение ионов тяжелых металлов можно применять отдельно или в комплексе с биологической очисткой [6]. Сорбционная очистка водных растворов считается наиболее эффективной, если в них присутствуют ароматические соединения, непредельные углеводороды, неэлектролиты или слабые электролиты, гидрофобные вещества или алифатические соединения.

В зарубежных странах в настоящее время все больше стараются заменять громоздкие биологические сооружения значительно более малогабаритными адсорбционными установками, позволяющими обеспечить очистку воды, как на этапе водоподготовки, так и очистку сточных вод промышленных предприятий.

Практика показала, что сорбционный способ позволяет обеспечить практически полную очистку стоков от многих тяжелых металлов в растворах. Это явное преимущество в сравнении с другими регенерационными методами [7].

Метод сорбционной очистки воды обладает наиболее высокой эффективностью при малой концентрации примесей в воде, т.е. в тех случаях, когда реализация других методов экономически нецелесообразна.

Сущность адсорбционного метода состоит в концентрировании примесей загрязняющих веществ, содержащихся в воде, на поверхности твердого адсорбента. Адсорбционный метод может использоваться как самостоятельный для глубокой очистки воды в системах оборотного водоснабжения.

Сорбционная очистка воды обычно производится в одну или несколько ступеней, которые включаются в работу последовательно. Многоступенчатые установки делают возможной поочередную регенерацию каждой ступени вплоть до полного использования сорбционной емкости каждой из ступеней. Это позволяет снизить удельный расход сорбционного материала на единицу извлеченного из сточных вод загрязняющего вещества, что дает возможность снижения себестоимости технологического процесса очистки воды.

Известно [2-4], что ежегодно нескольких десятков тысяч тонн тяжелых металлов, которые попадают в природные водоемы вместе со сточными водами различных производств, наносят существенный ущерб не только экономике, но и экологии нашей страны, одновременно отравляя до 500 км<sup>3</sup> природных водоемов при суммарном годовом стоке рек, составляющем 4500 км<sup>3</sup>. Наиболее опасны ионные и комплексные формы тяжелых металлов, которые целесообразно извлекать из воды методами адсорбции и ионного обмена [6, 7].

Сорбционный метод очистки природных загрязненных и сточных вод от ионов тяжелых металлов в настоящее время реализуется с применением разных сорбционных материалов: бруситов, глауконитов, бентонитов результатов переработки разных отходов производства [8].

Для обеспечения сорбционной, ионообменной очистки воды важную роль играет оптимизация работы фильтрационных установок. При этом особое место в конструкции фильтров занимают фильтрующие загрузки из сорбционных материалов, в числе которых все более популярными становятся природные минералы из-за меньшей стоимости и доступности добычи [8-9].

Таким образом, проведенный анализ существующих методов очистки воды позволяет наметить пути дальнейших исследований и сформулировать следующие **выводы**:

- актуальным является поиск и изучение новых природных сорбционных материалов, а также совершенствование существующих технологий адсорбционной очистки воды от ионов тяжелых металлов путем внедрения сорбционных процессов, способных максимально повысить эффект очистки природных загрязненных и сточных вод;
- коллективу ученых кафедры экологии ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» на базе НОЦ «Промышленная экология» в рамках научного проекта Госзадания МОиН РФ по заявке № 5.3922.2017/ПЧ представляется целесообразным дальнейшее продолжение научной работы по разработке и изучению перспективных сорбционных материалов на основе модифицированных природных минералов для обеспечения качественной очистки воды от ионов тяжелых металлов и тем самым минимизации антропогенного негативного воздействия на окружающую среду.

#### Литература

1. Алексеев, С.К. Контроль качества воды: учебник / С.К. Алексеев. – М.: Инфра-М, 2004. – 154 с.
2. Атаманова, О.В. Экологический мониторинг состояния поверхностных вод трансграничного бассейна реки Урал / О.В. Атаманова, Р.Н. Толеуова, А.К. Кайырлы // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты

окружающей среды: сб. докл. – Белгород-Алушта: БГТУ имени В.Г. Шухова, 2018. –Ч. 1- С.8-15.

3. Гетманцев, С.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С.В. Гетманцев, И.А. Нечаев, Л.В. Гандурина. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2008. – 272 с.

4. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов // Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2006. – 704 с.

5. Никифорова, Л.О. Влияние тяжелых металлов на процессы биохимического окисления органических веществ / Л.О. Никифорова, Л.М. Белопольский. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 78 с.

6. Истрашкина, М.В. Особенности адсорбции ароматических аминосоединений на различных вариантах модифицированного бентонита / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2016. - Т. 18. - № 2(2). - С. 381-384.

7. Истрашкина, М.В. Эффективность многокомпонентного адсорбционного фильтра по отношению к органическим соединениям с различной способностью к ионизации в водной среде (на примере о-толуидина, гидрохинона и п-динитробензола) / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, Н.В. Веденеева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. - Т. 18. - № 2(3). - С. 687-691.

8. Косарев, А.В. Кинетика адсорбции 2-метиланилина модифицированным бентонитом при очистке сточных вод / А.В. Косарев, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова, М.В. Истрашкина // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. - № 3 (75). – С. 24-31.

9. Истрашкина, М.В. Применение фильтрующих загрузок в системах водоотведения для очистки сточных вод / М.В. Истрашкина, О.В. Атаманова, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. - 2017. - Т. 17. - № 5. - С. 149-152.

**D.D. Davilin, A.A. Tatarchenko, O.V. Atamanova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russian Federation

#### **ANALYSIS OF EXISTING WATER TREATMENT METHODS FROM IONS OF HEAVY METALS**

Various methods for purifying water from heavy metal ions are considered. The prospects of the adsorption method of water purification are substantiated. There are plans for further research to develop new adsorption technologies and sorption materials.

Keywords: heavy metals, adsorption, wastewater, water purification, sorption material.

**О.С. Калиев**

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Главное управление МЧС России по Волгоградской области

В статье рассмотрена конструкция нового пылеуловителя – трубчатого осадителя, представлены экспериментальные данные по определению общего перепада давлений на устройстве.

Ключевые слова: пылеуловитель, пыль, трубчатый пылеосадитель, давление

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Борьба с производственной горючей пылью на предприятиях представляет одну из важнейших задач по предотвращению пожаров на производстве. Горючая пыль является проблемой для многих отраслей промышленности: в горнодобывающей промышленности (добыча угля, металлических руд и др.), в пищевом и машиностроительном производстве, сельском хозяйстве и многих других. Наибольшую опасность представляет собой горючая пыль, находящаяся в состоянии аэрозвеси.

Для борьбы с пылью в производстве используются системы аспирации, главным элементом которых является пылеуловитель. Существуют пылеуловители различных типов: инерционные, циклонные, фильтры, электрофильтры и мокрые пылеуловители [1].

В связи с опасностью возникновения взрывов инерционные пылеуловители используются ограничено, однако принципы инерционного осаждения могут быть использованы для создания более совершенных конструкций, применимых для взрывоопасных производств.

Для обработки пылевоздушных потоков с горючей пылью была предложена конструкция нового пылеуловителя – трубчатого пылеосадителя – рисунок 1 [2].

Трубчатый пылеосадитель работает следующим образом. Запыленный газ поступает в устройство через нижний входной патрубок 9, поднимается по трубкам 12, 13, 14, 15, закрепленными в перфорированных дисках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Благодаря расположению трубок, укрепленных в каждой последующей паре перфорированных дисков, запыленный поток изгибается, частицы пыли активно соударяются со стенками трубок и друг другом, коагулируют и оседают. После чего очищенный воздух выходит через верхний выходной патрубок.

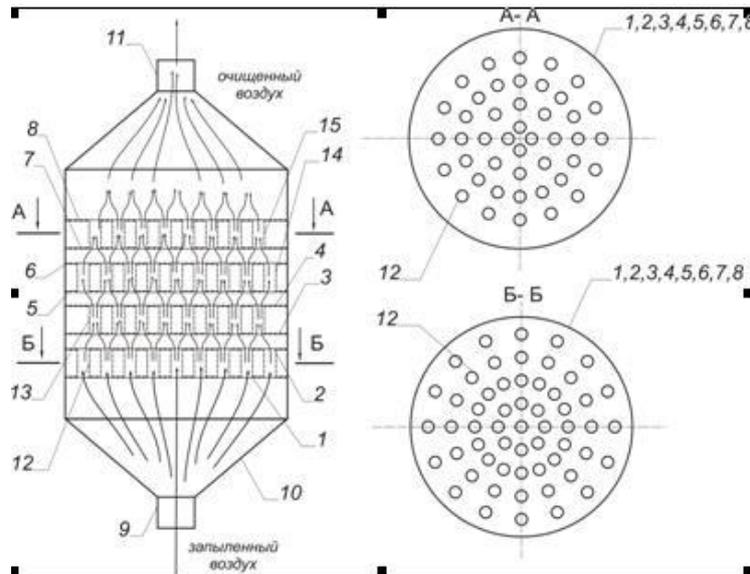


Рис. 1. Схема трубчатого пылесадителя:  
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – перфорированные диски; 9 – входной патрубки; 10 - корпус;  
 11 – патрубок выхода очищенного газа; 12, 13, 14, 15 – трубки.

Основным недостатком представленного пылеуловителя является создаваемое гидравлическое сопротивление, поэтому были проведены эксперименты с целью определения создаваемого перепада давления. Для проведения экспериментов были разработаны кассеты трубчатого пылесадителя, которые были установлены в модульную фильтровальную установку (МФУ) [2, 3, 4]. Результаты замеров давления пустой МФУ, синтетического фильтра и трубчатого пылесадителя представлены в виде графических зависимостей на рисунке 2.

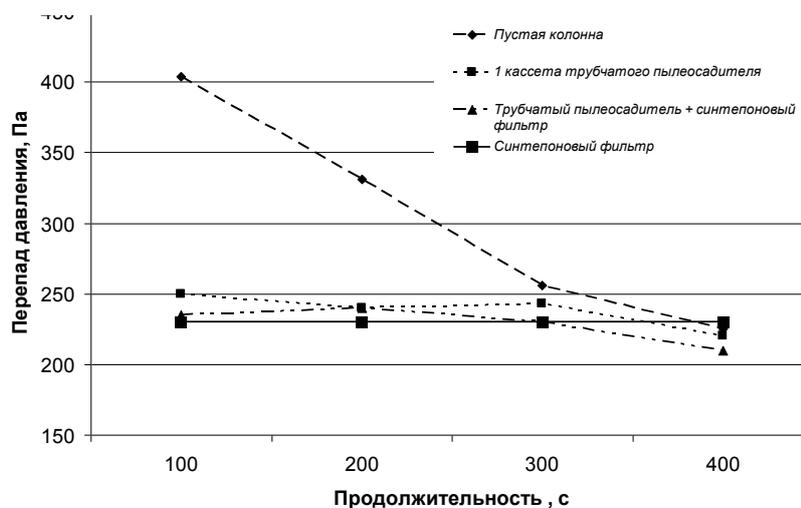


Рис. 2. Перепад давлений на различных пылеулавливающих устройствах

Как видно, общий перепад давлений через какое-то время снижается, а потом становится незначительно выше, чем перепад давлений в пустой колонне. При этом эффективность пылеулавливания составляет порядка 70 % и может быть повышена за счет подбора диаметра трубок и количества трубок в кассете.

Таким образом, предложенный трубчатый пылесадитель позволяет повысить качество очистки воздуха за счет коагуляции и укрупнения частиц, сэкономить производственные площади, увеличить ресурс работы фильтра в двухступенчатых системах пылеулавливания.

#### Литература

1. Швыдкий, В.С. Очистка газов [Текст] : справ. изд./ В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев. – М.: Теплоэнергетик, 2002. - 640 с.
2. Заявка на патент на изобретение № 2018112128 «Трубчатый пылесадитель» 3.04.2018. - [http://www1.fips.ru/fips\\_serv1/fips\\_serv1e](http://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_serv1e)
3. Разработка новых конструкций сухих огнепреградителей для производств, связанных с образованием и обращением горючих аэрозолей / Водолага Т.М., Романюк Е.В. // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам IX Всерос. науч.- практ. конф. курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с междунар. уч. 19 апр. 2018 г. Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – Воронеж, 2018 - с. 65-67.
4. Романюк, Е.В. Совершенствование систем аспирации с использованием комбинированных фильтровальных структур: монография / Е. В. Романюк, Н.В. Пигловский, Ю.В. Красовицкий, Д.В. Каргашилов. – Воронеж, 2015. – 201 с.

O.S. Kaliev

#### **IMPROVEMENT OF INERTIAL DUST COLLECTORS FOR EXPLOSIVE INDUSTRIES**

Annotation: the article considers the design of a new dust collector – tubular precipitator, presents experimental data to determine the total pressure drop on the device.

Keywords: dust collector, dust, tubular dust collector, pressure

**А.В. Косарев, О.В. Атаманова, Е.И. Тихомирова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «БЕНТОНИТ- НЕИОННЫЙ МОДИФИКАТОР» В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООЧИСТКИ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Приведены результаты модельного исследования процесса модификации алюмосиликатов с помощью неионных ПАВ. Получены выражения для плотности вероятности состояния системы до и после модификации, а также термодинамических функций этого процесса - энтропии работы модификации. Установлен вид выражения для величины адсорбции модификатора на алюмосиликате как функции структурного фактора.

Ключевые слова: адсорбция, алюмосиликаты, неионный модификатор, математическое моделирование

Композиционные адсорбенты на основе природных алюмосиликатов, модифицированных добавками минеральных либо органических соединений являются в настоящее время эффективным средством водоочистки, что обуславливает их применение в решении круга водохозяйственных задач [1]. Цель нашей работы - построить математическую модель, характеризующую влияние структурного фактора на изменение термодинамических характеристик алюмосиликатного адсорбента вследствие его модификации неионным ПАВ.

Рассмотрим образец алюмосиликата, имеющего слоистую структуру. Пусть в единице объема  $dV$  такого образца содержится  $n$  частиц, упорядоченных с некоторым смещением относительно системы вертикальных осей, размещенных с периодом  $a$  вдоль грани образца (рис. 1). Величина расстояния  $\Delta d_i$  между точкой сечения частицы осью и центром  $i$ -той частицы задается соотношением:

$$\Delta d_i = \sqrt{(\Delta x_i)^2 + (\Delta y_i)^2 + (\Delta z_i)^2}, \quad (1)$$

где  $\Delta x_i$ ,  $\Delta y_i$ ,  $\Delta z_i$  - разности между координатами точки сечения  $i$ -ой частицы осью и координатами центра частицы. Тогда параметр  $\chi$ , характеризующий общее относительное отклонение всех  $n$  частиц, составляющих стопку, можно выразить так (рис. 1):

$$\chi = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta d_i}{d}, \quad (2)$$

где  $d$  – длина расстояния между краем угла частицы и ее центром симметрии. Пусть функция плотности распределения  $\chi$  в объеме материала имеет вид

$$p_\chi = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^{3/2} \sigma_a \sigma_b \sigma_c} \exp \left[ - \left( \left( \frac{\chi - \chi_a}{\sigma_a} \right)^2 + \left( \frac{\chi - \chi_b}{\sigma_b} \right)^2 + \left( \frac{\chi - \chi_c}{\sigma_c} \right)^2 \right) \right], \quad (3)$$

где  $\chi_a = \frac{a}{\lambda}$  (4),  $\chi_b = \frac{b}{\lambda}$  (5),  $\chi_c = \frac{c}{\lambda}$  (6)

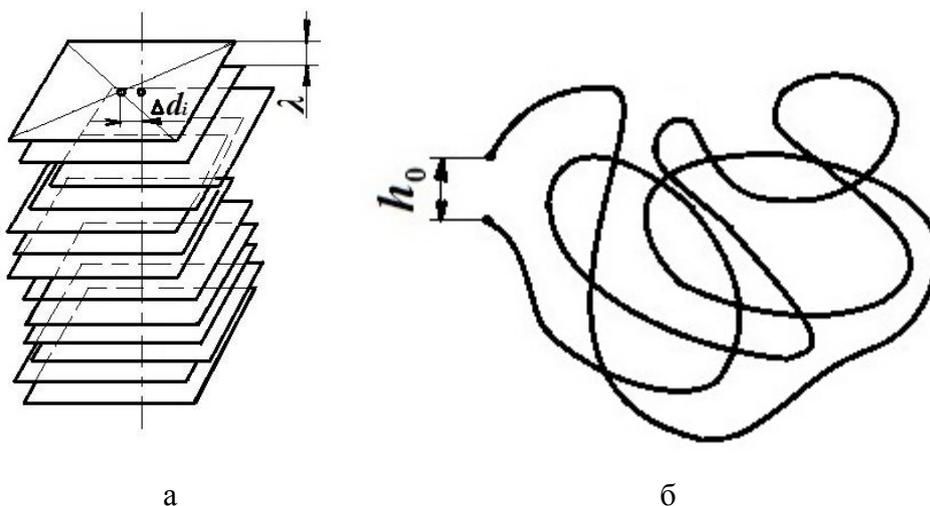


Рис. 1. Структура компонентов адсорбционной системы до модификации (а – слоистая структура алюмосиликата, б – макромолекула неионного ПАВ)

Здесь  $a, b, c$  – линейные размеры образца,  $\lambda$  – расстояние между двумя частицами алюмосиликата в стопке;  $\sigma_a, \sigma_b, \sigma_c$  – дисперсия разброса значений  $\chi$  вокруг своего математического ожидания по направлениям  $a, b, c$  соответственно. Плотность  $p_n$  вероятности взаимодействия  $n$  частиц в стопке составит:

$$p_n = n\chi \frac{d}{\lambda^2}, \quad (7)$$

Тогда плотность  $p_1$  вероятности состояния алюмосиликатной системы до модификации определяется соотношением:

$$p_1 = p_\chi p_n, \quad (8)$$

С учетом выражений (7)–(8) получаем, что энтропия системы «алюмосиликат-неионный ПАВ» до модификации составляет:

$$s_1 = k \ln p_\chi p_n + k \frac{h_0^2}{h_{0\max}^2} \ln N \quad (9)$$

Рассмотрим теперь систему «алюмосиликат-неионный ПАВ» после модификации. Молекулы ПАВ при этом проникают в межслоевое пространство структуры алюмосиликата, модифицируя его структуру, так что образуются отдельные ассоциаты частиц алюмосиликата, окруженные

молекулами неионного ПАВ [2]. В таком случае величиной параметра порядка, характеризующей изменение структуры системы, является отношение  $\alpha$  расстояния между соседними частицами алюмосиликата до модификации ( $\lambda$ ) и после модификации ( $\Lambda$ ) неионным ПАВ:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\Lambda}, \quad (10)$$

Изменение величины плотности вероятности состояния как функции величины  $\alpha$  в процессе модификации структуры алюмосиликата неионным модификатором, характеризуется уравнением:

$$\frac{dp}{d\alpha} = -p_0, \quad (11)$$

где  $p_0$  – плотность вероятности алюмосиликатной системы до модификации. Энтропия системы «алюмосиликат-неионный ПАВ» после модификации составляет:

$$s_2 = k \ln p_0(1-\alpha) - k \frac{h_{0,mod}^2}{h_0^2} \ln n \quad (12)$$

Тогда изменение энтропии системы вследствие модификации  $\Delta S_M$  можно выразить следующим образом:

$$\Delta S_M = k \ln \frac{p_0(1-\alpha)}{p_\chi p_n} - k \frac{h_{0,mod}^2}{h_0^2} \ln n - k \frac{h_0^2}{h_{0,max}^2} \ln N \quad (13)$$

В условиях равномерного заполнения объема алюмосиликата микроассоциатами «алюмосиликат-неионный ПАВ» одинакового размера имеет вид выражение для энтропии образца алюмосиликата:

$$\Delta S_M = RV \left( \ln \frac{p_0(1-\alpha)}{p_\chi p_n} - \frac{h_{0,mod}^2}{h_0^2} \ln n - \frac{h_0^2}{h_{0,max}^2} \ln N \right), \quad (14)$$

где  $V$  – объем образца,  $R$ - универсальная газовая постоянная.

Величина работы модификации  $\Delta A_M$  в изохорно-изотермических условиях составит:

$$\Delta A_M = -T\Delta S_M, \quad (24)$$

где  $T$ - температура.

Работа в преобладании фактора понижения поверхностного натяжения в системе «алюмосиликат-неионный ПАВ» при взаимодействии данных компонентов близка к работе  $\Delta A$  адсорбции, откуда следует [12]: описываемой соотношением:

$$\Gamma = \frac{\Delta\sigma\Delta v}{\Delta A}, \quad (25)$$

где  $\Delta v$  – количество адсорбированного неионного ПАВ,  $\Delta\sigma$  – изменение поверхностного натяжения при адсорбции,  $\Gamma$ -величина адсорбции, т.е. количество адсорбированного в расчете на единицу площади адсорбента.

Итак, разработанная модель учитывает роль структуры алюмосиликата и неионного ПАВ в формировании микрочастиц композиционного состава, образующихся при взаимодействии данных компонентов. Установлено, что величина адсорбции молекул данного модификатора на частицах алюмосиликата возрастает с увеличением расстояния между микрочастицами, а также с увеличением длины молекулы модификатора. Предложенная модель актуальна для решения круга задач водопользования и промышленной экологии, связанной с очисткой промышленных вод от органических токсикантов.

Исследования проводились на базе НОЦ «Промышленная экология» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» в рамках научного проекта Госзадания МОиН РФ по заявке № 5.3922.2017/ПЧ.

#### Литература

1. Трифонова М.Ю. и др. Структурно-сорбционные свойства природных и модифицированных катионными ПАВ слоистых силикатов с жесткой структурной ячейкой / М.Ю. Трифонова, Ю.И. Тарасевич, С.В. Бондаренко, С.А. Доленко, З.Г. Иванова, А.И. Жукова // Химия и технология воды, 2008, т. 30, №3.-С. 293-303

2. Косарев А.В. и др. Кинетика адсорбции 2-метиланилина модифицированным бентонитом при очистке сточных вод /А.В.Косарев, О.В.Атаманова, Е.И.Тихомирова, М.В.Истрашкина // Вода и экология: проблемы и решения. – 2018. – № 3 (75). – С. 24-31

**A.V. Kosarev, O.V. Atamanova, E.I. Tihomirova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

#### **STRUCTURAL-CHEMICAL MODEL "BENTONITE-NONIONIC MODIFIER" IN SOLVING THE PROBLEMS OF IMPROVING THE WATER PURIFICATION EFFICIENCY FROM ORGANIC COMPOUNDS**

The results of model studies aluminosilicates modification process using non-ionic surfactants. The expressions for the probability density of the state of the system before and after the modification as well as the thermodynamic functions of the process - entropy modification work are come into. The type of expression for the adsorption modifier value on aluminosilicates as a function of the structure factor is established.

Keywords: adsorption, aluminosilicates, nonionic surfactant, mathematical modeling

И.С. Кошелева<sup>1</sup>, А.М. Дымо<sup>1</sup>, М.В. Каневский<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Россия

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН», Саратов, Россия

## КОНВЕРСИЯ РУТИНА И КВЕРЦЕТИНА В ДИНАМИКЕ РОСТА *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* Sp 7

Работа посвящена изучению способности почвенного микроорганизма *A. brasilense* Sp7 к модификации флавоноидов кверцетина и рутина. В ходе исследования проводилась оценка динамики роста бактериальной культуры в присутствии флавоноидов и определение наличия продуктов модификации методом тонкослойной хроматографии.

Ключевые слова: рутин, кверцетин, *Azospirillum brasilense* Sp7

В процессе жизнедеятельности растения синтезируют широкий спектр соединений, среди которых различают вещества первичного и вторичного обмена. Вторичные метаболиты не участвуют в ключевых процессах, протекающих в растительном организме (рост и развитие, дыхание, фотосинтез, синтез белка, нуклеиновых кислот и липидов, репродукция), но выполняют ряд важных функций (участие в окислительно-восстановительных процессах, взаимодействие растений с окружающей средой, защита от болезнетворных агентов и привлечение симбиотической микрофлоры).

Среди многообразия вторичных метаболитов флавоноиды являются наиболее многочисленной и значимой группой соединений. Это вещества фенольной природы, представленные широким разнообразием структурных форм. Флавоноиды попадают в почву с корневыми выделениями и отмершими остатками растений. На содержание флавоноидов в почве влияет множество факторов, в том числе и активность почвенных микроорганизмов. Известно, что некоторые представители почвенных бактерий способны модифицировать флавоноиды, тем самым влияя на их растворимость и, как следствие, подвижность в почве [1-4]. Однако в современной литературе практически отсутствует информация о способности бактерий рода *Azospirillum* к модификации и деградации флавоноидов.

В настоящей работе была исследована способность *A. brasilense* Sp7 к конверсии флавоноидов – кверцетина и рутина.

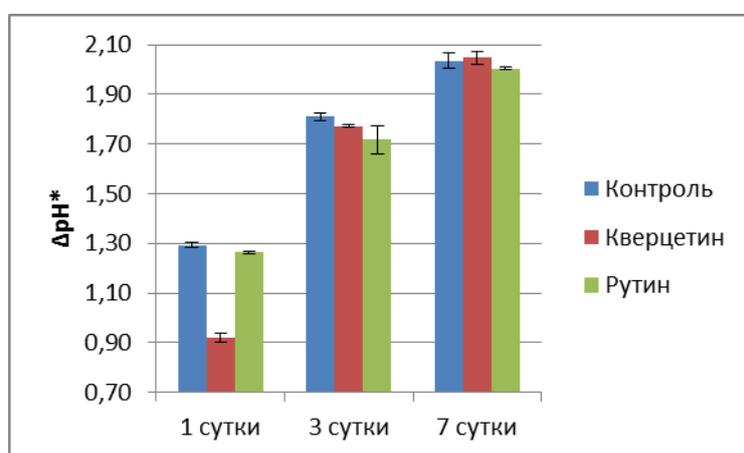
Культивирование *A. brasilense* Sp7 проводилось на богатой среде LB[5]. Флавоноиды растворяли в диметилформамиде (ДМФА) и добавляли в среду выращивания после стерилизации, до внесения инокулята. Рутин

вносили в среду для достижения конечной концентрации 75 мкг/мл, кверцетин – 37.5 мкг/мл [6].

*A. brasilense* Sp7 растили в течение 1, 3, 7 суток в присутствии флавоноидов (опытный образец) и без него (контроль).

Об интенсивности роста культуры можно судить по изменению показателя рН культуральной жидкости (КЖ), поскольку известно, что в ходе роста азосприлил происходит защелачивание среды [7].

Эксперимент по исследованию динамики роста *A. brasilense* Sp7 на среде с добавлением кверцетина показал, что  $\Delta$ рН опытной культуры был достоверно ниже после первых суток культивирования, а уже к третьим суткам показатели контроля и опыта выравнивались (Рисунок). Из этого можно сделать предположение, что в присутствии кверцетина рост культуры затормаживается на начальных этапах, но в дальнейшем восстанавливается до контрольных значений.



Динамика изменения рН культуральной жидкости *A. brasilense* Sp7 при культивировании в присутствии флавоноидов

\*Примечание: Результаты представлены в виде разницы между значениями рН среды после и до выращивания бактерии

При внесении рутина в среду на первых и третьих сутках наблюдаются более низкие показатели  $\Delta$ рН КЖ по сравнению с контролем, что свидетельствует о незначительном торможении роста культуры. При дальнейшем культивировании наблюдается возрастание  $\Delta$ рН КЖ и достижение значений достоверно не отличающихся от контроля (Рисунок 1). Это свидетельствует о более интенсивном росте культуры в присутствии рутина по сравнению с кверцетином.

Исследование культуральной жидкости на наличие флавоноидов и продуктов их модификации проводилось с помощью тонкослойной хроматографии (ТСХ). В качестве неподвижной фазы использовались пластинки силуфола на алюминиевой подложке. Элюентом служила смесь гексана, этилацетата и ацетона в соотношении 3:1:1.

На слой сорбента наносили полученные образцы (этилацетатные

экстракты фенольных соединений), а также растворы рутина, кверцетина и фенилуксусной кислоты (кверцетин и фенилуксусную кислоту предварительно растворяли в этилацетате, рутин – в ацетоне). Край пластинки погружали в элюент, который находится на дне герметично закрываемой стеклянной камеры. Для проявления хроматограммы после завершения процесса пластинку высушивали и помещали в камеру, наполненную парами I<sub>2</sub> на 30 секунд, а затем обрабатывали водой.

По появлению новых пятен на хроматограмме делали вывод о появлении в экстрактах продуктов модификации флавоноидов.

Методом ТСХ было установлено, что в ходе роста культуры *A. brasilense* Sp7 в присутствии кверцетина происходит модификация флавоноида. Аналогичные результаты были получены при культивировании *A. brasilense* Sp7 в присутствии рутина.

С увеличением продолжительности роста бактерий наблюдалось снижение остаточного количества исходных флавоноидов и возрастание количества фракций веществ по результатам.

Качественный состав продуктов модификации флавоноидов в экстрактах изменялся со временем. В экстрактах присутствовали продукты, которые обнаруживаются на протяжении всех суток культивирования, а также продукты, которые присутствовали лишь на отдельных этапах роста.

Таким образом, установлено, что бактерии *A. brasilense* Sp7 способны модифицировать флавоноиды кверцетин и рутин. В процессе роста образуется широкий спектр соединений, продуктов конверсии флавоноидов.

Дальнейшее исследование даст ответ на вопрос возможности использования азоспирилл для биоремедиации почв от соединений полифенольной природы.

#### Литература

1. Degradation of (+)-catechin by *Acinetobacter calcoaceticus* MTC 127 / M.Arunachalam [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*. 2003. V. 1621, №. 3. P. 261-265.
2. Hopper, W. Degradation of catechin by *Bradyrhizobium japonicum* / W. Hopper, A. Mahadevan // *Biodegradation*. 1997. V. 8, №. 3. P.159-165.
3. Pillai, B.V.S. Elucidation of the flavonoid catabolism pathway in *Pseudomonas putida* PML2 by comparative metabolic profiling / B.V.S. Pillai, S.Swarup // *Applied and environmental microbiology*. 2002. V. 68, №. 1. P.143-151
4. Krumholz, L. R. *Eubacterium oxidoreducens* sp. nov. requiring H<sub>2</sub> or formate to degrade gallate, pyrogallol, phloroglucinol and quercetin/ L.R.Krumholz, Bryant M. P. // *Archives of microbiology*. 1986. V. 144, №. 1. P. 8-14.
5. Bertani, G. Studies on lysogenesis. The mode of phage liberation by lysogenic *Escherichia coli* / G. Bertani // *J. Bacteriol.* 1951. Vol.62. P. 293-300.
6. Особенности физико-химических и антигенных свойств гликополимеров поверхности *A. brasilense* Sp7 и Sp245 при выращивании в присутствии флавоноидов /

А.А. Петрунина [и др.] // Известия. Саратовского университета. Новая серия. 2014. Т. 14. Сер. Химия. Биология. Экология. вып. 4. С. 83-88.

7. Döbereiner, J. Associative symbioses in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites / J. Döbereiner, J.M. Day // Proceedings of the 1st international symposium on nitrogen fixation. Washington State University Press Pullman, 1976. V. 2. P. 518-538.

8. Методы практической биохимии / Б. Уильямс [и др.](ред.)// Пер. с англ. Мир. 1978. 392 с.

**I.S. Kosheleva<sup>1</sup>, A.M. Dymo<sup>1</sup>, M.V. Kanevskiy<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Saratov State University, Saratov, Russia

<sup>2</sup> Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

### **CONVERSION OF QUERCITIN AND RUTIN BY *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* SP 7 IN GROWTH DYNAMICS**

This study is devoted to the study of the ability of soil microorganism *A. brasilense* Sp7 to modify flavonoids quercetin and rutin. The study is assessed to the growth dynamics of the bacterial culture in the presence of flavonoids and the determination of the presence of products of flavonoid modification by thin layer chromatography.

Keywords: rutin, quercetin, *Azospirillum brasilense* Sp7

**Э.Н. Муллагалева, Р.Е. Липантьев**

Казанский государственный энергетический университет

### **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ И ПУТЕЙ ПОДАВЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ШУМА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ**

Работа посвящена исследованию образования и возможных путей подавления шума при выбросах пара на энергетических объектах. Установлено, что природа возникновения аэродинамического шума не колебания твердых тел, а звук, который, возникает в результате взаимодействия паровоздушного потока с окружающей средой. Для снижения шума, создаваемого выбросами пара на энергетических предприятиях предположено использование системы активного шумоподавления.

Ключевые слова: шум, шумоглушитель, интерференция звука, активный шумоглушитель

Снижение интенсивности производственных шумов на вновь возводимых и действующих объектах энергетики относят к числу основных задач обеспечения санитарно-гигиенических требований и норм при их строительстве и эксплуатации. Воздействие шума отрицательно влияет на производительность труда и здоровье людей. Акустические

обследования объектов энергетики показывают, что в числе основных источников шума, определяющих шумовой режим на промышленной площадке и прилегающей к ней территории является шум, создаваемый выбросами пара. Проблема снижения шума данного типа частично решается с помощью применения специальных глушителей, которые достаточно эффективно уменьшают уровень звукового давления на высоких частотах, но при этом имеют ограниченные возможности в низкочастотной области спектра. В связи с чем, исследования интенсификации процессов звукопоглощения являются актуальной задачей обеспечения техносферной безопасности [1, 2].

Известно, что надежная эксплуатация котельных агрегатов энергетических предприятий связана с необходимостью выброса пара в атмосферу при продувках, срабатывании предохранительных клапанов и других производственных операциях. Создаваемый при этом шум определяется пульсациями давления паровой струи, связанными с колебаниями скорости на границе смешения струи с окружающим воздухом, взаимодействием между скачками уплотнения и турбулентными пульсациями. Перепады давлений на срезе выхлопных патрубков превышают критические значения и струя пара, вытекающая из трубопровода с избыточным давлением, начинает расширяться и перерасширяться, вследствие чего происходит увеличение скорости пара до сверхзвуковых значений. После достижения струей выходного сечения паропровода происходит интенсивное смешение истекающего пара с окружающим воздухом, при котором начинается основная генерация шума, с уровнями звука существенно превышающими нормативные значения [2, 3].

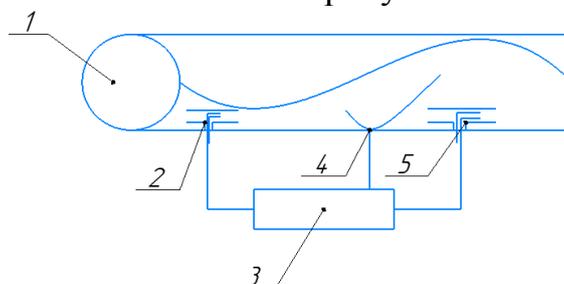
Анализ теоретических и экспериментальных работ в области шумоглушения на энергетических объектах показал, что шум выбросов пара относится к аэродинамическим шумам. Его природа возникновения – не колебания твердых тел, а звук, который, возникает в результате взаимодействия паровоздушного потока с окружающей средой. Струйки газа, хаотически сталкиваясь, создают сжатия и расширения физически малых объемов. Их колебательные движения и являются источником звуковых волн, величина акустической мощности которых может быть представлена в виде волнового уравнения Лайтхилла:

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - c_0^2 \frac{\partial^2 \rho}{\partial x_i^2} = \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{\partial F_i}{\partial x_i} + \frac{\partial^2 T_{ij}}{\partial x_i \partial x_j}$$

где  $\rho$  – плотность среды,  $c_0$  – скорость распространения звука,  $Q$  – производительность трубопровода за единицу времени на единицу объема,  $F_i$  – массовая сила на единицу объема.

Члены в левой части уравнения являются волновым уравнением и описывают распространение звуковой волны в покоящейся среде. Правая часть уравнения характеризует источники звукового потока. Известные

методы снижения уровня звукового давления базируются на изменении характеристик источника шума, одним из которых является применение активных шумоглушителей, механизм работы которых основан на создании звуковых волн, находящихся в противофазе с волнами, создаваемыми основным источником шума [4, 5]. Принципиальная схема активного шумоглушителя показана на рисунке.



Принципиальная схема активного шумоглушителя

1 – источник шума; 2 – микрофон для анализа спектра шума; 3 – прибор контроля сигналов; 4 – громкоговоритель; 5 – микрофон для корректировки сигнала

Как правило, в спектре шума выбросов пара преобладающей является первая гармоника с наибольшей амплитудой и для достижения максимального эффекта ослабления уровня звука при работе такого глушителя, с помощью громкоговорителя создаются волны в противофазе с шумом источника, амплитуды которых при наложении становятся равными нулю. Это достигается с помощью процессора, который получает сигналы от микрофонов, которые находятся сразу после громкоговорителя. При этом глушитель активного типа не создает дополнительного сопротивления и может снижать шум в запыленном и агрессивном потоке газов, что является несомненным его преимуществом по сравнению с глушителями пассивного типа [3-5]. Детальное изучение особенностей активного звукоподавления в системах шумоглушения на энергетических объектах позволит повысить эффективность данных мероприятий и уменьшит уровень звукового давления до нормативных значений.

#### Литература

1. Тупов В.Б. Снижение шума от энергетического оборудования. М.: Издательство МЭИ. 2005. – 232 с.
  2. Литвиненко С.А. Мониторинг шумового загрязнения индустриального центра / Мир науки, культуры, образования. 2009. №1(13). С. 15-16
  3. Аношкин Д.В., Васильев А.В. Непрерывный мониторинг производственного шума и вибрации в рамках автоматизированной системы управления охраной труда / Безопасность труда в промышленности. М.: 2011.- N12. – с. 69-72
  4. Марченко М.Е., Пермяков А.Б. Современные системы шумоглушения при сбросах больших потоков пара в атмосферу // Теплоэнергетика. 2007. №6. С. 34-37.
  5. Киселев Н.П., Запрягаев В.И., Губанов Д.А. Влияние вихрегенераторов на диаграмму направленности акустического излучения сверхзвуковых струй // Ученые записки ЦАГИ. – 2014. – Т. 45, 2. – С. 107-117
- Научный руководитель – канд. техн. наук, Липантьев Роман Евгеньевич

**E.N. Mullagaleeva, R.E. Lipantiev**

Kazan State Power Engineering University

### **STUDYING THE FEATURES OF FORMATION AND WAYS TO SUPPRESS THE AERODYNAMIC NOISE ON ENERGY FACILITIES**

The work is devoted to the study of education and possible ways to suppress noise during steam emissions at power facilities. It has been established that the nature of the occurrence of aerodynamic noise is not oscillations of solids, but the sound that arises as a result of the interaction of the vapor-air flow with the environment. To reduce the noise generated by steam emissions at power plants, the use of an active noise cancellation system has been proposed.

Keywords: noise, silencer, sound interference, active silencer

**Е.В. Плешакова, К.Т. Нгун, И.Е. Романов, М.В. Решетников**

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

### **ВЫЯВЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ПОВЫШЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА**

Изучена способность восьми микробных штаммов, выделенных из урбаноземов г. Медногорска с высоким уровнем магнитности, к окислению Fe (II) в жидкой среде в условиях периодического культивирования. Отобраны два штамма, отличающиеся максимальными показателями роста и высокой железooksисляющей активностью. Штаммы идентифицированы как *Bacillus megaterium* 69.3 и *B. megaterium* 69.5.

Ключевые слова: микроорганизмы, окисление железа, прирост биомассы, очистка воды

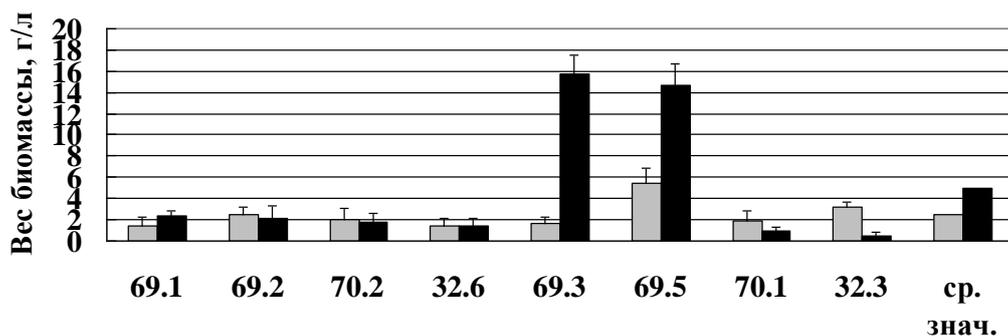
Во всем мире достаточно остро стоит проблема качества питьевой воды, загрязнение которой в основном происходит из-за антропогенных факторов. Железо является одним из приоритетных загрязнителей воды, т.к. его техногенное накопление в окружающей среде идет высокими темпами [1]. Известно, что избыток железа отрицательно влияет на состояние здоровья человека [2]. При систематическом употреблении воды с высоким содержанием железа этот элемент аккумулируется в почках, печени, сердце, легких, кишечнике и поджелудочной железе. В зрелом возрасте (примерно к 50 годам) повышенное содержание железа в питьевой воде может привести к патологиям ЦНС, развитию сахарного диабета, артрозам. Крайним проявлением избытка железа является гемохроматоз. Современным направлением в отрасли очистки питьевых и сточных вод от железа является применение специализированных железooksисляющих микроорганизмов, представителей родов: *Leptothrix*,

*Siderocapsa*, *Gallionella* и др. [3]. В настоящее время спектр железобактериальных микроорганизмов расширяется благодаря активным исследованиям в этой области. Однако поиск наиболее перспективных микроорганизмов остается актуальным.

Мы изучили железобактериальную активность микроорганизмов, выделенных из почвы г. Медногорска с высоким уровнем магнитности, в условиях модельного эксперимента. Восемь микробных штаммов из созданной нами лабораторной коллекции железобактериальных бактерий были проанализированы на способность к окислению Fe (II) при периодическом культивировании в жидкой среде. Прирост биомассы оценивали весовым и фотометрическим методом. Полученные результаты способствовали выявлению двух микробных штаммов с максимальными показателями роста. Вес сырой биомассы у данных штаммов (с лабораторными шифрами 69.3 и 69.5) составил 15,3 и 14,7 г/л через 14 сут культивирования (рис. 1А).

Результаты определения прироста активной части биомассы с помощью фотометрического метода показали увеличение оптической плотности культуральной жидкости штаммов 69.3 и 69.5 в 8,7 и 6,9 раз по сравнению с исходной посевной дозой через 14 сут культивирования (рис. 1Б). Было выявлено, что через 7 сут культивирования активным ростом отличались и другие микробные штаммы: 69.1, 32.6, 70.1 и 70.2. Однако через 14 сут культивирования у ряда штаммов наблюдалась фаза отмирания или значительное снижение скорости роста, за исключением штаммов 69.3 и 69.5, которые характеризовались максимальными значениями удельной скорости роста.

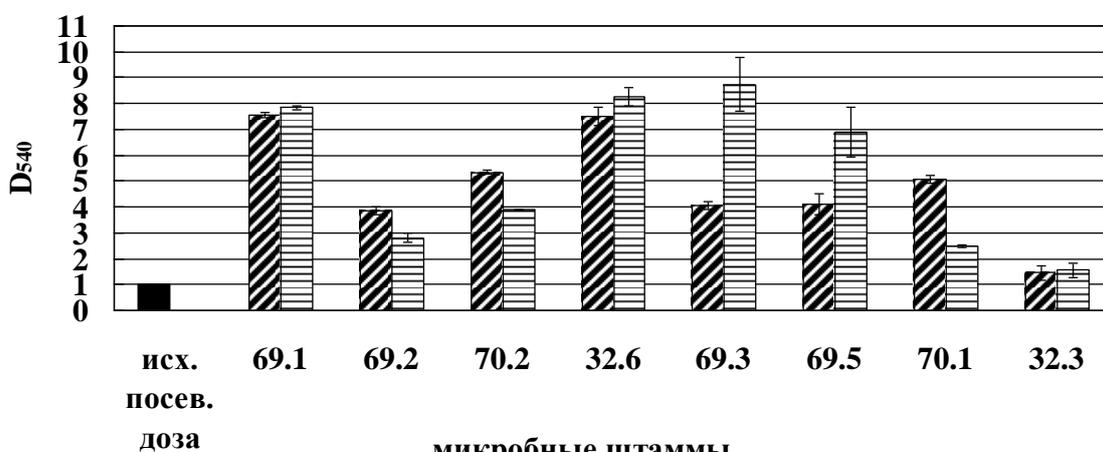
Результаты исследования железобактериальной активности микроорганизмов показали, что штаммы 69.3 и 69.5 активно окисляли Fe (II) и позволяли за 14 сут на 30-40 % снизить его высокое содержание в среде. Таким образом, на основе проведенных скрининговых исследований были отобраны 2 наиболее активных микробных штамма 69.3 и 69.5. Мы изучили культурально-морфологические, физиолого-биохимические признаки отобранных штаммов. Эти данные и результаты анализа нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК позволили идентифицировать бактерии как *Bacillus megaterium* 69.3 и *B. megaterium* 69.5.



микробные штаммы

□ 7 сут ■ 14 сут

А



микробные штаммы

▨ 7 сут ▩ 14 сут

Б

Показатели роста микробных штаммов при культивировании в жидкой среде с Fe (II):

А – прирост биомассы по сырому весу. Доверительный интервал рассчитан с вероятностью 95 % (n=15); Б – Абсолютный прирост биомассы. Доверительный интервал рассчитан с вероятностью 95 % (n=9).

Учитывая, что данные микроорганизмы являются природными и обладают уникальным свойством – способностью окислять железо в чрезвычайно высокой концентрации (1 г/л), целесообразно их использование в биотехнологии очистки от повышенной концентрации железа как питьевой воды, так и сточных вод, мест локального загрязнения.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-10040).*

#### Литература

1. Su, C. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: situation, impact and remediation techniques / C. Su, Q.L. Jiang, W.J. Zhang // Environ. Skeptics and Critics. – 2014. – V. 3, № 2. – P. 24-38.

2. Иванов, А.В. Гигиеническая оценка загрязнения почв на территории нефтедобывающих регионов Республики Татарстан / А.В. Иванов, А.А. Тафеева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 3. – С. 41-44.

3. Букреева, В.Ю. Биологическая активность ассоциатов железобактерий при лабораторном моделировании песчаных фильтров в зависимости от условий внешней среды / В.Ю. Букреева, И.В. Трубицын, Г.А. Дубинина и др. // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2011. – № 1. – С. 75-79.

**Y.V. Pleshakova, C.T. Ngun, I.E. Romanov, M.V. Reshetnikov**

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Russia

### **DETECTION AND IDENTIFICATION OF PERSPECTIVE MICROORGANISMS FOR PURIFYING WATER WITH HIGH IRON CONTENT**

The ability of eight microbial strains isolated from urbanozems of the city Mednogorsk with high levels of magnetism to oxidize Fe (II) in a liquid medium under conditions of periodic cultivation was studied. Two strains characterized by maximum growth and high iron-oxidizing activity were selected. The strains were identified as *Bacillus megaterium* 69.3 and *B. megaterium* 69.5.

Keywords: microorganisms, iron-oxidation, biomass growth, water purification

**А.А. Подоксенов, О. В. Атаманова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ АДСОРБЦИИ *o*-ТОЛУИДИНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕНТОНИТА**

В ходе проведенного исследования была изучена температурная зависимость адсорбции *o*-толуидина на 7 вариантах модифицированного бентонита. В результате проведенных исследований было установлено, что перспективным вариантом сорбента в целях использования для очистки воды от ароматических аминосоединений является средняя фракция бентонита, модифицированного глицерином, а также ряд других.

В условиях постоянного загрязнения водной среды различными химикатами особую важность приобретает качественная очистка сточных вод перед их сбросом в водоемы [1].

К числу широко распространенных и токсичных веществ, которые загрязняют водные объекты, относят ароматические аминосоединения [2].

В данной работе в качестве распространенного и типичного представителя ароматических аминосоединений был взят *o*-толуидин, который является типичным загрязнителем сточных вод заводов.

Одним из широко применяемых методов очистки воды от разнообразных примесей является адсорбционный метод. Процессы адсорбции сложны и многообразны и зависят от множества факторов [3].

Одним из факторов, оказывающих определяющее влияние на процесс адсорбции, является температура. Изучение особенности температурной зависимости адсорбции позволяет предположить, к какому типу относится адсорбция (к физической или к химической).

**Целью** данной работы является установление температурной зависимости адсорбции *o*-толуидина на различных формах модифицированного бентонита. Для достижения цели перед нами были поставлены следующие **задачи**:

1) исследовать адсорбционную активность различных вариантов модифицированного бентонита по отношению к *o*-толуиду при различной температуре;

2) проанализировать особенности зависимости адсорбции от температуры для каждого сорбента;

3) отметить сходства и различия сорбентов по полученным результатам;

4) высказать предположение о том, к какому типу относится адсорбция *o*-толуидина на модифицированном бентоните;

5) выявить наиболее перспективный способ модификации бентонита.

Объектами исследования являются сорбенты, представляющие собой различные формы модифицированного бентонита. Модификация бентонита заключалась во внедрении в его структуру органических компонентов (глицерина и углеродных нанотрубок (УНТ) – как отдельно, так и в сочетании друг с другом) и в термической обработке при 550° С.

Кроме того, некоторые сорбенты различались также по размеру зерен – мелкая, средняя и крупная фракция.

Нами предлагается к практическому использованию при изучении адсорбционных процессов метод качественных капельных реакций. Сущность капельных реакций заключается в том, что для анализа берутся очень маленькие объемы взаимодействующих реагентов.

Если реакция была отрицательной, то мы повышали концентрацию раствора каждый раз на 1 мг/л и повторяли опыт до момента наступления положительной реакции пробы (появления желтого окрашивания). Наибольшую концентрацию, которая оказалась отрицательной, мы принимали за отклик.

Для наглядного отображения полученных данных мы представили их в графическом виде (рисунок 1). На оси абсцисс отмечено значение температуры, на оси ординат – соответствующее значение наибольшей концентрации *o*-толуидина, при которой качественная реакция была отрицательной.

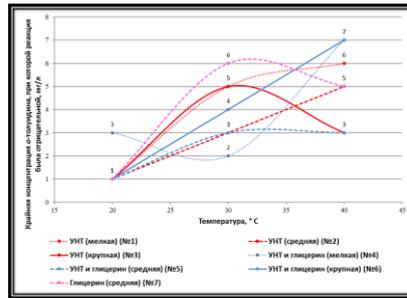


Рис. 1. График зависимости сорбционной активности сорбентов от температуры

Для сравнения интенсивности возрастания сорбционной активности (не беря во внимание то, что это происходит при разных температурах) на графике обозначены области, на которых отмечается наиболее резкое ее возрастание, и показаны угловые коэффициенты (рисунке 2).

Полученные значения угловых коэффициентов показывают, что возрастание сорбционной активности для сорбентов №4 и №7 хотя и начинает проявляться при разных температурах, но происходит с одинаковой интенсивностью.

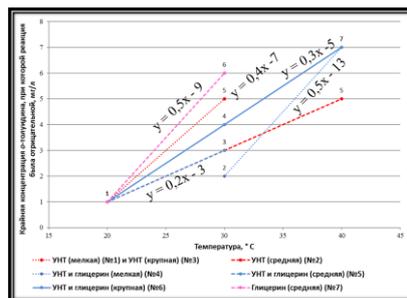


Рис. 2. График, показывающий области резкого возрастания адсорбции

На рисунках 3-4 представлено изменение температурной зависимости интенсивности адсорбции *o*-толуидина для сорбентов, различающихся только по фракциям.

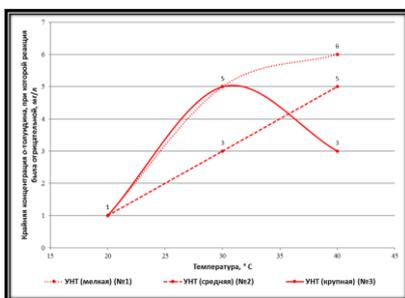


Рис. 3. График  $t^{\circ}C$  зависимости интенсивности адсорбции для сорбентов, модифицированных только УНТ

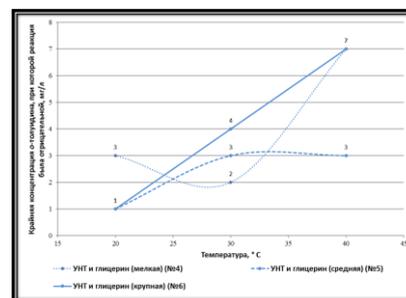


Рис. 4. График  $t^{\circ}C$  зависимости интенсивности адсорбции для сорбентов, модифицированных УНТ и глицерином

На графиках (рисунки 5-7) показаны различия адсорбционной активности для сорбентов, которые отличались только по способу модификации.

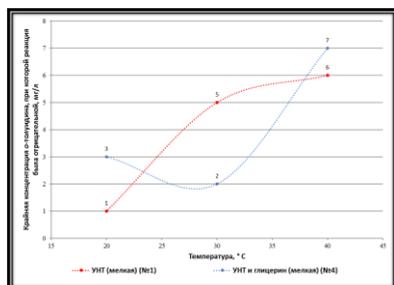


Рис. 5. График  $t^{\circ}\text{C}$  зависимости интенсивности адсорбции для сорбентов, для сорбентов только мелкой фракции

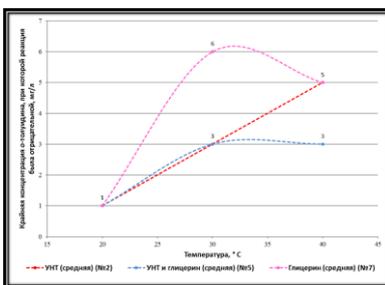


Рис. 6. График  $t^{\circ}\text{C}$  зависимости интенсивности адсорбции для сорбентов только средней фракции

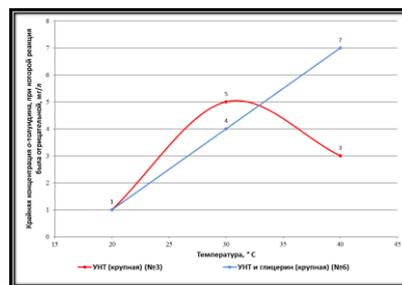


Рис. 7. График  $t^{\circ}\text{C}$  зависимости интенсивности адсорбции для сорбентов только крупной фракции

Видно, что каждый способ модификации при разных температурах ведет себя по-разному. Это подтверждает, что способ модификации также влияет на интенсивность адсорбции *o*-толуидина.

В качестве заключения подчеркнем основные положения, установленные в ходе работы:

- общим для всех сорбентов является возрастание интенсивности адсорбции с повышением температуры, но для каждого сорбента это возрастание происходит с различной скоростью при разной температуре

- мы предполагаем, что адсорбция *o*-толуидина на исследованных модификациях бентонита происходит преимущественно за счет хемосорбции;

- как гранулометрический состав, так и способ модификации бентонита являются факторами, оказывающими влияние на интенсивность адсорбции *o*-толуидина;

- так наилучшим сорбентом из всех исследованных является бентонит, модифицированный глицерином (при  $30^{\circ}\text{C}$ ); также можно считать перспективным и бентонит, модифицированный УНТ и глицерином мелкой и крупной фракции, т. к. данные сорбенты имеют преимущество при  $40^{\circ}\text{C}$ . Этот факт может иметь значение, если говорить об очистке воды, имеющей такую температуру.

В настоящее время исследование продолжается. Изучаются как имеющиеся, так и новые сорбенты по отношению к другому аминсоединению - *o*-фенилендиамину.

#### Литература

1. Грушко, Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах: Справочник / Я. М. Грушко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1982. – 216 с.

2. Филиппова, М. В. Газохроматографическое определение анилина и его хлорпроизводных в воде с предварительным бромированием: дис. ... канд. хим. наук. М. В. Филиппова. – СПб.: 2014. – 132 с.

3. Адсорбция органических веществ из воды / А. М. Когановский [и др.]. – Л.: Химия, 1990. – 256 с.

**A.A. Podoksenov, O.V. Atamanova**

Department of Ecology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

### **THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE ADSORPTION OF O-TOLUIDINE IN DIFFERENT EMBODIMENTS, THE MODIFIED BENTONITE**

In the course of our study, we evaluated the temporal dynamics of *o*-toluidine adsorption on seven modifications of organic bentonite clay. The middle fraction of bentonite was found the most effective for water treatment from aromatic amino-compounds. We have also established that organic bentonite is more effective than activated carbon towards *o*-toluidine and that solution flow velocity affects adsorption effectiveness.

**Е.В. Романюк<sup>1</sup>, Д.В. Каргашилов<sup>1</sup>, А.В. Федоров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, РФ

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России, г. Москва, РФ

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦИКЛОНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ**

Приведены схемы фильтров–циклонов, позволяющих повысить эффективность пылеулавливания и совместить две стадии очистки пылегазовых потоков на производстве.

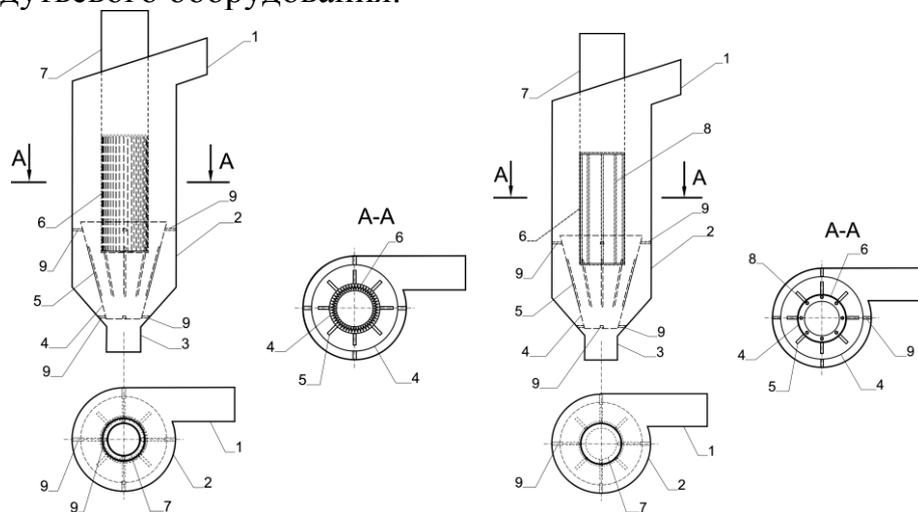
Ключевые слова: фильтр-циклон, циклон, пылеулавливание

Проблема пылеулавливания существует на предприятиях пищевой, фармацевтической, деревообрабатывающей, металлообрабатывающей отрасли. Одними из самых распространенных пылеуловителей являются циклоны, однако они недостаточно эффективны, так как в основном улавливают пыль размером более 10 мкм. Такая очистка является недостаточной с точки зрения экологии, охраны труда и пожарной безопасности, поэтому используют двухступенчатые системы очистки, где в качестве второй ступени используют фильтры. Неэффективная работа циклонов приводит к быстрому выводу из строя аппаратов второй ступени очистки [1].

Двухступенчатые системы очистки громоздки и энергоемки, поэтому для реализации процесса пылеулавливания были предложены так называемые фильтры-циклоны. Фильтры-циклоны позволяют совместить две ступени очистки в одном аппарате – рисунок [2, 3].

Фильтры циклоны работают следующим образом. Запыленный пылегазовый поток поступает по входному патрубку 1 в циклон, раскручивается. За счет вращения в нем создаются вихревые потоки, которые осаждаются через щелевые отверстия 5 конической вставки 4. За счет данного процесса удается понизить взрывоопасность циклона, так как пыль в осажденном состоянии не является взрывоопасной. Высокодисперсная пыль вместе с потоком отфильтровывается через фильтр (картриджный или рукавный), установленный на выхлопной трубе и через выхлопную трубу удаляется из аппарата.

Экспериментальные исследования показали, что повышение гидродинамического сопротивления аппарата компенсируется отсутствием двухступенчатой системы очистки и высокой эффективностью пылеулавливания [4]. При внедрении предложенных пылеуловителей на производстве возможна оптимизация уже существующих циклонов, таких как ЦН или БЦШ путем установки в них конических вставок и фильтровальных элементов. При доработке конструкции следует учесть повышение гидравлического сопротивления, которое может привести к замене тягодутьевого оборудования.



Схемы фильтров-циклонов [2, 3]:

1 – входной патрубок; 2 – корпус; 3 – патрубок для удаления пыли; 4 – коническая вставка в циклон; 5 – щелевые улавливающие отверстия; 6 – фильтр (а – картриджный; б – рукавный); 7 – крепление фильтра; 8 – выхлопная труба; 9 – крепление конической вставки.

#### Литература

1. Швыдкий, В. С. Очистка газов [Текст] : справ. изд./ В. С. Швыдкий, М. Г. Ладыгичев. – М.: Теплоэнергетик, 2002. - 640 с.

2. Патент на полезную модель № 169127. Фильтр-циклон с конической вставкой и картриджным фильтром / Е.В. Романюк, А.М. Гаврилов, Д.В. Каргашилов, А.Н. Шуткин, А.В. Калач. - № 2016138871; заявл. 3.10.2016; опубл. 3.03.2017. – Бюл. № 7.

3. Патент на полезную модель № 164866. Фильтр-циклон с конической вставкой / Е.В. Романюк, А.А. Усов, Д.В. Каргашилов, А.В. Калач, А.Н. Шуткин. - № 2016103205/05; заявл. 01.02.2016; опубл. 20.09.2016. – Бюл. № 26.

4. Модернизация циклонов для повышения эффективности пылеулавливания / Е.В. Романюк, Каргашилов Д.В., Некрасов А.В. // Безопасность жизнедеятельности, 2016. - № 5. – С.18-22.

**E.V. Romanyuk, D.V. Kargashilov, A.V. Fedorov**

<sup>1</sup> Voronezh Institute – branch of FSBEI HE «Ivanovo Fire Rescue Academy of EMERCOM of Russia», Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup> FSBEI HE «Academy of state fire service of EMERCOM of Russia», Moscow, Russia

### **IMPROVING THE DESIGN OF CYCLONE TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF DUST COLLECTION**

Annotation: the paper presents the schemes of cyclone filters to improve the efficiency of dust collection and to combine the two stages of cleaning dust and gas flows in production.

Keywords: filter cyclone, cyclone, dust collection.

**Е.В. Романюк<sup>1</sup>, Д.Н. Симанков<sup>1</sup>, А.В. Федоров**

Воронежский институт – филиал ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, г. Воронеж, РФ  
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России, г. Москва, РФ

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ РЕЖИМОВ В СИСТЕМЕ АСПИРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

В статье приведены результаты мониторинга общего перепада давлений на зернистом фильтре, которые позволили выявить взрывоопасные состояния в работе насыпного фильтра. Предложены критерии для описания этих состояний.

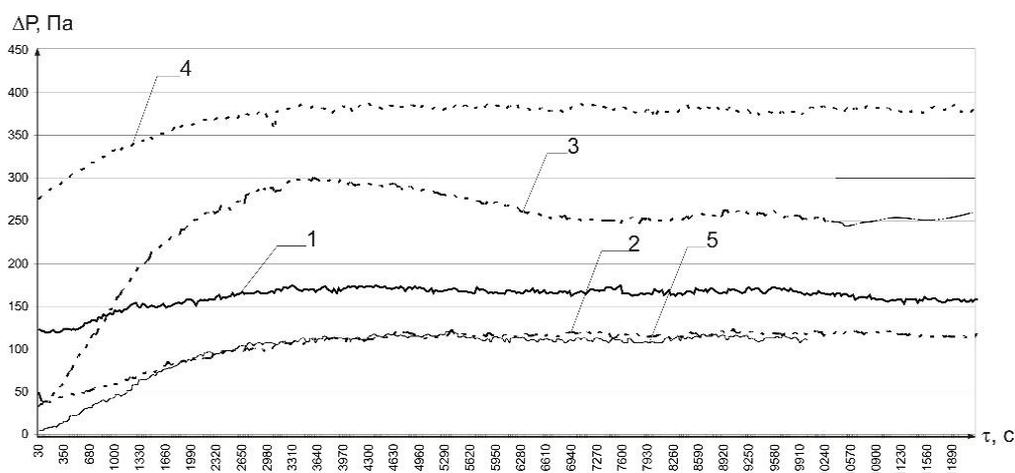
Ключевые слова: пылеулавливание, фильтры, взрывоопасность, перепад давлений, аспирация.

На многих производствах происходят технологические процессы, связанные с обращением взрывоопасных пылей, поэтому система аспирации является необходимым элементом системы безопасности. Анализ существующих данных о фильтрующих средах позволяет сделать вывод о целесообразности применения твердых зернистых фильтрующих слоев для создания фильтров-пылеуловителей. Применение данных пылеуловителей сдерживается трудностями при их эксплуатации [1].

Неправильная эксплуатация влечет за собой возникновение взрывоопасных режимов работы, поэтому было предложено автоматизировать работу систем аспирации. Одной из задач автоматизации является контроль возникающих взрывоопасных режимов с помощью замера перепада давлений на фильтре [2].

Для выполнения поставленной цели были проведены экспериментальные исследования по изучению работы фильтровальных слоев с различными характеристиками: высотой слоя и размером гранул. Для эмпирических исследований был создан лабораторный фильтр, представляющий собой круглую трубу с полимерной сеткой и уложенными на сетку металлическими шариками. Исследовался фильтровальный слой с различным диаметром шариков и высотой фильтровального слоя. В качестве контролируемого параметра использовали перепад давлений на фильтре. Для получения и обработки данных датчиков давления использовали систему мониторинга и авторскую программу [3]. Для создания пылегазового потока использовали мучную пыль, средний медианный диаметр которой составляет  $55 \cdot 10^{-6}$  м., средняя концентрация в потоке -  $(5-10) \cdot 10^{-3}$  кг/м<sup>3</sup>.

В результате испытаний с фильтрами различной высоты ( $1 \cdot 10^{-2}$ ,  $2 \cdot 10^{-2}$ ,  $3 \cdot 10^{-2}$ ,  $4 \cdot 10^{-2}$  м) получили зависимости, представленные на рисунке.



Графические зависимости общего перепада давлений от времени фильтрования для различных высот фильтра: 1 –  $1 \cdot 10^{-2}$  м; 2, 5 –  $2 \cdot 10^{-2}$  м; 3 –  $3 \cdot 10^{-2}$  м; 4 –  $4 \cdot 10^{-2}$  м.

Анализ полученных зависимостей для фильтров различной высоты позволяет говорить, что не всегда фильтровальные слои с похожими свойствами ведут себя одинаково. Для слоев высотой 1, 2 и  $4 \cdot 10^{-2}$  м перепад давлений плавно повышается, достигает постоянного значения, а для слоя высотой  $3 \cdot 10^{-2}$  м наблюдается нестандартное поведение, связанное с пульсацией перепада давлений. При этом при каждом понижении перепада давлений возникает выброс высокодисперсной пыли со стороны фильтра, откуда должен поступать очищенный воздух. Данное

явление связано с частичным осыпанием лобового слоя осадка. Последствием данного явления является выход пыли из внутренней структуры фильтра со стороны очищенного воздуха, что крайне взрывоопасно, так как низкодисперсная пыль оседает на лобовом слое и в первых слоях, а во внутреннюю структуру попадает высокодисперсная пыль.

Предположим, что второе состояние будет достижимо для комплекса характеристик, включая эквивалентный диаметр порового пространства  $d_3$ , высоту слоя  $h$ , площадь фильтрования  $S$ , размер пыли  $\bar{d}_m$ :

$$K = \frac{d_3 \cdot h}{\bar{d}_m \cdot S}.$$

Данный критерий определим экспериментально: для  $h=10^{-2}$  м -  $K = 0,65$ ; для  $h=2 \cdot 10^{-2}$  м -  $K=1,29$ ;  $h=3 \cdot 10^{-2}$  –  $K = 1,94$  и для  $h=4 \cdot 10^{-2}$  –  $K = 2,59$ .

Для целей автоматизированного контроля взрывоопасных ситуаций, возникающих на входе и на выходе из фильтра введем безразмерную величину – так называемый «темп» фильтрования  $T$ .

$$T = \frac{\nabla^2 P}{\nabla \tau},$$

где  $\Delta P_n$  – общий перепад значений давления на фильтре в момент времени  $\tau_n$ ,  $\Delta P_{n+1}$  - в следующий момент времени  $\tau_{n+1}$ , где  $n=1, 2, \dots$ .

Оценим взрывопожароопасные состояния с учетом введенных характеристик.

1) Для  $K=1,94$  при  $T < 1,001$  фильтр забивается и возникает необходимость его регенерации. При  $T < 1$  возникает взрывоопасное состояние, связанное с выходом высокодисперсной пыли из фильтра со стороны очищенного воздуха.

2) Для всех остальных случаев при  $T < 1,001$  взрывоопасное состояние возникает на входе в систему аспирации до фильтра [3].

Таким образом, расчет предлагаемых критериев позволяет предупреждать опасные системы аспирации или осуществлять действия по противопожарной защите в случае необходимости.

#### Литература

1. Обеспыливание газов зернистыми слоями / Ю.В. Красовицкий, В.В. Дуров. – М.: Химия, 1991. – 192 с.
2. Контроль пылеулавливающих установок / Г.М. Гордон, И.Л. Пейсахов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М: Металлургия, 1973. – 384 с.
3. Романюк Е.В., Федоров А.В. Автоматизированная система контроля работы фильтров-пылеуловителей с несвязанной структурой зернистого слоя во взрывобезопасном режиме/ Автоматизация в промышленности, 2018. - № 8. – С. 13-16.

**E.V. Romanyuk<sup>1</sup>, D.N. Simankov<sup>1</sup>, A.V. Fedorov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Voronezh Institute – branch of FSBE HE «Ivanovo Fire Rescue Academy of EMERCOM of Russia», Voronezh, Russian Federation

<sup>2</sup> FSBE HE «Academy of state fire service of EMERCOM of Russia», Moscow, Russia

### **IDENTIFICATION OF EXPLOSIVE MODES IN THE SYSTEM OF ASPIRATION OF INDUSTRIAL PREMISES**

The article presents the results of monitoring the total pressure drop on the granular filter, which allowed to identify explosive conditions in the bulk filter. Criteria for the description of these states are proposed.

Keywords: dust-collection, filters, explosion hazard, pressure drop, aspiration.

**А.П. Рысев, Т.В. Конькова**

ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, Москва, РФ

### **МОДИФИЦИРОВАНИЕ СЛОИСТЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ АНИОНООБМЕННОЙ ЁМКОСТИ**

Разработаны общие подходы к направленному регулированию анионообменной ёмкости природных бентонитов с помощью их модифицирования различными способами, в том числе органическими веществами и метасиликатом натрия. Установлена взаимосвязь между значениями текстурных параметров, электрокинетическим потенциалом и сорбционными свойствами полученных материалов.

Ключевые слова: бентонит, слоистые алюмосиликаты, органоглина, охрана окружающей среды.

При большом разнообразии существующих на сегодня методов модифицирования поверхности слоистых алюмосиликатов, имеющих целью развитие их анионообменной способности, не предложено, тем не менее, единого подхода к выбору вещества-модификатора. Проблема заключается в том, что представленные в литературе гипотезы, объясняющие механизм инверсии ионообменных свойств бентонитов (из катионообменника в анионообменник), главным образом ориентированы на свойства модифицирующего агента [1-3]. При этом свойства самого бентонита отчасти игнорируются. Между тем, можно заметить, что в любом из предлагаемых в литературе методов, наблюдается ряд характерных изменений в самом глинистом минерале, а именно: уменьшается удельная поверхность исходного материала (что связано с

блокированием межслоевого пространства глины молекулами модифицирующего агента); уменьшается по модулю отрицательное значение дзета-потенциала (вплоть до перезарядки) поверхности частиц минерала.

А с учётом того, что анионообменная способность модифицированных алюмосиликатов проявляется, как правило, в кислой среде и адсорбционное равновесие наступает примерно за 10-20 минут, можно предположить, что адсорбция анионов происходит лишь на внешней поверхности бентонитов и во многом обусловлена, наличием рН-зависимых центров сорбции, представляющих собой протонированные алюминольные и силанольные группы. Наличие иных источников положительного заряда поверхности, связанных с молекулами модификатора, может рассматриваться в качестве дополнительного вклада в анионообменную ёмкость материала. Причём действие молекул модификатора проявляется лишь на наружной поверхности частиц, поскольку поровое пространство глины критически уменьшается, что должно вызывать серьёзные затруднения в диффузии адсорбтива к глубоко расположенным в межслоевом пространстве центрам сорбции. Из сказанного следует, что модифицирование бентонитов должно решать следующие задачи: развитие внешней поверхности частиц (с одновременным, максимально возможным блокированием его пор, с целью экранирования перманентного отрицательного заряда внутренней поверхности минерала), а также развитие центров положительного заряда на внешней поверхности, например, за счёт протонации поверхностных терминальных Si-OH и Al-OH-групп.

Для проверки гипотезы был получен ряд образцов на основе глины Таганского месторождения с содержанием монтмориллонита не менее 95%, модифицированной несколькими способами. Текстульные параметры полученных материалов были исследованы на волюмометрической установке Nova 1200e Quantachrome по изотермам адсорбции/десорбции азота при  $T = -196^{\circ}\text{C}$ .  $\zeta$ -потенциал поверхности частиц определялся на приборе ZetasizerNano (MALVERN Instruments, Великобритания), методом электрофореза (не менее 5 измерений на одну пробу, рН=7). Анионообменная способность образцов определялась по адсорбции оксоанионов хрома из раствора с начальной концентрацией 5 мг/л в пересчёте на хром, рН=7. Концентрация хрома (VI) в растворе определялась спектрофотометрически по поглощению окрашенных комплексов металла с 1,5-дифенилкарбазидом [4].

Образец А. Получен модифицированием исходной глины, раствором катионного поверхностно-активно вещества дидецилдиметиламмония

хлорида, с помощью гидротермальной катионообменной реакции. Модификатор брался в количестве дважды превосходящем катионообменную ёмкость исходного минерала, определённую по методике [5]. Концентрация раствора ПАВ была меньше значения его ККМ (определена кондуктометрическим методом).

Образец Б. Получен так же, как и образец А, но последняя отмывка образца от избытка ПАВ, адсорбированного на внешней поверхности глины, проводилась 5% раствором  $H_2SO_4$ , а не дистиллированной водой.

Образец В. Получен насыщением предварительно высушенной при  $95^\circ C$  исходной глины парами глицерина (в эксикаторе, 72 часа).

Образец Г. Получен модифицированием исходной глины концентрированным раствором метасиликата натрия. Материал отмывался от избытка соли и обрабатывался слегка подкислённой водой с  $pH=5$ , после чего подвергался термической обработке.

Образец Д. Получен как и образец Г, но обработка производилось раствором  $H_2SO_4$  с  $pH<1$ .

Результаты исследования представлены в таблице:

Образец	$S_{уд}, м^2/г$	$V_{\text{микропор}}, см^3/гр$	$\zeta$ -потенциал, мВ	q, мг/г
Исх. глина	73,6	0,035	-23,8	0
А	1,9	0,001	+2,3	0,65
Б	1,9	0,001	+8,1	1,1
В	6,3	0,003	-11,2	0,08
Г	49,4	0,022	+0,15	0,3
Д	2,8	0,001	+10,6	0,98

Из представленных данных следует, что для всех образцов характерна корреляция между ухудшением текстурных параметров монтмориллонита и положительным сдвигом значения  $\zeta$ -потенциала, что согласуется с предположением об экранировании отрицательного заряда внутренней поверхности как первичного фактора развития анионообменных свойств у слоистых алюмосиликатов.

Из соотношения величин адсорбции (q) для различных образцов, следует, что большей поглотительной способностью обладают глины, подвергшиеся предварительной кислотной обработке, что согласуется с предположением о необходимости протонации терминальных силанольных и алюмоильных групп на наружной поверхности минерала. Сравнивая величины q для образцов А и Б, можно оценить приблизительный вклад, вносимый протонированными  $Si-OH_2^+$ ,  $Al-OH_2^+$  группами в общее количество центров сорбции анионов ( $q_B - q_A / q_B \approx 41\%$ ).

Качественная проба с нитратом серебра, раствора бихромата калия после адсорбции, с образцами модифицированными растворами КПАВ, показала отсутствие в растворе анионов  $\text{Cl}^-$ , что опровергает предположение об обменном характере сорбции анионов между раствором и межплоскостными молекулами ПАВ [1].

Появление незначительной адсорбционной способности (по сравнению с исходным бентонитом) у образца глины, модифицированного неполярным соединением, наблюдающееся параллельно с уменьшением величины  $S_{\text{уд}}$ ,  $V_{\text{микро}}$  и  $|\zeta|$ , также согласуется с предлагаемой гипотезой.

Хорошие результаты показали образцы, модифицированные раствором метасиликата натрия. Причём величина адсорбции была значительно выше у образца, обработанного перед прокаливанием кислотой.

#### Литература

1. Atia A.A. Adsorption of chromate and molybdate by cetylpyridinium bentonite / A.A. Atia// *Appl. Clay Sci.* - 2008. – №4. - P. 173–84.
2. Krishna B.S., Murty D.S.R., Jai Prakash B.S. Surfactant-modified clay as adsorbent for chromate / B.S. Krishna, D.S.R. Murty, B.S. Jai Prakash// *Appl. Clay Sci.* – 2001. - №20. – P. 65–71.
3. Sarkara B., Xia Y., Megharaja M. Remediation of hexavalent chromium through adsorption by bentonite based Arquad® 2HT-75 organoclays / B. Sarkara, Y. Xia, M. Megharaja// *Journal of Hazardous Materials.* –2010. - №183. – P. 87–97.
4. ГОСТ 31956-2012. Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 8с.
5. Ammani L., Bergaya F., Lagaly G. Determination of the cation exchange capacity of clays with copper complexes revisited /L. Ammani, F. Bergaya, G. Lagaly// *Clay Minerals.* – 2005. - №40. – P. 441-453.
6. Комаров В.С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: монография. М.: ИНФРА-М, 2018. – 203 с.

**A.P. Rysev, T.V. Kon'kova**

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, the department of inorganic substances technology and electrochemical process.

#### **THE MODIFICATION OF LAYERED ALUMINOSILICATES FOR INCREASING ITS ANION EXCHANGER CAPACITY**

Common principles are developed for regulation of the anion exchange capacity of natural bentonites via the various modification processes (such as the modification by organic substances or sodium metasilicate). The relationship among texture parameter values, zeta-potentials and adsorption values of the samples is established.

Keywords: bentonite, layered aluminosilicates, organoclay, environmental protection

**И.В. Старостина, В.В. Рушак, А.Н. Попова, Д.В. Столяров,  
Е.Д. Коноваленко**

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова», Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДМИНЕРАЛЬНОГО АДСОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЯ «МЕТИЛЕНОВЫЙ ГОЛУБОЙ»**

В работе рассмотрена возможность использования углеродминерального адсорбента, полученного термической модификацией кизельгурового шлама маслоэкстракционного производства, для извлечения красителя «метиленовый голубой» из модельных растворов. Установлены оптимальные параметры очистки в статических условиях.

Ключевые слова: кизельгуровый шлам, термическая модификация, углеродминеральный адсорбент, краситель, сточные воды

С ростом промышленного производства увеличивается и антропогенное воздействие на окружающую среду. По данным [1, 2] одним из основных факторов, оказывающих негативное воздействие на водные объекты, является недостаточный уровень очистки образующихся сточных вод. В 2010 г. в водные объекты страны по данным [2] было сброшено 16,5 млрд. м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод. В последующие годы эта цифра неуклонно уменьшалась, в 2014 и 2015 гг. оставалась относительно стабильной и составила около 1/3 от общего объема водоотведения (табл.).

Некоторые основные показатели водопользования по  
Центральному Федеральному округу, млн м<sup>3</sup> [2]

Год	Забор воды из природных водных объектов	Потери воды при транспортировке	Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты			Объем оборотного и повторного использования
			Всего	из них загрязненных сточных вод		
				всего	в % к общему объему сброса	
2014	12140	607	7912	3328	42,1	37451
2015	11348	606	7215	3203	44,4	38061
2016	11652	549	7378	3187	43,2	37779

Исходя из приведенных данных следовало бы ожидать улучшение качества воды водных объектов. Однако по большинству речных бассейнов качество воды остается неудовлетворительным и не отвечает нормативным требованиям. Этот факт требует повышения эффективности очистки сточных вод и снижения поступления загрязняющих веществ в водные объекты.

Для очистки сточных вод используются различные методы – механические, химические, физико-химические, биологические, термические и другие. Для удаления целого ряда примесей наиболее часто применяются физико-химические и в частности сорбционные методы. Это обусловлено высокой эффективностью процесса, возможностью очистки многокомпонентных сточных вод до низких концентраций загрязнителей, что позволяет повторно использовать очищенные воды в замкнутых водооборотных системах предприятий [3].

Использование в качестве адсорбционных материалов при очистке сточных вод известно использование традиционных высокоэффективных активированных углей типа АГ-3, БАУ, АГМ, АГ-ОВ-5, СКД-515, ДАК, КАД, МИУ-С [3-5]. Причем угли типа КАД-иодный, АГ-3 и БАУ обладают большей емкостью по отношению к веществам с малыми размерами молекул, БАУ и ДАК эффективны при адсорбции нефтепродуктов из стоков, а КАД-иодный, АГМ и АГ-3 – при доочистке после стадии биохимического окисления сточных вод.

Процесс изготовления высококачественных активных углей сложен и длителен, поэтому стоимость их в нашей стране и за рубежом достаточно высока. Это приводит к необходимости их регенерации и многократного использования в системах водоочистки. Поэтому разработка новых эффективных и недорогих сорбционных материалов является актуальной задачей.

Сорбционными свойствами обладают многие природные материалы, стоимость которых в десятки раз ниже искусственных и с экологической точки зрения они более безопасны, что обеспечивает эффективность и перспективность их применения [6]. К ним относятся глинистые породы, цеолиты, опоки, диатомиты, торф и другие [7-10]. Источником сырья для получения сорбционных материалов могут служить отходы промышленного и сельскохозяйственного производства [11-14].

Ранее проведенные исследования [15,16] показали эффективность использования углеродминерального адсорбента, полученного в результате термической модификации кизельгурового шлама маслоэкстракционного производства, в технологии очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов. Отработанный кизельгуровый шлам (ОКШ) образуется на стадии рафинации растительного масла и представляет собой органоминеральный продукт с содержанием масложировой смеси 60-70%. Минеральная часть представлена диатомитом – осадочной породой, образованной кремнеземистыми обломками панцирей микроскопических диатомовых водорослей – диатомей и радилярий. В результате его термической модификации ОКШ происходит карбонизация органических примесей с формированием на поверхности частиц кизельгура углеродного слоя (рис. 1).

В данной работе исследовали возможность использования

термически модифицированного кизельгурового шлама (ТКШ<sub>500</sub>) в качестве адсорбента для очистки модельных растворов красителя марки «метиленовый голубой» (МГ).

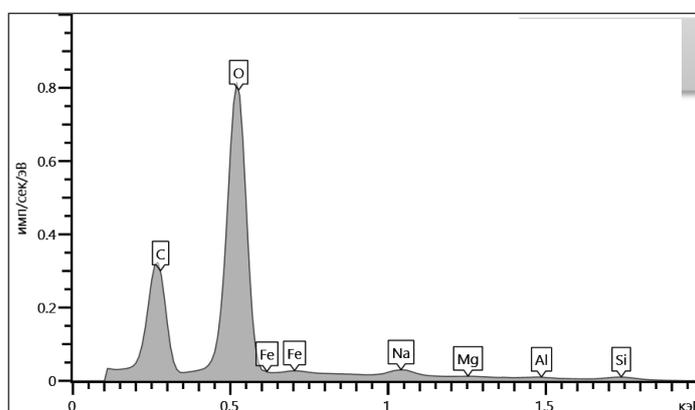


Рис. 1. Результаты энергодисперсионного анализа ТКШ<sub>500</sub>

В исследованиях использовали модельный раствор МГ с концентрацией 10 мг/дм<sup>3</sup>. Процесс адсорбции осуществляли в статических условиях – объем раствора составлял 100 мл, массу адсорбента изменяли от 0,2 до 2,5 г, содержимое колб встряхивали в шейкере в течение определенного времени, далее фильтровали, в фильтрате определяли остаточную концентрацию МГ спектрофотометрическим способом.

Результаты исследования, представленные на рис. 2, позволили определить оптимальные параметры процесса очистки - принять массу углеродсодержащего адсорбента ТКШ<sub>500</sub> 1,5 г на 100 мл раствора МГ и длительность перемешивания 40 мин. Эффективность очистки при этом составляет 90 %.

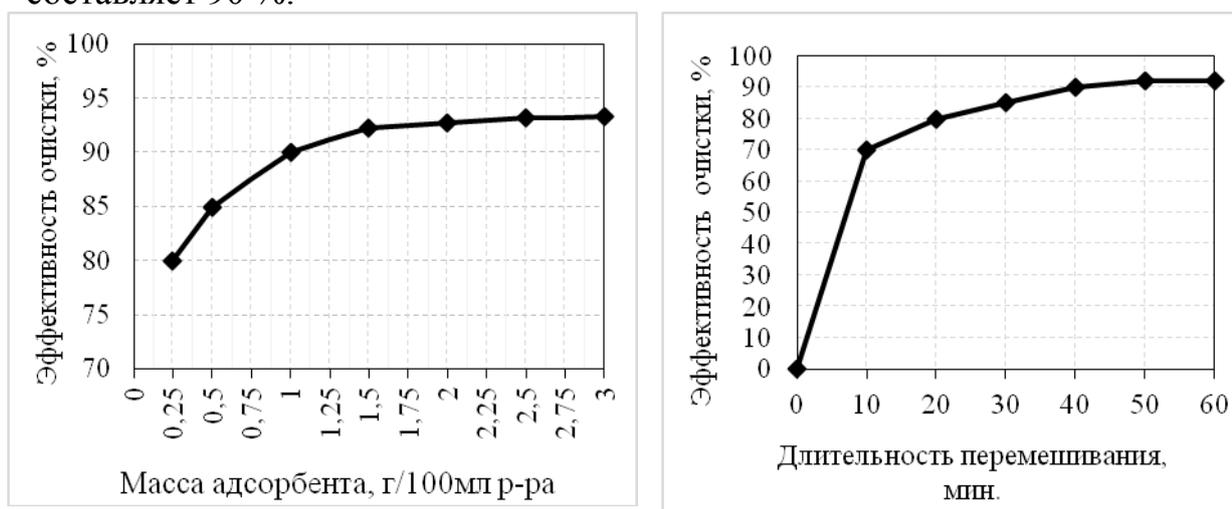


Рис. 2. Зависимость эффективности очистки модельных растворов МГ от:  
 а – массы адсорбента, длительность перемешивания 30 мин.;  
 б - длительности перемешивания.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали перспективность использования углеродминерального адсорбента,

полученного термической модификацией кизельгурового шлама маслоэкстракционного производства, в системе очистки сточных вод от красителей.

*Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

#### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году» - М.: Министерство природных ресурсов, 2015. 473 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 760 с.
3. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. 168 с.
4. Sobgaida N.A., O'ishanskaya, Nikitina I.V. Fiber and carbon materials for removing oil products from effluent // Chemical and Petroleum Engineering. 2008. V.44. Pp. 41-44.
5. Gupta M., Gupta H., Kharat D.S. Adsorption of Cu(II) by low cost adsorbents: a review // Current Environmental Engineering. Vol. 4, 3 Issues, 2017. Pp. 159-168.
6. Климов Е.С., Бузаева М.В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. – Ульяновск: УЛГТУ, 2011. 201 с.
7. Воловичева Н.А., Везенцев А.И., Королькова С.В., Пономарева Н.Ф. Оценка перспективности применения природных монтмориллонит содержащих глин Белгородской области в сорбционной очистке водных сред от ионов тяжелых металлов // Вода: химия и экология, 2011. № 9, сентябрь. С.60-66.
8. Wang Y., Lin F., Pang W. Ammonium exchange in aqueous solution using Chinese natural clinoptilolite and modified zeolite // J. Hazard. Matter. 2007. V. 142. Pp. 160–164.
9. Wu J., Yang Y.S., Lin J. Advanced Tertiary Treatment of Municipal Wastewater Using Raw and Modified Diatomite. Journal of Hazardous Materials. 2005. В (127). 196-203.
10. Дремичева Е.С. Перспективы применения торфа для очистки промышленных сточных вод // Водоочистка, 2015. № 1. С. 20-25.
11. Кирюшина Н.Ю., Свергузова С.В., Тарасова Г.И. Шлаковые отходы в водоочистке // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. № 4. С.140-145.
12. Сомин В.А., Фогель А.А., Комарова Л.Ф. Очистка воды от ионов металлов на сорбентах из древесных отходов и минерального сырья // Экология и промышленность России, 2014. Февраль. С. 56-60.
13. Малахатка Ю.Н., Тарасова Г.И. Сорбент на основе аспирационной пыли // Сорбционные и хроматографические процессы, 2013. Т.13 Вып. 4. С. 476-481.
14. Собгайда Н.А., Макарова Ю.А. Влияние природы связующего материала на сорбционные свойства сорбентов, изготовленных из отходов агропромышленного комплекса // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. № 1 (52). С.112-122.
15. I. Starostina, A. Nikitina, M. Kosukhin, Yu. Starostina Efficient carbonaceous sorbent based on the waste sludge of oil extraction industry for purifying wastewater from petroleum products // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7. Issue 2. Pp. 266-269.
16. Старостина И.В., Свергузова С.В., Столяров Д.В., Порожнюк Е.В., Шайхiev И.Г., Аничина Я.Н. Отработанный кизельгуровый шлам маслоэкстракционного производства – сырье для получения сорбционного материала // Вестник технологического университета. 2017. Т. 20. № 16. С. 133-136.

**I.V. Starostina, V.V. Rushchak, A.N. Popova, D.V. Stolyarov, E.D. Konovalenko**

V.G. Shukhov Belgorod State Technological University, Belgorod, Russia

### **USING CARBON MINERAL ADSORBENT TO CLEANING MODEL SOLUTIONS FROM DYE "METHYLENE BLUE"**

In this paper considers the possibility of using the carbon mineral adsorbent obtained by thermal modification of the kieselguhr sludge from oil extraction production to extract the dye "methylene blue" from model solutions. The optimal cleaning parameters in static conditions are determined.

Keywords: kieselguhr sludge, thermal modification, carbon mineral adsorbent, dye, wastewater

**А. А. Фазуллина, Е. А. Чаптарова, С. В. Фридланд**

КНИТУ, г. Казань, Россия

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ УДАЛЕНИЯ ИОНОВ МЕДИ В СВЕРХНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ИЗ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *CHLORELLA VULGARIS* И БАВ**

Исследовано извлечение ионов меди из модельных растворов клетками микроводоросли *Chlorella vulgaris* и возможность интенсификации процесса за счет применения биологически-активного вещества – диизопропилового эфира 1-диметилгидразинотолуол-3-окса-4-бензил-7-диметилгидразин фосфоновой кислоты (ДОБДФК). Найдено, что использование названного реагента в сверхнизких концентрациях способствует как росту биомассы микроводоросли, так и увеличению степени удаления ионов Cu(II).

Ключевые слова: *Chlorella vulgaris*, ионы Cu(II), биологически-активное вещество, очистка.

*Chlorella vulgaris* относится к роду одноклеточных эукариотических зеленых водорослей, относимая к отделу *Chlorophyta*. Эта микроскопическая водоросль обитает в пресноводных водоемах, обладает большим запасом хлорофилла-а и хлорофилла-в, а также комплексом редчайших питательных веществ, участвует в процессе фотосинтеза, используя углекислый газ, воду и свет, насыщая воздух кислородом [1, 2].

В хлорелле содержатся магний, цинк, медь, кадмий, витамины группы В, белки и др., что делает ее ценной для рыбохозяйственных целей, в биотехнологии и др. областях. Зеленые водоросли используются в качестве индикаторов в системе экологического мониторинга [3].

Использование биотехнологии по вселению микроводоросли *Chlorella vulgaris* способствует предотвращению процесса «цветения» воды и появлению токсичных (заморных) зон в водоемах [4].

Также *Chlorella vulgaris* широко используется в практике очистки природных и доочистки сточных вод от различного вида загрязняющих веществ [5]. В различных исследованиях отображено удаление из водных объектов ионов тяжелых металлов (ИТМ) [6-9]. Высокая эффективность извлечения ИТМ обусловлена, по всей видимости, выделением микроводорослью в процессе своей жизнедеятельности в водную среду аминокислот, которые, как известно, образуют с ионами металлов нерастворимые в воде комплексные соединения. Указывается также, что хлорелла способствует эффективному удалению из водных сред различных красителей.

Учитывая тот факт, что *Chlorella vulgaris* находит применение в различных отраслях промышленности, остро стоит вопрос интенсификации прироста ее биомассы. В качестве стимулятора роста возможно применение различных химических соединений – биологически активных веществ (БАВ). В частности, в качестве последних зарекомендовали себя некоторые фосфорорганические вещества, в том числе и диизопропиловый эфир 1-диметилгидразинотолуол-3-окса-4-бензил-7-диметилгидразин фосфоновой кислоты (ДОБДФК) [7]. Показано, что последний в концентрациях  $10^{-10}$ - $10^{-15}$  способствует приросту биомассы микроводоросли по сравнению с контрольным образцом (таблица 1).

Имеются многочисленные сведения о том, что *Chlorella vulgaris* способствует удалению ИТМ из водных сред [6-9]. В этой связи представлялось интересным оценить влияние диизопропилового эфира ДОБДФК в сверхнизких концентрациях на процесс извлечения ионов тяжелых металлов из водных сред в присутствии хлореллы.

В качестве искусственного поллютанта использовались ионы  $\text{Cu(II)}$  в концентрации  $10 \text{ мг/дм}^3$ . В модельные сточные жидкости, содержащие ионы меди в названной концентрации, добавлялось определенное количество биомассы *Chlorella vulgaris* и диизопропиловый эфир ДОБДФК, чтобы концентрация последнего в растворе составляла  $10^{-10}$  –  $10^{-15} \text{ г/дм}^3$ . Время проведения эксперимента составляло 5 суток. Через каждые 24 часа после начала проведения процесса измерялось остаточное количество ионов меди в растворе. На рисунке 1 приведены графические зависимости изменения остаточной концентрации ионов  $\text{Cu(II)}$  в зависимости от времени и концентрации используемого БАВ в концентрации  $10^{-13} \text{ г/дм}^3$ .

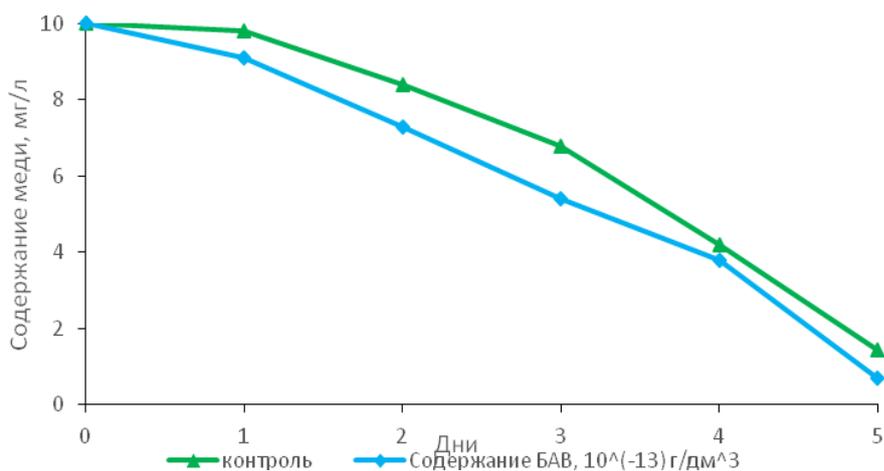


График зависимости содержания ионов меди в модельной воде от времени при исследовании диизопропилового эфира ДОБДФК в концентрации  $10^{-13}$  г/дм<sup>3</sup>

Очевидно, что наличие исследуемого БАВ способствует снижению остаточной концентрации ионов металла и, соответственно, увеличению эффективности извлечения последних из водной среды. Кроме того, в экспериментах с внесением адекватных доз исследуемого БАВ, но без наличия ионов меди, наблюдается интенсивный прирост биомассы хлореллы по сравнению с контрольным образцом. Данное обстоятельство, по всей видимости, способствует более интенсивному снижению остаточной концентрации ионов  $\text{Cu(II)}$  в растворе.

При внесении исследуемого БАВ в модельные растворы и достижении последним концентраций  $10^{-13}$  г/дм<sup>3</sup> наблюдались аналогичные тенденции изменения концентрации ионов меди. Остаточная концентрация ионов  $\text{Cu(II)}$ , а также прирост биомассы микроводоросли хлорелла после 5 суток эксперимента в присутствии различных доз БАВ приведена в таблице.

Значения остаточного содержания ионов меди и прироста биомассы *Chlorella vulgaris* в присутствии диизопропилового эфира 1–диметилгидразинотолуол–3–окса–4–бензиллол–7–диметилгидразин фосфоновой кислоты в различных концентрациях

Концентрация БАВ, г/дм <sup>3</sup>	Остаточное содержание ионов $\text{Cu(II)}$ , мг/дм <sup>3</sup>	Прирост биомассы хлореллы, %
$10^{-10}$	1,6	186,7
$10^{-11}$	1,51	182,6
$10^{-12}$	1,3	356,6
$10^{-13}$	0,7	400
$10^{-14}$	2,5	153,1
$10^{-15}$	2,9	157,9
контроль	1,51	250,2

Таким образом, проведенные исследования показывают, что диизопропиловый эфир ДОБДФК в сверхнизких концентрациях

стимулирует рост микроводоросли *Chlorella vulgaris* и способствует снижению остаточной концентрации ионов меди в присутствии последней.

#### Литература

1. Седова Т.В. Основы цитологии водорослей / Т. В. Седова – Л.: Наука, 1977. – 172 с.
2. Нагорнов С.А. Исследование условий культивирования микроводоросли хлорелла в трубчатом фотобиореакторе / С.А. Нагорнов // Вестник ТГТУ. – 2015. – № 4. – С. 1-3.
3. Аужанова Н.Б. Морфологическая и систематическая характеристика хлореллы. Ее производство и применение / Н.Б. Аужанова // Химико-биологические науки. – 2014. – № 1. – С. 113-118.
4. Дворецкий Д.С. Технология получения липидов из микроводорослей / Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, М.С. Темнов. – Тамбов: Изд – во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 103 с.
5. Хлорелла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.armoniainterna.ru>, свободный.
6. Водоросль хлорелла [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/239139/hlorella---eto-vodorosl-hlorella>, свободный.
7. Джамолов Ф.Б. Интенсификация роста микроводоросли *Chlorella vulgaris* с использованием фосфорорганических соединений в низких концентрациях / Ф.Б. Джамолов, А.А. Фазулина, А.С. Матвеев, С.В. Фридланд // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 8. – С. 143-146.
8. Aksu Z. A comparative study for biosorption characteristics of heavy metal ions with *C.vulgaris* / Z. Aksu, T. Kutsal // Environmental Technology. – 1990. – vol. 11. - № 10. - P. 979-987.
9. Harris P.O. Binding of metal ions by particulate biomass derived from *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* / P.O. Harris, G.J. Ramelow // Environmental Science and Technology. - 1990. – vol. 24. - № 2. – P. 220–228.

**A.A. Fazullina, E.A. Chaptarova, S.V. Friedland**

KNRTU, Kazan, Russia

#### **INTENSIFICATION OF REMOVAL OF COPPER IONS IN SUPER-LOW CONCENTRATIONS FROM MODEL SOLUTIONS USING *CHLORELLA VULGARIS* AND BAS**

The extraction of copper ions from model solutions by *Chlorella vulgaris* microalgae cells and the possibility of intensifying the process through the use of a biologically active substance, 1-dimethylhydrazinotoluene-3-oxa-4-benzylol-7-dimethylhydrazine phosphonic acid (DOBDFFA), was investigated. It was found that the use of this reagent in ultra-low concentrations contributes both to the growth of microalgae biomass and an increase in the degree of removal of Cu (II) ions.

Keywords: *Chlorella vulgaris*, Cu (II) ions, biologically active substance, purification.

**Д.А. Хахулин, А.Л. Подольский**

Кафедра экологии, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, Россия

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ г. САРАТОВА**

В публикации приводятся предварительные результаты анализа экологической целесообразности организационно-планировочной структуры г. Саратова. Дается краткий анализ каждого из семи компонентов экологичности урбосреды в свете концепции экологической безопасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, урбосреда, организационно-планировочная структура города

Концепция экологической безопасности урбосреды предполагает существование экологичной организационно-планировочной структуры города [1]. Саратов – крупный город на юго-востоке Европейской части Российской Федерации, административный центр Саратовской области и Саратовского района. Население составляет около 845 тыс. жителей, площадь 394 км<sup>2</sup> [2]. В данной работе приводятся предварительные результаты анализа экологичности городской среды Саратова.

Первым компонентом экологичности любой урбосреды является наличие элементов природного ландшафта и растительности, а также искусственно созданных парковых зон, которые в совокупности обеспечивают, во-первых, хороший дренаж, в случае подтопления городских улиц после сильных ливней и во время снеготаяния; и, во-вторых, высокое биоразнообразие (помимо традиционного «набора» из бродячих собак и кошек, сизых голубей, домовых воробьев и грачей). Как известно, высокий уровень биоразнообразия обеспечивает стабильность функционирования экосистем, в том числе, и урбосреды [3].

Норма озеленения территории на 1 жителя в крупных городах России составляет 16 м<sup>2</sup>, а по гигиеническим нормам – даже 28 м<sup>2</sup> [4]. Норма площади озеленения городов, установленная Всемирной Организацией Здравоохранения, равна 50 м<sup>2</sup> городских зеленых насаждений в расчете на жителя. При этом площадь зеленых насаждений г. Саратова составляет всего 3 м<sup>2</sup> на 1 жителя (без учета природного парка «Кумысная поляна») [5]. Для сравнения: в Москве, в среднем, на одного жителя приходится 31 м<sup>2</sup> зеленых насаждений, а в Казани – 49 м<sup>2</sup>. За последние 40 лет было уничтожено большинство природных ландшафтов в черте города. Остались лишь видоизмененные антропогенной деятельностью парк Победы и пойма реки 2-я Гусёлка. Самой крупной искусственно созданной парковой зоной в городе является городской парк

культуры и отдыха «Лукоморье». Однако, из-за того, что кустарниковый ярус в пределах парка практически не развит, а травяной покров чрезвычайно беден либо отсутствует, разнообразие орнитофауны в гнездовое время сильно ограничено. Кроме того, на территории города находятся следующие искусственно созданные зеленые зоны среднего размера: парк культуры и отдыха «Липки», дендрарий НИИСХ Юго-Востока, ботанический сад СГУ им. Н.Г. Чернышевского. Однако две последние зоны закрыты для свободного доступа посетителей. Все остальные «парки» и «скверы» трудно принимать всерьез: они являются линейными посадками древостоя на оживленных улицах, либо крошечными саженцами, у которых шанс стать парками появится лет через 30. Чтобы отвечать требованиям времени, в городе необходимо в течение 5-6 лет ежегодно обустраивать 100 га парков и скверов. В реальности, площади зеленых насаждений в городе продолжают сокращаться вследствие бесконтрольной рубки и отсутствия должного ухода [5].

Второй компонент – территориальное разобщение жилых, промышленных и сервисных зон, т.е. грамотное зонирование, необходимое для снижения уровня шума и улучшения качества воздуха в городе. Если посмотреть на карту Саратова, можно увидеть, что промзона тянется от микрорайона Елшанка и Вольского тракта через весь город и заканчивается в Заводском районе. Таким образом, в Саратове качества воздуха и шумовое загрязнение в городе оставляет желать лучшего.

Третьей составляющей экологичности урбосреды является архитектурное планирование в плане сохранения исторического облика города, эстетической сочетаемости этажности и архитектурных стилей старой и новой застройки и обеспечения оптимальной продуваемости улиц воздушными массами. Начиная с 60-х годов XX века, в Саратове сделан упор на многоэтажное строительство. При этом целый ряд зарубежных городов со схожим населением и площадью делает упор на индивидуальное жилье и малоэтажные многоквартирные дома. В Саратове преобладает северо-западная роза ветров, но после того, как была нарушена взаимно-перпендикулярная дорожная сеть (ряд улиц разбит на фрагменты промышленными предприятиями и застройкой), в городе происходит застой воздушных масс, образование смога.

Четвертый элемент экологичности города – рациональная организация транспортного потока и наличия адекватной системы парковок в черте города, а также эффективной системы эвакуаторов для предотвращения транспортных заторов. В Саратове преобладают неширокие улицы. Когда была возможность расширить некоторые из них, этого не сделали (ул. Соколовая, Бол. Горная, Ново-Астраханское шоссе и др.). В международной практике, когда расширение улиц невозможно, предусматривается запрет или ограничение движения личного автотранспорта (например, в часы пик), а также доставка товаров и грузов

в ночные часы, что значительно снижает транспортную нагрузку. Кроме того, в городе напряженная ситуация с парковочными местами. Обычна параллельная парковка личных автомобилей на проезжей части (ул. Астраханская, Кутякова, Б. Садовая, Чернышевского, Московская, пр. Энтузиастов и др.), занимая одну полосу движения, что, вкуче с узостью улиц, создает серьезные транспортные заторы. По существующей международной практике, парковка на таких улицах должна быть запрещена. Транспортные заторы усугубляют загрязнение воздушного бассейна города, поскольку ДВС выбрасывает больше углеводородов на холостом ходу [6].

Пятым звеном экологической целесообразности является наличие инфраструктуры, необходимой для минимизации коммунальных и промышленных отходов посредством отдельного сбора и обеспечения их вторичной переработки. В Саратове, до заключения соглашения об организации деятельности по обращению с твердыми коммунальными отходами на территории Саратовской области между АО «Управление отходами» и Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области в декабре 2017 г., имелось некоторое количество контейнеров для ПЭТ и контейнеров для приема макулатуры. После заключения соглашения многие из них исчезли. Возможно, региональный оператор пытается грамотнее организовать отдельный сбор мусора, но факт остается фактом, на данный момент, эта сфера в Саратове практически отсутствует. Также в городе остро стоит проблема контроля и сбора опасных токсичных отходов (ртутные лампы, элементы питания). В отличие от сбора ПЭТ и макулатуры, масштабный прием опасных отходов от населения, на территории города, никогда не осуществлялся.

Шестым инфраструктурным элементом является использование альтернативной энергетики. В некоторых странах альтернативная энергетика получила широкое распространение. Например, в Китае и Германии возобновляемые источники энергии (ВИЭ) обеспечивают 25% потребностей энергоснабжения, в Великобритании – 30%, а в России всего 1%. В Саратовской области имеются несколько «солнечных ферм», а также планируется постройка ветряной электростанции [7,8]. Сам областной центр не может похвастаться этим, ВИЭ в городской черте отсутствуют, город снабжается электроэнергией, производимой ТЭЦ.

Седьмым компонентом экологичности города является хорошо разработанная всеобъемлющая система экологического образования и просвещения *широких слоев* населения через организацию регулярных массовых мероприятий и акций природоохранной направленности. Существующая система преподавания экологии школьникам и студентам и единичные акции явно недостаточны. Саратовский обл. музей краеведения также работает преимущественно с этой возрастной категорией.

Т.о., мы оцениваем состояние организационно-планировочной структуры г. Саратова, как неудовлетворительное, в плане обеспечения надлежащего экологического качества урбосреды. Необходимы большая заинтересованность и инициатива городских властей, включая не требующие специального финансирования организационные решения.

#### Литература

1. Подольский, А. Л. Экологически целесообразное градостроительство (на примере города Raleigh, США) // Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания: материалы III Всерос. науч.-практ. форума (Саратов, 10-12 октября 2012 г.). Саратов: Изд-во Саратов. гос. тех. ун-та, 2012. С. 94-96.

2. Официальный сайт администрации муниципального образования «Города Саратов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.saratovmer.ru/o\\_saratove/Saratov\\_now/](http://www.saratovmer.ru/o_saratove/Saratov_now/) (дата обращения: 20.02.2019).

3. Towards an integration of biodiversity-ecosystem functioning and food-web theory to evaluate connections between multiple ecosystem services / J. Hines, W.H. van der Putten, G.B. De Deyn et al. // Ecosystem Services: From Biodiversity to Society, Part 1. Advances in Ecological Research. 53. UK: Academic Press, 2015. P. 161-199.

4. СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200163> (дата обращения: 24.02.2019).

5. Баранов В.А. Состояние зеленых насаждений города Саратова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://samlib.ru/b/baranow\\_w\\_a/sostojaniezelenyhnasazhdenij.shtml](http://samlib.ru/b/baranow_w_a/sostojaniezelenyhnasazhdenij.shtml) (дата обращения: 24.02.2019).

6. Безопасность автотранспортных средств: Учеб. для вузов. / В.В. Ломакин, Ю.Ю. Покровский, И.С. Степанов, О.Г. Гоманчук. М: МГТУ «МАМИ», 2011. 299 с.

7. В Саратовской области заработали ещё две солнечные электростанции. – Режим доступа: <http://www.hevelsolar.com/about/news/v-saratovskoy-oblasti-zarabotali-eshchye-dve-solnechnye-elektrostantsii/> (дата обращения: 24.02.2019).

8. Радаев подписал с «УК «Ветроэнергетика» соглашение о намерениях построить ветропарк. – Режим доступа: [https://fn-volga.ru/news/view/id/97500?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop](https://fn-volga.ru/news/view/id/97500?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop) (дата обращения: 24.02.2019).

**D.A. Khakhulin, A.L. Podolsky**

Department of Ecology, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia

#### **INFRASTRUCTURE OF ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS IN THE CITY OF SARATOV: PRELIMINARY ANALYSIS**

The publication presents the preliminary results of the analysis of environmentally-friendly infrastructure in the city of Saratov. We offer a brief review of seven infrastructural components of the urban environment *sensu* the environmental safety concept.

Keywords: environmental safety, urban environment, urban organizational and planning structures

М.А. Чернова, Е.М. Баканова, Л.Н. Ольшанская

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАГНИТОСОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В работе исследован состав нового композиционного магнитосорбента на основе отходов окалины стальной пыли и парафина для очистки загрязненных вод от нефти и нефтепродуктов. Определены физико-химические (плавучесть, гидрофобность, смачиваемость) и сорбционные (нефтеемкость) свойства магнитосорбентов.

Загрязнение поверхностных водоемов углеводородами нефти происходит не только при аварийных разливах нефти, но и при промышленном производстве и переработке нефти, проведении регламентных работ, и др., что увеличивает техногенную нагрузку на экосистему (рис. 1) [1]. Поэтому особенно важным становится процесс оперативного удаления нефтяного загрязнения с поверхности воды. Экологические последствия нефтезагрязнений предсказать сложно, нарушаются важные процессы жизнедеятельности, протекающие в биосфере, изменяются условия обитания всех видов живых организмов, происходит накопление продуктов разложения нефти в биомассе. Нефть быстро покрывает поверхность вод плотным слоем пленки (1 т нефти загрязняет  $\approx 12 \text{ км}^2$ , а 1 т НП  $\approx 60 \text{ км}^2$ ). При этом изменяется воздухо-, влагообмен, уменьшается поступление солнечного света, что ведет к необратимым последствиям - к гибели фито-, зоопланктона и водоемов [2].



Рис. 1. Источники загрязнения нефтепродуктами [1]

Очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов (Н и НП) достаточно сложна, более перспективным направлением можно считать

применение различных методов, позволяющих извлекать данные поллютанты и использовать их повторно. При проведении таких мероприятий по ликвидации разливов Н и НП с поверхности водных сред необходимо опираться как на существующие способы удаления нефтезагрязнений [3-5] (механические, химические, физические, микробиологические), так и разрабатывать новые более дешевые, не требующие дорогостоящего оборудования и дефицитных реагентов. Наибольший интерес представляют достаточно эффективные сорбционные методы очистки. Сейчас в мире производится и используется для ликвидации разливов нефти около двух сотен различных нефтяных сорбентов, которые подразделяют на органические, природные органические и органоминеральные, а также синтетические. Качество сорбентов определяется главным образом их емкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности (ненамокаемости в воде), плавучести после сорбции нефти, возможностью десорбции нефти и регенерации или утилизации сорбента. За рубежом сорбенты используются давно и широко. Для России нефтяные сорбенты являются сравнительно новым продуктом, поэтому информация о них чрезвычайно ограничена и, как правило, имеет чисто рекламный характер. К сожалению, не то что популярной, но и специальной технической литературы по вопросу нефтяных сорбентов мало [1]. Вместе с тем, использование различных сорбентов для сбора Н и НП с поверхности водных сред позволяет достичь очистки до 98 %. В последнее время для этих целей широкое развитие находят магнитные сорбенты, которые обладают важным технологическим преимуществом - возможности быстрого и эффективного извлечения нефтезагрязнений из очищаемой среды с помощью магнитного поля [6]. Авторами [7, 8] разработаны сорбенты с магнитными свойствами на основе ферритизированного гальваношлама (размер частиц 41-66 нм) для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. В качестве связующих веществ использован парафин и ПСМ-1 – полимерный сорбционный материал, получаемый из отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) по специальной технологии, основанной на фазоинверсионном переходе полимера из жидкого состояния в твердое. Выбор данных веществ обусловлен присущими им свойствами. Парафин – нерастворим в воде, инертен по отношению ко многим химическим соединениям, имеет низкую плотность (0,880-0,915 г/см<sup>3</sup> при 15°C), температуру плавления (45-65 °C) и сродство к нефти и нефтепродуктам. ПСМ-1 обладает мелкодисперсной структурой, определяющей равномерное смешение порошкообразных компонентов, и, подобно парафину, за счет органической природы придает гидрофобность сорбенту, способствует улучшению адгезионных свойств по отношению к Н и НП.

Целью настоящей работы явилась разработка нового композиционного магнитосорбента (МС) на основе отходов окалины

стальной пыли (ООСП) и парафина (ПФ) для очистки загрязненных вод от нефти и нефтепродуктов и минимизации негативного воздействия предприятий нефтехимического профиля на гидросферу.

### Экспериментальные данные и их обсуждение

Объектами исследования служили: 1 – отработанное машинное масло марки «Motul»; 2 – нефть с предприятия ПАО «Саратовский НПЗ»; 3 – модельные системы воды с пленками нефти и НП на ее поверхности; 4 – отходы окалины стальной пыли (ООСП) ОАО «Трансмаш» (г. Энгельс) после обработки стальных изделий на машине плазменной резки – «Кристалл»; 5 – парафин (ПФ); 6 – МС при соотношении компонентов ООСП : ПФ =1:1.

На первом этапе проводили установление элементного состава стальной окалины с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра «Спектроскан Макс» фирмы СПЕКТРОН (Россия, Санкт-Петербург). Результаты исследования показали, что в наибольшем процентном соотношении в составе ООСП содержится железо  $Fe \approx 67\%$ , другие элементы Si, Mn, Al, Na, Mn, Cr, Ca составляют от 2,0 до 0,11 %. Это указывает на высокие магнитные свойства материала при изготовлении композиционного магнитного сорбента.

Определение токсичности ООСП проводили согласно методикам [9, 10], используя в качестве тест-объектов культуры рачков *Daphnia magna* и водоросли *Scenedesmus quadricauda* (рис. 2).



Рис. 2. Тест-объекты: а - *Daphnia magna*; б - *Scenedesmus quadricauda*

Критерием острой токсичности служила гибель 50 % и более дафний за 96 часов в исследуемой воде при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10 %. Исследование проводили в трех параллельных сериях, используя по 10 дафний в возрасте 6-24 часов. В качестве контроля использовали отстоянную водопроводную воду. Установлено, что в исследуемой водной вытяжке выживаемость дафний составила 100 %.

Определение острого токсического действия вытяжки на водоросли определяли по снижению уровня флуоресценции хлорофилла зеленых протококковых водорослей *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb. Для

биотестирования использовали альгологически чистую культуру водорослей, находящуюся в экспоненциальной стадии роста. Исследование проводили в двух параллельных сериях. Критерием острой токсичности является подавление уровня флуоресценции хлорофилла водорослей на 50 % и более по сравнению с контролем в течение 72 - часовой экспозиции. Полученные данные показали, что водная вытяжка не оказала острого токсического действия на водоросли.

Таким образом, биотестирование на двух тест объектах позволили установить, что ООСП не токсична и может быть использована в качестве компонента магнитосорбентов. На основании приказа Минприроды РФ № 536 от 04.12.2014 г., отход может быть отнесен к V классу опасности [11].

Для изготовления сорбционных материалов (СМ) отходы пыли направляли в смеситель, где смешивали с предварительно расплавленным (45-60 °С) парафином. После смешения смесь с парафином охлаждали до застывания, а затем измельчали (рис. 3). Полученные сорбенты представляют собой мелкодисперсный порошок и могут быть выполнены в виде хлопьев или гранул с размером 0,5-3,0 мм.



Рис. 3. Технологическая схема получения магнитосорбентов

**Плавуемость** МС определяли в течение 96 часов с контролем через каждые 24 ч. Навеску сорбента 0,5 г помещали в стакан объемом 50 см<sup>3</sup>, наполовину заполненный водой. Толщина слоя сорбционного материала в стакане составляла ~ 4 мм. По истечении 96 ч. оставшийся на плаву МС извлекали, сушили в течение 2 ч. при  $t \approx 105$  °С до постоянной массы, по разнице веса определяли количество утонувшего сорбционного материала [12]. В результате была установлена 99 % плавуемость сорбента. Благодаря гидрофобности парафина, магнитосорбент длительно оставался на поверхности воды, что позволяет создать необходимый резерв времени для ликвидации аварийных разливов нефти и ее продуктов и извлечения сорбента с поглощенным поллютантом.

**Смачиваемость** является основной характеристикой гидрофобных материалов. Её определяли путем измерения краевого угла смачивания сидящей капли воды на поверхности сорбента. Исследуемый сорбент насыпали на фильтровальную бумагу, затем на его поверхность наносили воду, фотографировали по профилю и определяли угол смачивания

величина которого составила  $130^\circ$ , что больше  $90^\circ$  и указывает на гидрофобность сорбентов [12].

В аналогичных экспериментах отработанное машинное масло и нефть практически сразу впитывались магнитосорбентом не образуя сидящей капли, что свидетельствует об их **олеофильности**.

Для установления **водопоглощения** три образца МС взвешивали и помещали в испытательный контейнер объемом  $1 \text{ дм}^3$ , наполовину заполненный водой и установленный на магнитную мешалку. Через 15 минут образцы извлекали, взвешивали, и определяли водопоглощение (ВП, г/г) [12]:

$$\text{ВП} = \frac{m_{\text{сорб.}} - m_c}{m_c},$$

где  $m_c$  – начальная масса сухого сорбента, г;  $m_{\text{сорб.}}$  – масса сорбента с поглощенной водой, г.

Установленная средняя низкая величина водопоглощения ( $0,108 \text{ г/г}$ ) подтвердила гидрофобные свойства и возможность рекомендовать выбранный состав для изготовления магнитосорбента.

**Нефтеемкость** МС (НЕ, г/г) определяли по разнице начальной массы сухого сорбента ( $m_c=0,5 \text{ г}$ ), помещенного в упаковку из капрона ( $m_0=0,5 \text{ г}$ ) до и после контакта с машинным маслом (интервал 5 мин) и последующего полного стекания избыточного количества нефтепродуктов [13]:

$$\text{НЕ} = \frac{m_{\text{сорб.}} - m_c - m_0}{m_c},$$

где  $m_{\text{сорб.}}$  – масса сорбента в капроновой упаковке с поглощённым нефтепродуктом, г.

Полученные результаты представлены в таблице.

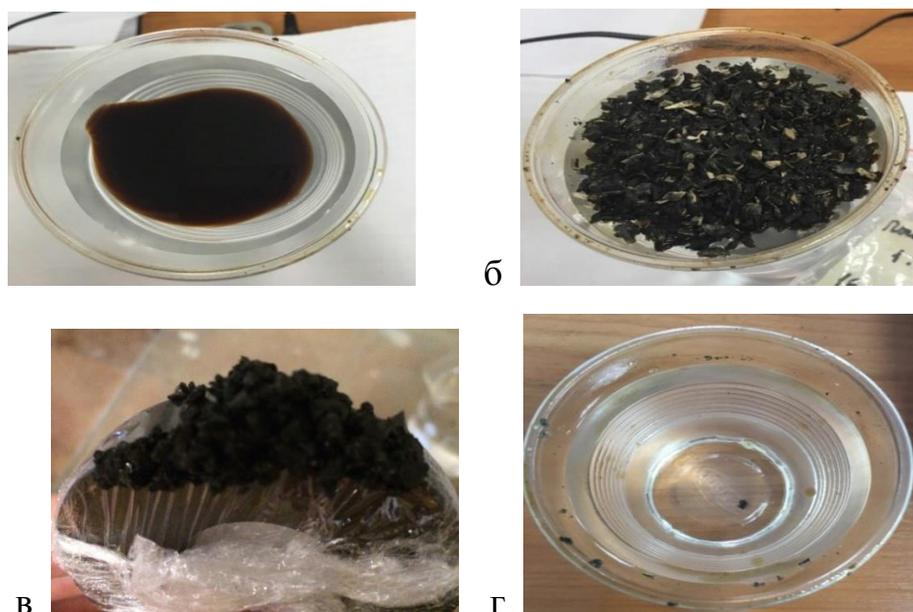
Таблица 1

Данные по нефтеемкости МС

Серия / t, мин	5	10	15	20	30	40
1	0,926	1,050	1,354	1,384	1,712	1,802
2	1,102	1,254	1,406	1,470	1,578	1,606
3	1,586	1,784	1,870	1,992	2,266	2,270
Средние значения	1,179	1,363	1,543	1,615	1,852	1,893
ДИ, 95%	0,849	0,941	0,706	0,817	0,906	0,847
Стандартное отклонение	0,342	0,379	0,284	0,329	0,365	0,341
Стандартная ошибка средней	0,197	0,219	0,164	0,190	0,211	0,197

Наибольший интерес для магнитных сорбентов представляют исследования сорбции нефти и нефтепродуктов с поверхности воды. Известно, что поглощение нефтепродуктов сорбентом является сложным физико-химическим процессом, включающим такие явления, как адсорбция, адгезия, капиллярные явления, заполнение межзёренных пространств. Для установления влияния толщины пленки нефтепродуктов на величины сорбционной емкости проводили разлив 1-4 г нефти или отработанного машинного масла на поверхности воды (рис. 5 а). Затем

насыпали сорбент с избытком и фиксировали его массу (рис. 5 б). Выдерживали время сорбции в течение 7 мин. Затем насыщенный магнитосорбент собирали с помощью постоянного магнита (рис. 5 в). В результате эксперимента получали очищенную воду (рис. 5 г). Эксперимент проводили в 3 параллельных сериях. Полученные усредненные данные по сорбции нефтезагрязнений сорбентом представлены в таблице 2.



Ри.5. Очистка загрязненной воды от машинного масла: а – вода загрязненная НП; б – загрязненная вода с МС; в – МС, собранный магнитом; г – очищенная вода

Таблица 2

Влияние толщины пленки Н и НП на сорбцию (г/г) магнитосорбентом

Толщина пленки, мм	масло	нефть
0,5	1,51	2,09
1,5	3,69	4,93
2,5	5,67	6,55
3,5	8,24	9,24

По завершении процесса сорбции Н и НП сорбентами, поглощенные вещества извлекаются методом центрифугирования [14] или на вакуум-фильтрах. Это позволяет повторно использовать НП, а также регенерировать сорбенты с возможностью их повторного использования. По истечении способности к сорбции/десорбции (после ~ 5-7 циклов регенерации) материалы подвергаются утилизации, например, пиролизом с получением тепловой энергии или в качестве смолистых добавок в асфальтовые смеси при производстве дорожных покрытий [15]. При этом порошок отходов окаины стальной металлической пыли, образующийся

на конечной стадии пиролиза, может быть возвращён в процесс получения магнитосорбентов.

### Заключение

1. Предложен состав и способ получения магнитосорбента (МС) на основе отходов производства – окалина стальной пыли со связующим парафином для удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности загрязненных вод.

2. Биотестирование на двух тест объектах (рачки *Daphnia magna* и водоросли *Scenedesmus quadricauda*) позволило установить, что отходы стальной пыли нетоксичны и могут быть использованы в качестве компонента магнитосорбентов.

3. Исследованы физико-химические свойства полученного сорбента. Установлены: высокая гидрофобность – краевой угол смачивания  $130^{\circ}$ ; хорошая плавучесть МС - 99 %; низкое водопоглощение 0,108 г/г, что подтверждает гидрофобность материала; удовлетворительная нефтеёмкость –  $1,89 \pm 0,34$  г/г.

4. Сорбционное равновесие достигается за первые 10 - 20 мин. контакта материала с Н и НП, на сорбцию оказывает влияние природа и толщина слоя нефтепродуктов. Максимальная сорбционная емкость достигается при толщине пленки  $3,5 \pm 0,15$  мм.

### Литература

1. Нефтяные сорбенты: рекламные иллюзии и реальные перспективы / В.Ж. Аренс, О.М. Гридин, А.О. Гридин, В.М. Кондрашенко.- Электронный ресурс <https://forum.integral.ru/> (обращение июнь, 2018 г.)

2. Демельханов, М.Д. Экологические последствия разливов нефти / М.Д. Демельханов, З.П. Оказова, И.М. Чупанова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 91 – 94.

3. Генцлер, Г.Л. Очистка сточных вод в нефтеперерабатывающей промышленности / Г.Л. Генцлер, А.М. Шарков // Экология и промышленность России. – 2004. – № 10. – С. 15 - 17.

4. Жуков, Д.В. Кинетические закономерности биодеградации алифатических углеводов бактериями *Rhodococcus ruber* и *Rhodococcus erythropolis* / Д.В. Жуков, В.П. Мурыгина, С.В. Калужный // Прикладная биохимия и микробиология. -2007.- Т. 43, № 6.- С.657-663.

5. Аренс, В.Ж. Нефтяные загрязнения: как решить проблему / В.Ж. Аренс., О.М. Гридин, А.Л. Яншин / Экология и промышленность России.- 1999.- сентябрь.- С. 33 - 36.

6. Пат. 2226126 Российская Федерация, МПК В01J20/16, В01J20/26. Пористый магнитный сорбент / Тишин А.М., Спичкин Ю.И.; заявитель и патентообладатель ООО «Перспективные магнитные технологии и консультации». – № 2002135353/15, заявл. 30.12.2002; опубл. 27.03.2004, Бюллетень № 9 // [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru).

7. Очистка нефтесодержащих сточных вод магнитосорбентами на основе ферритизированного гальваношлама / И.В. Долбня, Е.А. Татаринцева, И.Г. Шайхиев, К.В. Козьмич, М.В. Комисаренко // Вестник технологического университета. - 2016. – Т. 19. - № 23. – С. 154-156.

8. Разработка сорбента с магнитными свойствами на основе гальваношлама для

ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов / И.Н. Долбня, Е.А. Татаринцева, Е.А. Бухарова, Л.Н. Ольшанская // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2018.- № 4. - С.42 – 44. ISSN 0023-1126.

9. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности плодovitости дафний [текст]: Федеральный реестр. –М.: Акварос. -2007. – 35 с.

10. Методика определения токсичности воды и вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей: Федеральный реестр.-М.: Акварос, 2007.–35 с.

11. Об утверждении критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду [текст]: приказ Минприроды России № 536 от 4 декабря 2014 г.

12. Бухарова, Е.А. Сорбционные материалы на основе отходов полиэтилентерефталата и соединений графита для очистки сточных вод: дис...канд. техн. наук: 05.17.06 / Бухарова Екатерина Александровна. – Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2015. – 161 с.

13. Современные методы анализа и средства измерения сорбционных свойств магнитосорбентов / И.В. Долбня, Е.А. Татаринцева, К.В. Козьмич, Л.Н. Ольшанская // Стандартные образцы.– 2017. – № 1. – С. 43 - 55.

14. Центрифугирование как способ регенерации поглощённой нефти сорбентом «ГРИНСОРБ» / М.А. Иванова, Р.Т. Муртазина, Л.А. Зенитова // Вестник Казанского технологического университета.- 2012.- Т. 15. – № 21.– С. 127 -129.

15. Артемов, А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений / А.В. Артемов, А.В. Пинкин // Вода: Химия и экология. – 2008. – № 1. – С. 18 - 24.

**М.А. Chernova, ЕМ, Bakanova, L.N. Olshanskaya**

Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.

## **COMPOSITE MAGNETOSORBENT FOR WATER CLEANING FROM PETROLEUM PRODUCTS**

In this work, the composition of the new composite magnetosorbent based on waste of steel dust and paraffin scale for cleaning polluted water from oil and oil products was investigated. The physicochemical (buoyancy, hydrophobicity, wettability) and sorption (oil capacity) properties of magneto sorbents are determined.

**М.Ю. Грищенко, М.И. Варенцов, П.Г. Михайлюкова**

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет

**АНАЛИЗ ОСТРОВА ТЕПЛА МОСКВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ РАЗНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО  
РАЗРЕШЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ КЛИМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В статье представлены результаты сопоставления данных 4 типов в контексте анализа острова тепла Москвы: данные контактных измерений; результаты мезоклиматического моделирования; тепловые космические снимки низкого пространственного разрешения; тепловые космические снимки высокого пространственного разрешения. Результаты показали хорошее согласование космических данных друг с другом при невысоких коэффициентах корреляции между космическими данными и результатами моделирования.

Ключевые слова: городской остров тепла; Москва; Landsat; MODIS; мезоклиматическое моделирование.

**Введение**

Москва является крупнейшим мегаполисом Европы. Для неё, как и для всех крупных городов, характерно формирование своеобразного городского местного климата и ярко выраженного эффекта городского острова тепла [1]. Далеко не все особенности городского климата Москвы хорошо изучены, несмотря на значительную актуальность этой проблемы. Тем не менее, изучению острова тепла Москвы и другим местным климатическим особенностям посвящено значительное число работ, в отличие от большинства других российских городов. Это обстоятельство, в сочетании с достаточно хорошей оснащённостью города гидрометеорологическими данными, позволяет рассматривать Москву как базовый модельный город для отработки методов и закономерностей.

**Материалы и методы**

Уникальность Москвы в качестве объекта исследования городской климатологии заключается в наличии достаточно плотной сети пунктов метеорологических наблюдений. Многолетние наблюдения ведутся на метеостанциях ФГБУ «Центральное УГМС» и других ведомств. Несколько станций расположено в пределах города, включая станцию Балчуг в центре города, станцию ВДНХ и метеорологическую обсерваторию МГУ. Относительно недавно появились и продолжают расширяться сети

автоматических метеостанций (АМС) ФГБУ «Центральное УГМС» и автоматических станций контроля качества загрязнения атмосферы (АСКЗА) ГПБУ «Мосэкомониторинг». Данные измерений последних следует использовать с осторожностью, так как они не соответствуют стандартам метеорологических наблюдений – высота измерений температуры составляет для АСКЗА 4 м.

В качестве аэрокосмических данных использованы снимки съёмочных систем MODIS, ETM+ и TIRS.

Съёмочная система MODIS работает на спутниках Terra и Aqua и осуществляет съёмку в 36 каналах видимого, ближнего, среднего и теплового инфракрасных диапазонов спектра. Для изучения острова тепла важны данные каналов 31 и 32 (10,78–11,28 и 11,77–12,27 мкм соответственно), в которых фиксируется интенсивность теплового излучения земной поверхности, и которые приходятся на диапазон, соответствующий максимуму собственного излучения Земли (10–12 мкм). На основе данных этих каналов рассчитывают значения температуры земной поверхности, которые предоставляются конечному пользователю в растровой форме через портал EarthDATA NASA. В нашей работе использованы растры значений температуры земной поверхности MOD11A1 и MYD11A1. Пространственное разрешение этих растров составляет 1 км. Съёмка территории Московского региона ведётся четыре раза в сутки.

В то же время, в открытом доступе имеются тепловые космические снимки существенно более высокого пространственного разрешения, использование которых для изучения городского климата открывает некоторые перспективы. На сегодняшний день максимальное пространственное разрешение тепловых снимков, имеющих в открытом доступе, составляет 60 м (съёмочная система ETM+) и 100 м (съёмочная система TIRS). Эти съёмочные системы работают на спутниках серии Landsat. Съёмка территории Московского региона осуществляется раз в 8 дней в спектральном диапазоне 10,4–12,5 мкм (съёмочная система ETM+) и в двух каналах в пределах диапазона 10,6–12,5 мкм: 10,6–11,2 мкм и 11,2–12,5 мкм (съёмочная система TIRS). При работе со снимками съёмочной системы TIRS выбран спектральный диапазон 10,6–11,2 мкм как полностью попадающий в диапазон максимального собственного излучения Земли. По полученным снимкам рассчитаны значения температуры земной поверхности по стандартной методике, предложенной разработчиками программы Landsat [2–4].

Для моделирования метеорологического режима Московского региона использована региональная климатическая модель COSMO-CLM [5] – адаптированная для продолжительных расчетов версия модели атмосферы COSMO [6]. В модели осуществляется численное решение негидростатической системы уравнений гидротермодинамики для

атмосферы при заданных начальных и граничных условиях. В рамках блока TERRA моделируется термический и влажностный режим деятельного слоя подстилающей поверхности с учётом процессов тепло- и влагообмена в почве, эвапотранспирация и других [7]. Модель COSMO используется в оперативном режиме для численного прогноза погоды во многих странах мира, в том числе в России [8].

### **Результаты и их обсуждение**

Произведено сравнение четырех видов данных для Московского региона с целью изучения взаимосвязей между ними и определения, какие типы местных климатических особенностей они иллюстрируют; а именно, сравнивались космические данные о температуре поверхности высокого разрешения (тепловые снимки со спутников серии Landsat) и низкого разрешения (тепловые снимки съёмочной системы MODIS), данные прямых наблюдений за температурой воздуха и результаты модельных расчетов с помощью модели COSMO-CLM.

Сравнение проведено на примере двух летних безоблачных дней 2015 г., для которых доступны подходящие для анализа снимки Landsat. Методика сравнения ранее была отработана для космических данных низкого разрешения MODIS [9].

Результаты сравнения показали достаточно хорошее согласие между данными Landsat и MODIS по абсолютным значениям температуры поверхности и её пространственному распределению. В частности, оба вида данных показывают ярко выраженный поверхностный остров тепла Москвы. Однако, между ними есть и различия: данные Landsat показывают значительно большую пространственную изменчивость температуры поверхности и более высокие значения температуры для урбанизированных территорий. Максимальные различия наблюдаются для центральных районов города: для них разность температур между данными Landsat и MODIS достигает 5 °С. Данные коррелированы, но связь не идеальная ( $R^2 \approx 0,75$ ), а коэффициенты наклона линии тренда значительно отличаются от единицы ( $k \approx 1,25$ ).

Важной особенностью космических данных высокого разрешения является возможность изучения микромасштабной изменчивости температуры поверхности. Для её анализа рассмотрены значения стандартного отклонения температуры поверхности внутри ячеек сетки 1×1 км. Значения стандартного отклонения температуры поверхности превышают 5 °С. Таким образом, микромасштабная изменчивость температуры поверхности соизмерима по порядку величины с интенсивностью поверхностного острова тепла. Наибольшая микромасштабная изменчивость характерна для границ урбанизированных территорий и лесопарковых зон (что ожидаемо), для отдельных районов города за пределами его центральной части, а также для отдельных загородных ячеек.

Важно отметить близость пространственной структуры поля температуры поверхности для двух различных дней, как по данным Landsat, так и MODIS. Коэффициенты детерминации тренда в обоих случаях составляют примерно 0,8. Это позволяет говорить о типичности результатов для рассматриваемых условий (безоблачный летний день).

Мезомасштабная региональная климатическая модель COSMO-CLM в целом успешно воспроизводит поверхностный городской остров тепла, диагностируемый по космическим данным. Однако для загородных территорий модель существенно занижает наблюдаемую пространственную изменчивость температуры, а для города воспроизводит более высокие значения температуры поверхности по сравнению с данными Landsat и, тем более, по сравнению с данными MODIS. В результате корреляция между модельными и космическими данными не столь сильная,  $R^2$  не превышает 0,66 по всей области сравнения, и не превышает 0,4 для урбанизированных модельных ячеек. Такие результаты могут указывать как на неточность задания теплофизических и морфометрических параметров городской среды в модели, так и на неточности заложенных в модель физических параметризаций городской поверхности. Более детальное определение причин имеющихся расхождений между моделью и космическими данными требует более обстоятельного и комплексного исследования.

### **Выводы**

1. Воспроизведение моделью пространственной структуры поверхностного острова не столь успешно (согласно результатам сравнения модельных расчетов с тепловыми космическими снимками). Определение причин таких расхождений требует более детальных и комплексных исследований.

2. Космические данные низкого и высокого пространственного разрешения (MODIS и Landsat) хорошо согласуются друг с другом, однако данные Landsat показывают значительно более высокую пространственную изменчивость температуры поверхности, и более высокие её значения для городских условий.

3. Космические данные высокого пространственного разрешения (тепловые снимки Landsat) характеризуют высокую пространственную изменчивость температуры на микромасштабе: стандартное отклонение температуры поверхности в пределах ячеек  $1 \times 1$  км может превышать  $5^\circ\text{C}$ , что соизмеримо по порядку величины с интенсивностью поверхностного острова тепла.

### **Благодарности**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-00715 А.

## Литература

1. Климат Москвы в условиях глобального потепления / под ред. А.В. Кислова. Москва: Издательство Московского университета, 2017. 288 с.
2. Лялько В.И., Филиппович В.Е., Станкевич С.А., Мычак А.Г., Титаренко О.В. Влияние урбанизации на микроклимат городов (по материалам тепловых аэрокосмических съемок). Информационный отчет о НИР. Киев: ЦАКИЗ ИГН НАН Украины, 2014.
3. Science data users handbook: Landsat 7: Data products: Level 1G Product. NASA, 2011. [Официальный сайт НАСА]. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-7-science-data-users-handbook/> (дата обращения 19.02.2019).
4. Using the USGS Landsat 8 Product. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey: Landsat Missions. [Официальный сайт Геологической службы США]. URL: [http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php) (дата обращения: 19.02.2019).
5. Rockel B., Will A., Hense A. The regional climate model COSMO-CLM (CCLM) // Meteorol. Zeitschrift. 2008. V. 17. № 4. P. 347–348.
6. Baldauf M., Seifert A., Förstner J., Majewski D., Raschendorfer M., Reinhardt T. Operational Convective-Scale Numerical Weather Prediction with the COSMO Model: Description and Sensitivities // Mon. Weather Rev. 2011. V. 139. № 12. P. 3887–3905.
7. Doms G., Förstner J., Heise E., Herzog H.-J., Mironov D., Raschendorfer M., Reinhardt T., Ritter B., Schrodin R., Schulz J.-P., Vogel G. A description of the nonhydrostatic regional COSMO model. Part II: Physical parameterization // 2011. 153 pp.
8. Вильфанд Р.М., Ривин Г.С., Розинкина И.А. Система COSMO-Ru мезомасштабного краткосрочного регионального прогноза погоды Гидрометцентра России: первый этап реализации и развития // Метеорология и гидрология. 2010. № 8. С. 5–20.
9. Варенцов М.И., Грищенко М.Ю. Использование климатической модели и тепловых космических снимков для исследования острова тепла Москвы (лето 2015 г.) // Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Издательство ИГУ Иркутск, 2018. С. 519–521.

**Grishchenko M.Y., Varentsov M.I., Mikhaylyukova P.G.**

M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography

### **MOSCOW URBAN HEAT ISLAND ANALYSIS USING SATELLITE IMAGERY OF DIFFERENT SPATIAL RESOLUTION AND CLIMATIC MODELING RESULTS: FIRST RESULTS**

The paper presents the results of comparing data of 4 types in the context of the Moscow urban heat island analysis: in-situ data; results of mesoclimatic modeling; thermal satellite images of low spatial resolution; thermal satellite images of high spatial resolution. The results showed good agreement of satellite data with each other and low correlation coefficients between satellite data and modelling results.

Keywords: urban heat island; Moscow; Landsat; MODIS; mesoclimatic modeling

**М.Ю. Грищенко, В.А. Миронова, Н.В. Шартова**

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТРЁХДНЕВНОЙ МАЛЯРИИ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ**

В статье представлены результаты географического анализа вспышки трёхдневной малярии в Московском регионе в 1999-2008 гг. Используются космические снимки со спутников серии Landsat и методы пространственного анализа. Результаты показали, что использование космических снимков со спутников серии Landsat не позволяет достоверно разделить заселённые и незаселённые водоёмы. Кроме того, ни один из анализируемых в работе факторов, потенциально повышающих риск заражения малярией во время описываемой вспышки, не является значимым.

**Ключевые слова:** трёхдневная малярия; Московский регион; Landsat; пространственная корреляция

### **Введение**

Малярия – опасное инфекционное заболевание, с которым человечество борется с переменным успехом в течение длительного времени. В мире в целом наиболее широко распространена тропическая малярия, и именно на неё приходится наибольшее количество заболевших и летальных исходов. В умеренных широтах распространена трёхдневная малярия, которая была серьёзной проблемой в нашей стране до середины XX века. Крупные эпидемии малярии в СССР зафиксированы в первой половине XX века и более мелкие – во второй его половине. Следует иметь в виду, что малярия легко восстанавливается, в связи с чем необходим постоянный мониторинг потенциальных мест выплода малярийного комара. При ослаблении системы мониторинга, имевшем место в 1990-х годах, возможно возникновение новых вспышек. Последняя на данный момент вспышка в Московском регионе произошла с 1999 по 2008 гг., в ходе которой заболели 90 человек. Настоящая статья посвящена географическому анализу некоторых аспектов этой вспышки.

Переносчиками малярии в умеренных широтах являются комары рода *Anopheles*. Для успешного выплода малярийного комара необходимы, в первую очередь, повышенные значения температуры воздуха в мае-июне, а также наличие неглубоких не заросших водорослями водоёмов в качестве мест развития личинок. При современном развитии методов медико-географических исследований появляется возможность использовать космические снимки и методы пространственного анализа для оценки потенциальных мест выплода малярийного комара.

## Материалы и методы

В качестве источника информации о потенциальных местах выплода малярийного комара некоторые авторы используют космические снимки, точнее, рассчитанные на их основе показатели, такие как вегетационный индекс NDVI, температура земной поверхности LST, соотношение яркости в зелёном и ближнем инфракрасном каналах [1, 2]. Авторы таких работ рассчитывают эти показатели не на акватории анофелогенных водоёмов, а на весь исследуемый район. Авторами настоящей статьи выдвинута гипотеза: расчёт указанных показателей в пределах акваторий анофелогенных водоёмов позволит выявить зависимость между значениями показателей и заселённостью водоёмов личинками малярийного комара.

В качестве исходных материалов использованы космические снимки со спутников Landsat 5 и Landsat 7 за следующие даты: 11 мая 1998 г., 15 июня 1999 г., 26 мая 2003 г., 16 июня 2005 г., т.е. охвачен сезон, в который происходит выплод 1-й генерации *Anopheles*. Выбраны годы, за которые есть данные о заселении малярийным комаром водоёмов Московского региона и о случаях заражения на этой территории. По всем снимкам рассчитаны значения вегетационного индекса NDVI, температуры земной поверхности LST, соотношения яркости в зелёном и ближнем инфракрасном каналах (Green/NIR). Пространственное разрешение используемых снимков составляет 30 м в оптическом диапазоне. В тепловом диапазоне пространственное разрешение составляет 60 м у снимков со спутника Landsat 7 и 120 м у снимков со спутника Landsat 5. Водоёмы разделены по площади на 4 категории: менее 0,25 га; 0,25-0,5 га; 0,5-1 га; более 1 га, т.к. при указанном пространственном разрешении результаты расчётов индексов в пределах акватории водоёма зависят в том числе и от площади акватории.

Помимо этого, в настоящей работе сделана попытка с помощью методов пространственного анализа связать местоположение случаев заражения малярией с несколькими факторами, которые могли повысить риск заражения: с абсолютной высотой (для оценки приуроченности распространения малярийного комара к определённым высотным уровням), плотностью застройки (как с косвенным показателем заселённости и освоённости территории человеком), с плотностью коттеджного строительства (на котором были заняты мигранты из Таджикистана, где в рассматриваемый период малярия была распространена), с ландшафтными выделами, выделенными по ландшафтной карте Московской области [3] (для выявления приуроченности случаев заражения к определённым ландшафтным условиям).

## Результаты и их обсуждение

По каждому снимку отдельно для заселённых в рассматриваемый год и незаселённых в рассматриваемый год водоёмов рассчитаны средние значения показателей и стандартные отклонения (таблица).

Результаты расчётов статистических характеристик показателей, полученных по космическим снимкам. Расчёты проведены для заселённых и незаселённых анофелогенных водоёмов

Площадь	Показатель	Среднее значение показателя для заселённых водоёмов	Среднее значение показателя для незаселённых водоёмов	Стандартное отклонение показателя для заселённых водоёмов	Стандартное отклонение показателя для незаселённых водоёмов
более 1 га	NDVI	0,05	0,05	0,14	0,13
	LST	21,59	22,61	3,54	2,31
	Green/NIR	1,64	1,62	0,59	0,46
0,5-1 га	NDVI	0,19	0,19	0,14	0,13
	LST	23,28	23,21	3,65	3,95
	Green/NIR	1,10	1,08	0,37	0,34
0,25-0,5 га	NDVI	0,35	0,32	0,15	0,18
	LST	23,76	24,46	1,92	2,24
	Green/NIR	0,88	0,90	0,21	0,29
менее 0,25 га	NDVI	0,30	0,26	0,20	0,20
	LST	18,80	19,91	9,49	10,05
	Green/NIR	0,62	0,60	0,35	0,36

Результаты расчётов статистических характеристик показали, что снимок за 11 мая 1998 г. наименее репрезентативен с точки зрения дифференциации анофелогенных водоёмов. Наиболее репрезентативные результаты получены для крупных водоёмов для температуры земной поверхности и соотношения яркости в зелёном и ближнем инфракрасных каналах. Тем не менее стандартные отклонения во всех случаях весьма велики, что говорит о невозможности однозначно судить об эффективности использования рассматриваемых показателей для выявления потенциально заселённых малярийным комаром водоёмов Московского региона.

Помимо этого, проведён пространственный анализ с целью выявления связи между местоположением точек заражения и некоторыми факторами, потенциально влияющими на заражение малярией (рассчитана пространственная корреляция). Результаты получились следующие:

- 1) Связь с абсолютной высотой – отсутствует ( $r = -0,0039$ ).
- 2) Связь с плотностью застройки – не выражена ( $r = 0,46474$ ).
- 3) Связь с плотностью случаев коттеджного строительства – практически отсутствует ( $r = 0,29657$ ).
- 4) Приуроченность к ландшафтным выделам – не выражена.

## **Выводы**

1. Пространственная дифференциация рассматриваемой вспышки малярии не определяется ни одним из 4 проанализированных факторов, а определяется иными неочевидными факторами.

2. Применимость показателей NDVI, LST, Green/NIR для оценки анофелогенных водоёмов в Москве не доказана (хотя и не опровергнута). Однако, для анализа анофелогенных водоёмов городской территории применимость снимков такого пространственного разрешения (30-120 м), видимо, крайне ограничена.

3. Перспективный показатель для оценки анофелогенных водоёмов - LST. Его использование может быть актуальным в случае наличия тепловых снимков более высокого пространственного разрешения.

## **Благодарности**

Исследование выполнено за счёт средств гранта Российского научного фонда (проект № 17-77-20070 «Оценка и прогноз биоклиматической комфортности городов России в условиях изменения климата в XXI веке»).

## **Литература**

1. Dlamini S.L., Franke J., Vounatsou P. Assessing the relationship between environmental factors and malariavector breeding sites in Swaziland using multi-scale remotely sensed data // *Geospatial Health*. 2015. Vol. 10. No. 302. Pp. 88-98.

2. Hassan A.N., El Nogoumy N., Kassem H.A. Characterization of landscape features associated with mosquito breeding in urban Cairo using remote sensing // *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 2013. Vol. 16. Pp. 63–69.

3. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Под ред. И.И. Мамай. Смоленск: Изд-во СГУ, 1997.

**M.Y. Grishchenko, V.A. Mironova, N.V. Shartova**

M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography

## **USING THE METHODS OF SPATIAL ANALYSIS AND SATELLITE IMAGES TO IDENTIFY POTENTIAL SOURCES OF VIVAX MALARIA IN THE MOSCOW REGION**

The paper presents the results of a geographical analysis of a vivax malaria outbreak in the Moscow region in 1999–2008. Satellite images from the Landsat satellites and spatial analysis methods were used. The results showed that the use of Landsat satellite imagery does not allow reliably separating inhabited and uninhabited reservoirs. In addition, none of the factors analyzed in the work, potentially increasing the risk of contracting malaria during the outbreak described, is not significant.

Keywords: vivax malaria; Moscow region; Landsat; spatial correlation

**Т.А. Маркина, С.В. Бобырев**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ  
МЕЛКОВОДНОГО УЧАСТКА РУСЛА ВОЛГОГРАДСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА С УЧЁТОМ НАЛИЧИЯ ДОННЫХ  
ИСТОЧНИКОВ-РОДНИКОВ**

Проблема обмеления, зарастания и заиливания территории Волгоградского водохранилища сегодня особо актуальна. Подземные родники – источники холодной и чистой подземной воды – сдерживают цветение водоема. В работе представлено проектирование исследования наличия донных источников – родников с целью картографирования их местонахождения и последующей разработке рекомендаций природоохранных мероприятий мелководных участков Волгоградского водохранилища.

Ключевые слова: Волгоградское водохранилище, подводные родники, дебит.

Проблема обмеления Волги около Саратова была актуальна еще в 70-х гг. 19 в. во время весеннего половодья к берегам Волги наносилось большое количество песка, что затрудняло подход пассажирских и торговых кораблей к берегу. Данная проблема была решена в 60-х гг. 20 в. после проектирования и строительства Саратовской ГЭС. Однако в настоящее время процесс обмеления, зарастания и заиливания территории Волгоградского водохранилища вновь активизировался.

Основные источники питания Волги – талые воды, грунтовые и дождевые. Более 60 % годового стока составляют снеговые соединения. С апреля по июнь можно наблюдать половодье. Летом и зимой чаще всего наблюдается межень, при которой именно грунтовые воды позволяют Волге оставаться в целостности. Осенью происходят небольшие паводки.

Грунтовые воды обеспечивают благоприятное санитарное состояние водоема благодаря меньшей загрязненности подземных вод и более низкой температуре, что позволяет сдерживать обильное цветение водоема. Особенно благоприятно сказывается питание грунтово-напорными водами, которое обеспечивает значительный расход и проточность водоема.

Одним из источников грунтового питания являются подводные родники – восходящие источники, которые обязаны своим происхождением гидростатическому напору, характерному для артезианских бассейнов и склонов. Их выходы в виде бьющих вверх струй приурочены к основным краевым областям разгрузки артезианских бассейнов. Это могут быть эрозионные источники напорных вод или источники, пробивающиеся через относительно, слабопроницаемые отложения, перекрывающие водоносный горизонт, или восходящие по линии сброса, и др. [1].

Родники подобного типа малоизучены в связи с отсутствием карт местонахождения подводных родников и оборудования для определения дебита источников, а также необходимости сложных и дорогостоящих исследований дайвинг-технологий.

Таким образом, целью данного исследования являлось проектирование на основе ГИС-технологий мелководного участка русла Волгоградского водохранилища с учетом наличия донных источников-родников.

Методика поиска подводных карстовых источников предложена Е.Н. Батуриным [2], где предложен комплекс методов, представляющий собой 2 этапа исследований: предполевой (подготовительный) и полевой. Предполевой этап подразумевает анализ картографического материала (изучение гидрогеологических, геоморфологических, геологических, климатологических условий) с целью выявления и ограничения перспективных участков для исследования. Полевой этап включает в себя гидрогеохимические, гидрометрические, геофизические методы, а также маршрутные наблюдения.

Начальным этапом исследования подводных родников Волгоградского водохранилища является аэрофотосъемка и дешифрование аэрофотоснимком в зимний период, с целью выявления наличия полыней, а также наличия стока незамерзающих озер.

Приборная база и оборудование для проведения исследований включает в себя: гидрометрическая вертушка (рисунок 1.1) для измерения скорости потока, ОВП-метр (рисунок 1.2) для определения минерализации воды, термометр, глубинный пробоотборник (рисунок 1.3), оксиметр (рисунок 1.4), водонепроницаемая видеокамера, резиновая лодка.



1 – гидрометрическая вертушка



2 – ОВП-метр



3 – глубинный пробоотборник



4 - оксиметр

Рис. 1. Приборы и оборудование для проведения исследования

Поиск литературных данных, а также патентный поиск показал отсутствие прибора по измерению дебита подводных источников. Таким образом, мы предлагаем следующую возможную схему приспособления для замера дебита подводных родников. Она может быть представлена в виде трубы (1) с впаянным на уровне поверхности воды (5) запорным механизмом (2). Это позволит измерить скорость наполнения емкости (3)

известного объема. Данная конструкция может устанавливаться на месте выхода источника (4). После установления ламинарного режима внутри трубы, открывается запорный механизм (2) для заполнения емкости. По определению времени, затраченного на заполнении емкости известного объема, можно определить дебит подводного источника.

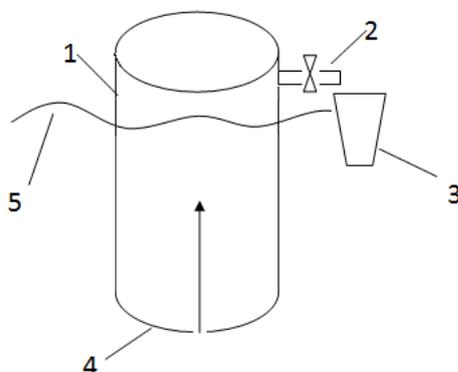


Рис. 2. Схема приспособления для замера дебита подводных родников:  
1 – труба; 2 – запорный механизм; 3 – емкость известного объема;  
4 – место выхода подводного родника; 5 – уровень поверхности воды

Комплексный подход по исследованию и картографированию подводных источников Волгоградского водохранилища позволит разработать рекомендации по природоохранным мероприятиям мелководных участков Волгоградского водохранилища с целью предотвращения или регенерации обмеления, зарастания и заиливания.

#### Литература

- 1.Короновский Н.В. Основы геологии: Учеб. для географ. спец. вузов/ Н.В. Короновский, А.Ф. Якушова. - М. Высшая школа, 1991 г. – 416 с.
- 2.Батурин Е.Н. Комплекс методов эффективного поиска подводных карстовых источников / Е.Н. Батурин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. - №5. – С. 56-64.

**T.A. Markina, S.V. Bobirev**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

#### **DESIGNING ON THE BASIS OF GIS-TECHNOLOGIES OF A SMALL-WATER PLOT OF THE BED OF THE VOLGOGRAD WATER RESERVOIR TAKING INTO ACCOUNT THE PRESENCE OF BOTTOM SOURCES**

The problem of shallowing, overgrowing and silting up the territory of the Volgograd reservoir is particularly relevant today. Underground springs - sources of cold and clean underground water - inhibit the flowering of the reservoir. The paper presents the design of a study of the availability of bottom sources - springs for the purpose of mapping their location and the subsequent development of recommendations for environmental protection measures in the shallow water areas of the Volgograd reservoir.

Keywords: Volgograd reservoir, underwater springs, flow rate

**З.А. Симонова, Д.С. Ершова**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ДЕРЕВЬЕВ**

Работа посвящена районированию территории г. Саратова по содержанию фотосинтетических пигментов в листьях *Ulmus parvifolia* и *Tilia cordata*. В ходе проведенного исследования было найдено содержание суммарного хлорофилла, хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов. Построены карты по содержанию фотосинтетических пигментов в листьях древесных растений на территории г. Саратова. По результатам было проведено зонирование территории г. Саратова по классам экологического состояния и определена зона природно-антропогенных нарушений.

Ключевые слова: экологическое состояние городской среды, картографирование, фотосинтетические пигменты

В настоящее время все большее внимание при функциональном районировании территории города и при разработке территориально дифференцированных мероприятий по поддержанию и улучшению экологического состояния городской среды уделяется экологическому картографированию, которое невозможно, с одной стороны, без широкого использования геоинформационных методов, с другой стороны, без данных экологического содержания [1]. Наилучшим показателем качества городской среды является состояние древесных растений, которые в течение многих сезонов вынуждены приспосабливаться к негативным воздействиям города [2]. Одним из наиболее полных и значимых показателей функционального состояния растений является количественная характеристика их фотосинтетического комплекса.

Нами в течение весеннего периода определялось количественное содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилла *a*, хлорофилла *b*, каротиноидов, суммарное содержание хлорофиллов) в листьях *Ulmus parvifolia* и *Tilia cordata*, произрастающих в различных административных районах г. Саратова: Ленинском, Кировском, Октябрьском, Волжском, Фрунзенском и Заводском. Было проанализировано 35 территориальных участка, расположенных в рекреационных зонах, санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, придорожных линиях городских автодорог. Фоновым участком служил район села Усовка Воскресенского района, который находится в 50 км от г. Саратова в северном направлении.

На основании данных по содержанию фотосинтетических пигментов в листьях *Ulmus parvifolia* и *Tilia cordata* при помощи геоинформационных программ Google Earth Pro и Golden Software Surfer нами были созданы

карты содержания пигментов в листьях городских деревьев в весенний период, дающие наглядное представление об экологическом состоянии городской среды. В качестве научной основы для построения карт использовалась ландшафтная карта г. Саратова, построенная в программе Google Earth Pro (рисунок 1).

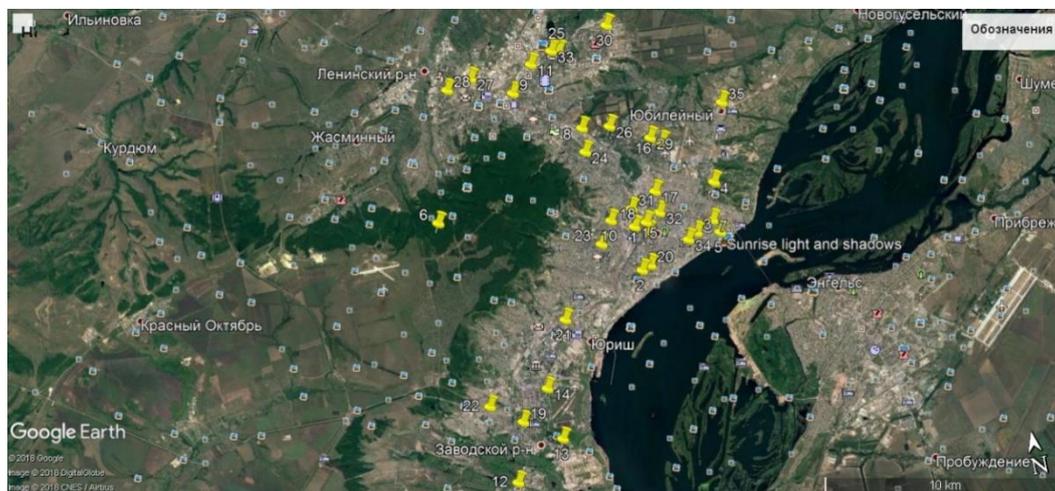


Рис. 1. Карта-основа для создания экологических карт с указанием районов исследования

Используя полученные данные и систему ранжирования нарушений экосистем по глубине и необратимости [3], мы провели деление городской территории по 4 уровням природно-антропогенных экологических нарушений – нормы, риска, кризиса и бедствия. В соответствии с этим было предложено выделить классы состояний и зоны нарушений, представленные в таблице. В качестве основного критерия выделения класса состояния городской среды использовалось отклонение в содержании пигментов в листьях вяза и липы по сравнению со значениями фоновой территории.

Ранжирование экологического состояния городской среды

Зона нарушений	Класс экологического состояния территории	отклонения в содержании пигментов от фоновых значений, %
зона экологической нормы	класс удовлетворительного благоприятного состояния среды	менее чем на 15 %
зона экологического риска	класс условно удовлетворительного (неблагоприятного) состояния среды	от 16 до 30 %
Зона экологического кризиса	класс неудовлетворительного (весьма неблагоприятного) состояния среды	от 31 до 50 %
зона экологического бедствия - катастрофы	класс катастрофического состояния среды	более чем на 51 %

Созданные нами карты (пример приведен на рисунке 2) отчетливо показывают количественное изменение фотосинтетических пигментов в листьях деревьев в зависимости от района произрастания.

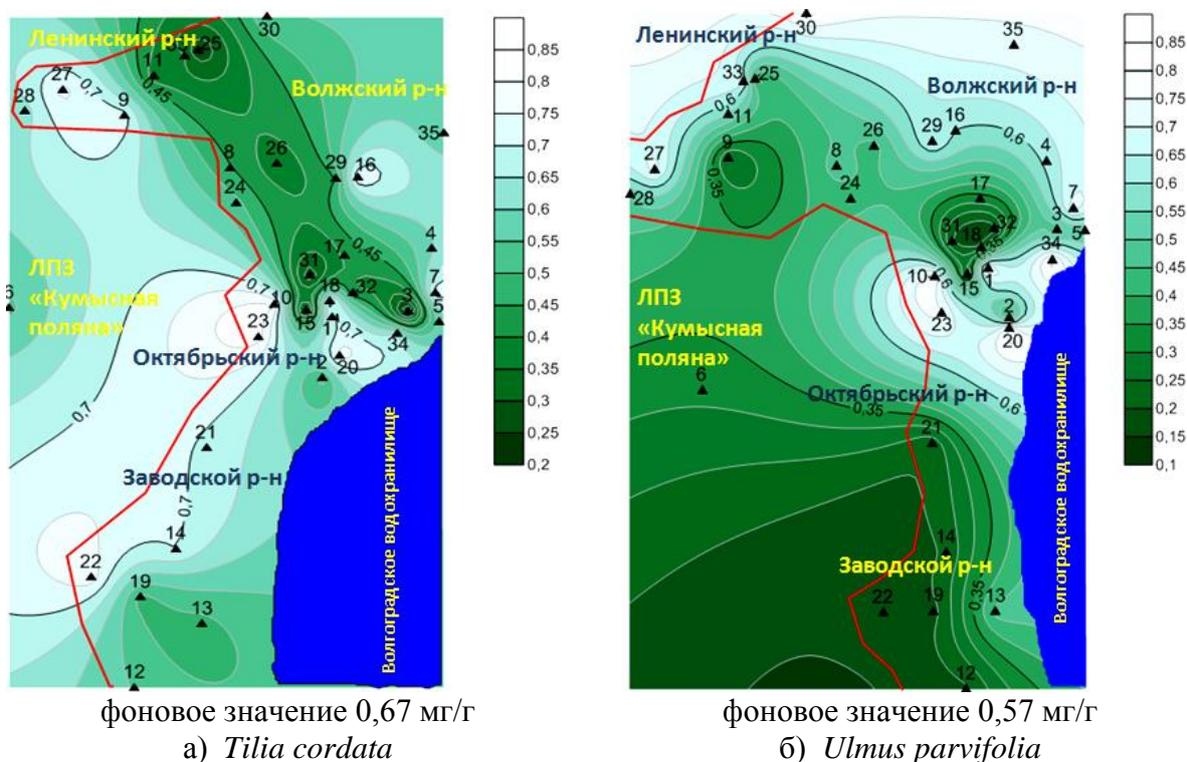


Рис. 2. Распределение хлорофилла *b* в листьях *Tilia cordata* и *Ulmus parvifolia* на территории г. Саратова

Анализ всех построенных экологических карт показал, что для *Tilia cordata* содержание всех фотосинтетических пигментов наиболее низкое в Кировском и Фрунзенском районах. Следовательно, пигментный комплекс липы в этих районах более сильно реагирует на негативное воздействие неблагоприятных факторов. В Октябрьском, Заводском и Волжском районе показатели содержания пигментов в основном были на уровне фонового значения или чуть выше. Повышенное содержание каротиноидов в Октябрьском, Заводском и Ленинском районе может говорить об адаптационной реакции, которая направлена на защиту пигментов хлорофилла от разрушения.

Для *Ulmus parvifolia* характерна иная картина. Содержание хлорофиллов было низким в основном в Заводском, Октябрьском и Кировском районах. Содержание каротиноидов, по сравнению с фоновым значением, были понижены в Волжском, Октябрьском и Ленинском районах.

Таким образом, проанализировав все построенные нами экологические карты, мы сделали вывод, что наиболее неблагоприятными

для произрастания обоих видов растений являются Ленинский и Кировский районы города.

Далее на основе разработанной шкалы и построенных экологических карт было проведено зонирование городской территории (рисунок 3), с помощью которого мы установили, что экологическое состояние среды города Саратова оценивается как условно удовлетворительное и соответствует зоне экологического риска.

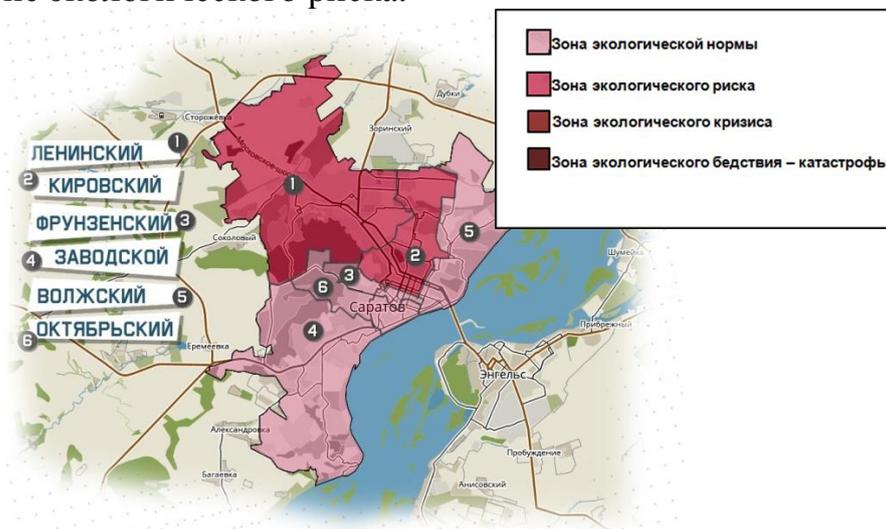


Рис. 3. Зонирование территории г. Саратова по классам экологического состояния территории

#### Литература

1. Заруцкая, И.П. Картографирование природных условий и ресурсов / И.П. Заруцкая, Н.В. Красильникова. – М.: Недра, 1988. – 300 с.
2. Симонова, З.А. Роль железосодержащих оксидаз в адаптации древесных растений к факторам городской среды (на примере города Саратова) / З.А. Симонова, Е.И. Тихомирова, И.С. Шайденко // Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. № 2(3). – С. 801–805.
3. Экологическая экспертиза и оценка воздействия на окружающую среду планируемой деятельности: метод. указания. Ч. 1 / под ред. М.В. Бузаевой, В.В. Савиных, О.В. Чемаевой. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 32 с.

**Z.A. Simonova, D.S.Ershova**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russia, Saratov

#### **ECOLOGICAL ZONING OF URBAN TERRITORY BY THE CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN LEAVES OF TREES**

The work is devoted to zoning the territory of Saratov on the content of photosynthetic pigments in the leaves of *Ulmus parvifolia* and *Tilia cordata*. The content of total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids was determined in the course of the study. Environmental maps on the content of photosynthetic pigments in the leaves of trees in urban

area were created. Zoning of urban territory by classes of ecological state was carried out according to the obtained results. The zone of natural-anthropogenic violations of the urban environment was defined.

Environmental mapping, state of urban environment, photosynthetic pigments

**С.В. Бобырев, Д.С. Скориков, Е.И.Тихомирова, Т.А.Маркина**

Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А., Россия

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЛКОВОДНОГО УЧАСТКА «ЧЁРНЫЕ ВОДЫ» ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

В работе представлен анализ основных принципов построения модели для описания экосистемы. Охарактеризованы основные составные части моделируемой экосистемы и взаимосвязь между ними. Проведено геоинформационное моделирование мелководного участка «Чёрные воды» левобережья Волгоградского водохранилища вблизи г. Маркс с использованием инструментальных средств Matlab + Femlab. Реализованы в геоинформационные составляющие, графика и анимация, алгоритмы имитационного моделирования экосистемы на исследуемом участке.

Ключевые слова: геоинформационные системы, математическое моделирование, экосистема, методы управления, обратная связь.

**Введение.** Компьютерные методы управления, являющиеся сложными системами, отработанные в современной промышленности, постепенно начинают применяться к управлению территориями при осуществлении рационального природопользования [1]. Этим занимается наука исследования операций, посвящённая «разумному поведению в неопределённых условиях», в частности – установлению критериев оптимальности и разработке методик управления по этим критериям [2]. Экосистема может быть представлена сложными многосвязными граф - моделью с вероятностными характеристиками (рисунок 1).

Экосистема, в сравнении с производственными системами, определена гораздо меньше. Кроме того, значительная часть процессов, идущих в ней, неизвестны, и потому рассматриваются как помехи. Другая часть процессов, хотя и известны, но не могут управляться регулятором экосистемы. Попытки использовать такие модели для управления реальными экосистемами наталкиваются как минимум на две проблемы обеспечения адекватности:

– упрощение модели за счёт снижения количества вершин (объектов) графа или исключения некоторых связей может привести искажению баланса между положительными и отрицательными (обратными) связями в системе, искажению переходных процессов, изменению целом;

– конечная точность задания констант, входящих в модель, приводит к недопустимым ошибкам вычислений и, во многих случаях к качественным изменениям характера решения. Например, устойчивая в реальности экосистема может представиться как неустойчивая при моделировании.

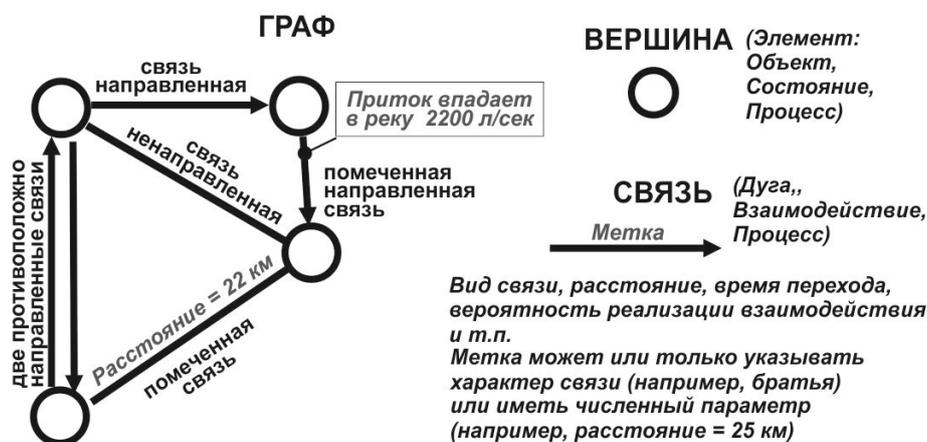


Рис. 1. Граф-модель

**Методические подходы.** Выход из этой ситуации видится в адаптивной методике разработки модели, заключающейся в её наращивании с проверкой адекватности на каждом шаге. Модель оценивается или по критериям изящества и непротиворечивости или по адекватности, когда точность её предсказания укладывается в требуемые границы. Управление территорией требует определения номенклатуры показателей состояния и установления их желаемых значений. Для экосистемы это – виды живых организмов и их количество. После этого анализируются возможные трофические цепи, и решается вопрос, могут ли эти цепи реализоваться в естественных условиях, или должны быть сформированы или дополнены искусственно. Для осуществления регулирования нужна адекватная модель, которая позволяла бы проигрывать результаты воздействия на экосистему (рисунок 2).

Такая модель управления экосистемы предполагает выделение из экосистемы абиотических и биотических составляющих, и рассмотрения человека как регулятора. Важнейшим показателем моделируемой экосистемы является её устойчивость. Устойчивость здесь может определяться по Ляпунову, т.е. через переходный процесс (рисунок 3).



Рис. 2. Экосистема как система управления



Рис. 3. Переходные процессы в простейшей системе управления

Такие переходные процессы можно получить только при представлении экосистемы моделью на основе линейного дифференциального уравнения:

$$a_0 \cdot x(t) + a_1 \cdot \frac{dx(t)}{dt} + a_2 \cdot \frac{d^2x(t)}{dt^2} = 0.$$

На практике, конечно, такое представление может считаться адекватным только в отдельных редких случаях. В реальности уравнения

оказываются нелинейными из-за наличия внутренних и внешних обратных связей (рисунок 4).



Рис. 4. Внешние и внутренние обратные связи, определяющие устойчивость экосистемы

**Результаты и обсуждение.** Устойчивость системы определяется наличием и взаимодействием в ней положительных и отрицательных обратных связей. Устойчивая экосистема при воздействии на неё возмущающих факторов через какое-то время переходит в новое состояние и остаётся в нём. Неустойчивая система при любом воздействии на неё переходит в некое предельное состояние, ограниченное количеством

расходуемого при этом ресурса. Например, вымирает вся рыба, исчезает вода, гибнут микроорганизмы. Причём амплитуда перехода не связана с амплитудой воздействия, которая может быть минимальной, но является как бы «спусковым курком» процесса.

Переходный процесс в неустойчивой системе может происходить по закону развития «катастрофы», т.е. лавинообразно (рисунок 5). При этом переходный процесс развивается за счёт высвобождения внутренней энергии, скрытой в системе (например, лесной пожар). Для прекращения катастрофического развития событий требуется большое количество энергии, которой пользователь экосистемы обычно не располагает. В результате экосистема может погибнуть полностью.

Особенностью моделей экосистем является присутствие географической информации, так что используется технология геоинформационного моделирования.

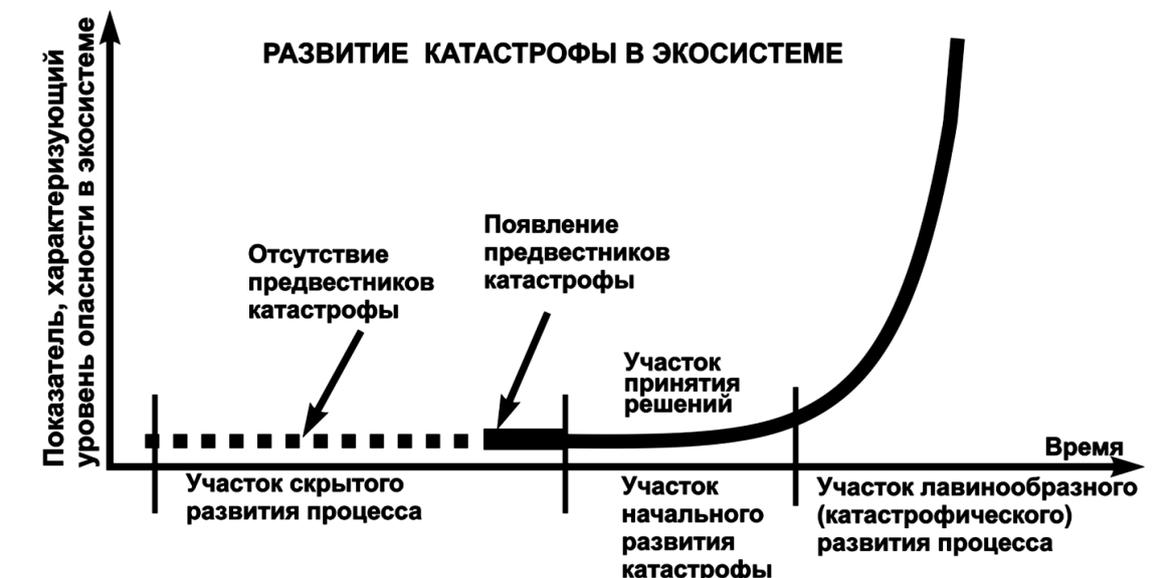


Рис. 5. Лавинообразный переходный процесс в нелинейной экосистеме.

В наших разработках инструментальным средством является Matlab + Femlab, позволяющие успешно реализовать в моделях геоинформационные составляющие, графику и анимацию, решение дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных), а также любые алгоритмы имитационного моделирования.

С использованием этих подходов были выполнены исследования мелководного участка «Чёрные воды» левобережья Волгоградского водохранилища вблизи г. Маркс. На рисунке 6 представлена визуализация геоинформационной модели этого мелководного участка.

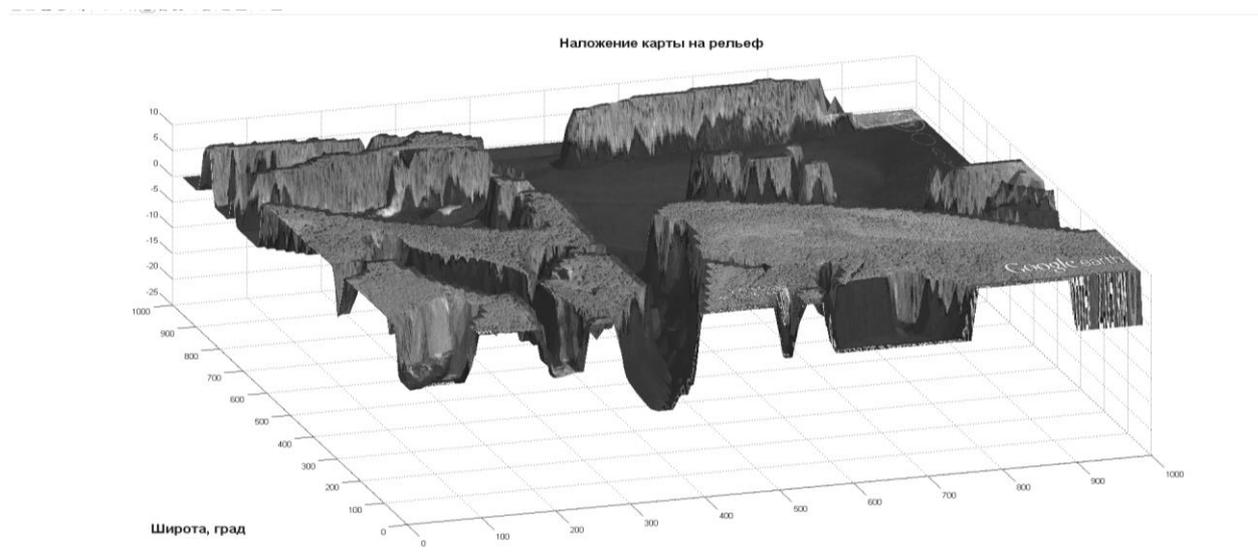


Рис. 6. Геоинформационная модель мелководного участка «Чёрные воды» левобережья Волгоградского водохранилища вблизи г. Маркс.

**Выводы.** Проведен анализ основных принципов, на которых строится модель для описания экосистемы. Описаны основные составные части моделируемой экосистемы и охарактеризована взаимосвязь между ними. Использование технологии геоинформационного моделирования с инструментальным средством Matlab + Femlab позволило реализовать в разрабатываемой модели геоинформационные составляющие, графику и анимацию, алгоритмы имитационного моделирования мелководного участка «Чёрные воды» левобережья Волгоградского водохранилища вблизи г. Маркс.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. – Саратов, 2013 – 224 с.
2. Розенберг, Г.С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. – Тольятти: Кассандра, – 2009. – С. 477.
- 3 Моделирование экосистем: оценка экологической безопасности с применением подходов вычислительной геометрии: учебник /С.В. Бобырев, А.В. Косарев, Е.И. Тихомирова, А.Л. Подольский; СГТУ имени Гагарина Ю.А. – Саратов: Орион, 2016. - 176 с.:ил.
- 4 Математическое и компьютерное моделирование в экологии: учеб. пособие /С.В. Бобырев, А.В. Косарев, А.Л. Подольский, А.А. Беляченко, Е.И. Тихомирова. Саратов: Сарат. гос. Техн. ун-т, 2014. 96 с.

**S.V. Bobyrev, D.S. Skorikov, E.I.Tikhomirova, T.A.Markina**

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

**GEO-INFORMATION MODELING SMALL-WATER PLOT “BLACK WATER” OF  
THE LEFT-BANK OF VOLGOGRAD WATER RESERVOIR**

The paper presents an analysis of the basic principles of building a model for describing an ecosystem. The main components of the modeled ecosystem and the relationship between them are characterized. Geoinformation modeling of the shallow water “Black Waters” section of the left bank of the Volgograd reservoir near the city of Marx was carried out using the Matlab + Femlab tools. Implemented in geo-informational components, graphics and animation, algorithms for simulation of ecosystems in the study area.

Keywords: geographic information systems, mathematical modeling, ecosystem, management methods, feedback.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения урбосистем.....</b>	<b>3</b>
<i>Абросимова О.В., Посненкова О.М., Рычева Л.А.</i>	
Оценка влияния качества окружающей среды на уровень артериального давления и распространение сердечнососудистых заболеваний среди жителей города Саратов .....	3
<i>Анохина Т.В., Менишова И.Р., Попова А.А., Янаева М.И.</i>	
Влияние экологического класса автомобиля на санитарно-гигиеническое состояние городской среды и здоровье человека.....	8
<i>Бактыбаева З.А., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р.</i>	
Экологические аспекты онкологической заболеваемости и смертности населения г. Уфы.....	12
<i>Битюкова В.Р.</i>	
Оценка водоемкости промышленности в городах России в 2009-2017 гг.....	16
<i>Бояринова С.П., Первышина Г.Г.</i>	
Стабильность развития некоторых видов древесных растений в условиях г. Красноярска.....	20
<i>Бускунова Г.Г., Ильбулова Г.Р.</i>	
Особенности накопления тяжелых металлов в <i>Tanacetum vulgare</i> L. в условиях техногенного загрязнения.....	24
<i>Галай Е.И.</i>	
Уровень загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах Республики Беларусь.....	28
<i>Герасимов Ю.Л.</i>	
Коловратки пруда в Кировском районе г. Самары.....	31
<i>Дегтева А.С., Подольский А.Л.</i>	
Проектирование образовательных экологических троп в черте пригородной ООПТ.....	34
<i>Евстигнеева С.С., Мокеев Д.И., Нурлубаева Л.Р., Филипьева Ю.А., Шелудько А.В., Телешева Е.М., Петрова Л.П.</i>	
Анализ устойчивости биопленок ростстимулирующих бактерий <i>Azospirillum brasilense</i> к окислительному стрессу.....	38
<i>Каменецакая Д.М., Анохина Т.В.</i>	
Эколого-гигиенические аспекты переработки и использования свалочного газа.....	42
<i>Коваль Ю.Н., Бояринова С.П., Сергеев А.А.</i>	
Проблемы противопожарного обустройства лесных массивов.....	45
<i>Костин А.С.</i>	
Свойства почв на самозарастающих участках золоотвала Шатурской ГРЭС (Московская обл.).....	48
<i>Кузьмин П.А., Кузьмина А.М., Садикова Л.В.</i>	
Анализ жизненного состояния древесных растений городских насаждений.....	52
<i>Лобкова Г.В.</i>	
Влияние тяжелых металлов на процесс фотосинтеза у водного растения <i>Elodea canadensis</i> .....	56
<i>Макаренко Т.В., Гребенчук Е.В.</i>	
Содержание свинца, кобальта, никеля и меди в высших водных растениях р. Сож	60
<i>Медведева А.В., Подольский А.Л.</i>	
Экологическая оценка деятельности машиностроительного предприятия	

г. Саратова.....	63
<i>Мифтахова А.Р., Степанова С.В.</i>	
Очистка модельных вод от ионов алюминия альтернативным щелочным реагентом.....	67
<i>Михайленко А.В., Рубан Д.А.</i>	
Ртутное загрязнение крупных водных объектов как фактор устойчивого развития урбанизированного пространства юго-запада Ростовской области.....	70
<i>Мурачева Л.С., Пичугина А.О.</i>	
Апробация метода биоиндикации для оценки экологического состояния атмосферного воздуха урбоэкосистемы.....	74
<i>Нечаева О.В., Успанова Д.М., Беспалова Н.В.</i>	
Изучение действия полимерного соединения в составе фильтрующих загрузок на жизнеспособность кишечных вирусов.....	78
<i>Нечипуренко В.В., Меринова Ю.Ю.</i>	
Промышленный комплекс как фактор загрязнения урбосистем Ростовской области.....	81
<i>Опекунов А.Ю., Спасский В.В., Опекунова М.Г.</i>	
Токсичность донных осадков р. Екатерингофка (Санкт-Петербург).....	85
<i>Пугачева И.Н., Молоканова Л.В., Винник Н.Н., Мелентьева А.С.</i>	
Решение проблемы экологической безопасности урбанизированных территорий за счет вторичного использования отходов.....	89
<i>Радюшкин Ю.Г., Пономаренко С.М., Абдулаев Н.А., Серова Л.А.</i>	
Методика расчета потенциального материального ущерба компонентам окружающей среды по контролируемым видам рисков.....	93
<i>Рябов В.А., Егоров Н.Т., Мамасев П.С.</i>	
Экологический фактор качества жизни населения промышленных городов Кузбасса.....	97
<i>Симонова З.А., Шайденко И.С., Кузьмина М.С.</i>	
Экологическая оценка условий формирования зон аэротехногенного загрязнения среды г. Саратова.....	101
<i>Тучкова Л.Е., Верховец И.А., Тихойкина И.М., Чувашева Е.С.</i>	
Эколого-геохимическая оценка загрязнённых отходами почв Покровского района Орловской области.....	105
<i>Филиппьева Ю.А., Евстигнеева С.С., Мокеев Д.И., Нурлубаева Л.Р., Шелудько А.В., Телешева Е.М., Петрова Л.П., Кацы Е.И.</i>	
Характеристика устойчивости к стрессу высушиванием биопленок бактерий <i>Azospirillum brasilense</i> , образующих ассоциации с растениями.....	109
<i>Шамало И.А.</i>	
Обзор существующих подходов к отбору и верификации социально-экономических индикаторов устойчивого развития городов Арктики.....	112
<b>Экологический мониторинг урбосистем и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий</b> .....	116
<i>Алексеев В.А., Швыдка Я.В.</i>	
Об использовании основных геохимических показателей при эколого-геохимической оценке состояния и изменений населенных пунктов.....	116
<i>Белова М.Ю., Тихомирова Е.И.</i>	
Проблемы экологического мониторинга почвенного покрова городских территорий (на примере агломерации Саратов-Энгельс).....	120
<i>Бикитаева Г.Х., Хазиахметов Р.М., Тельцова Л.З., Габидуллина Г.Ф.</i>	
Экологические проблемы города Ишимбай.....	123

<i>Бородина Н.А.</i>	
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> L.) как индикатор аэротехногенного загрязнения окружающей среды г. Свободного (Амурская область).....	126
<i>Воронич С.С., Роева Н.Н., Зайцева И.А., Хлопаев А.Г., Воронич Н.С.</i>	
Система контроля промышленных выбросов стационарных источников загрязнения атмосферы.....	130
<i>Журавлева А.Н., Игонина А.С., Rogozina А.А., Наумов С.В.</i>	
Мониторинг состояния атмосферного воздуха на велосипедных дорожках города Ижевска в зоне влияния автомагистралей.....	134
<i>Истрашкина М.В., Атаманова О.В.</i>	
Результаты мониторинга открытых водоемов Саратовской области.....	138
<i>Капустина И.С., Кошелева Н.Е.</i>	
Аккумуляция тяжелых металлов и металлоидов в придорожных почвах юго-восточного административного округа Москвы.....	142
<i>Китаев А.Б.</i>	
Кислородный режим Воткинского водохранилища в условиях современной техногенной нагрузки.....	146
<i>Козлов А.В., Бабкина Н.Ю., Маркова Д.С., Рязанов Д.Е.</i>	
Органолептическая характеристика и химический состав воды реки Ока как критерии экологического состояния водоема в условиях Нижнего Новгорода.....	150
<i>Колоколова Е.В.</i>	
Электрохимические сенсоры для экологического контроля.....	154
<i>Кораблева А.И., Веденева Н.В., Тихомирова Е.И.</i>	
Влияние смены сезона на загрязнение малых рек на примере реки Чардым Саратовской области.....	157
<i>Котова В.Е., Андреев Ю.А.</i>	
Определение и идентификация источников поступления компонентов нефтепродуктов в объекты окружающей среды г. Ростова-на-Дону.....	161
<i>Креницына А.А., Сперанская А.С., Чурикова О.А., Коноров Е.А.</i>	
Метагеномный анализ эндофитной микрофлоры (на примере <i>Syringa</i> L.): возможный подход к экологическому мониторингу окружающей среды.....	164
<i>Лобанов И.В., Исакова Е.В.</i>	
Оценка допустимости введения в эксплуатацию нового объекта, располагающегося вблизи уже существующего крупного источника воздействия на атмосферный воздух.....	168
<i>Мовчан В.Н., Кузнецова М.А.</i>	
Канцерогенный риск здоровью как показатель экологической ситуации в большом городе.....	171
<i>Мовчан В.Н., Сакович А.Д.</i>	
Оценка экологической ситуации в малых промышленных городах.....	175
<i>Мустафаева З.А., Мирзаев У.Т., Атамуратова М.Ш.</i>	
Влияние антропогенного воздействия на водные экосистемы Ташкентского оазиса	179
<i>Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Папаян Э.Э., Ошейко М.М.</i>	
Применение биогеохимического подхода для оценки экологического состояния в городе Сибай (Башкортостан).....	183
<i>Опекунова М.Ю., Атутова Ж.В.</i>	
Антропогенные факторы преобразования пойменно-русловых комплексов рек Верхнего Приангарья.....	187
<i>Плотникова О.А., Мельников Г.В., Тихомирова Е.И., Адылова А.Ж.</i>	
Применение различных матриц для сорбционного концентрирования и	

люминесцентного определения экотоксикантов ПАУ .....	192
<i>Рахуба А.В.</i>	
Опыт моделирования цветения фитопланктона в прибрежной акватории городов крупных водохранилищ.....	196
<i>Сивцева Н.Е.</i>	
Исследования содержания нефтепродуктов в почвах города Якутска.....	200
<i>Соколик Г.А., Лейнова С.Л., Свищевский С.Ф., Рубинчик С.Я., Клевченя Д.И.</i>	
Продукты термического разложения отходов производства, содержащих полиэтилен.....	204
<i>Учаева И.М., Шилова Н.А., Богатырева Е.М.</i>	
Биоиндикация тяжелых металлов в городской среде с помощью <i>Xanthoria parietina</i> .....	207
<i>Фомина А.А., Гариевская Д.В.</i>	
Исследование качества воды Волгоградского водохранилища в районе г. Саратова с помощью биотестирования.....	210
<i>Цандекова О.Л.</i>	
Уровень содержания танинов в растительном опаде <i>Acer negundo</i> L. в трансформированных сообществах.....	213
<i>Чеплакова П.А., Анохина Т.В.</i>	
Влияние качества питьевой воды нецентрализованной системы водоснабжения на здоровье населения Саратовской области.....	216
<i>Шадрина Е.Г., Солдатова В.Ю.</i>	
Биоиндикационная оценка качества среды административного и промышленного центров на территории Якутии по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой.....	221
<i>Шергина О.В., Шамбуева Г.С., Калугина О.В.</i>	
Развитие растительности на эмбриоземах, сформированных на техногенном отвале.....	225
<b>Разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий.....</b>	<b>230</b>
<i>Верзакова Л.С., Спирина А.Ю., Васнецова Е.В., Ксенофонтова О.Ю.</i>	
Характеристика штамма <i>Pseudomonas putida</i> p2 предназначенного для рекультивации почв, загрязненных пестицидами.....	230
<i>Волосатова Е.Ф., Диканская О.П., Тихонова И.О.</i>	
Наилучшие практики ревитализации водных объектов в городе.....	234
<i>Гинатуллина Е.Н.</i>	
Изменение гидрологического режима Айдар-Арнасайской системы озер под влиянием коллекторно-дренажного стока: пути и возможности сохранения биоразнообразия и повышения продуктивности.....	237
<i>Н.А. Ильина, Е.И. Тихомирова, О.Ю. Ксенофонтова, Н.А. Казакова, Т.В. Андропова</i>	
Создание биопрепаратов на основе штаммов-деструкторов фенольных соединений и их использование в биоремедиации загрязненных почв.....	240
<i>Козырев М.Н., Арефьева О.А., Ольшанская Л.Н.</i>	
Исследование адаптации микроводорослей <i>Chlorella sorokiniana</i> к климатическим условиям Саратовской области.....	246
<i>Кулаевский А.А., Юрин П.Ю., Жутов А.С.</i>	
Исследование влияния факторов среды на процессы фиторемедиации почв, загрязненных ионами меди.....	250
<i>А.В. Кошелев, А.В. Алексашин, Е.И. Тихомирова, М.А. Матвеев</i>	
К вопросу использования бурового шлама и продукта биокомпостирования	

нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов для рекультивации техногенного грунта.....	253
<i>Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Бабынин Э.В., Минзанова С.Т., Бадеева Е.К.</i>	
Устойчивый к белому фосфору микроорганизм.....	257
<i>Ольшанская Л.Н., Титоренко О.В., Баканова Е.М.</i>	
Локализация никеля в фитомассе сои в процессе фиторемедиации почв.....	261
<i>Ольшанская Л.Н., Данилова Е.А., Арзамасцев С.В.</i>	
Экологические проблемы автотранспорта в условиях урбоэкосистемы г. Саратова	265
<i>Самсонова Е.А., Ибрагим И.М., Сигида Е.Н., Федоненко Ю.П., Коннова С.А.</i>	
Характеристика стимулирующей рост и развитие растений активности галофильных и галотолерантных бактерий, выделенных из озер Карун (Египет) и Эльтон (Россия).....	269
<b>Проблемы мониторинга и сохранения биологического разнообразия антропогенно нарушенных и особо охраняемых природных территорий.....</b>	<b>274</b>
<i>Антипов Д.В., Подольский А.Л.</i>	
Роль зеленых насаждений в обеспечении экологической целесообразности городской среды.....	274
<i>Беляченко А.А.</i>	
Сезонная динамика населения птиц степных местообитаний государственного природного заказника «Саратовский».....	278
<i>Вавилов Д.Н., Мухаметнабиев Т.Р., Гордиенко Т.А., Суходольская Р.А.</i>	
Влияние различных факторов на население беспозвоночных островов Куйбышевского водохранилища на примере жуужелиц (Coleoptera, Carabidae).....	282
<i>Гордиенко С.Г., Гордиенко Т.А.</i>	
Разнообразие дневных чешуекрылых поймы реки Нокса в окрестностях п. Большие Клыки г. Казани.....	286
<i>Идрисова Г.З., Сергеева И.В., Шевченко Е.Н., Пономарева А.Л.</i>	
Особенности флористического состава родникового урочища жоса на территории Западного Казахстана.....	290
<i>Климова О.А.</i>	
Сохранение популяций редких и исчезающих растений в коллекции Кузбасского ботанического сада.....	293
<i>Макеева В.М., Алазгели И.Д., Смуров А.В., Политов Д.В., Каледин А.П., Остапчук А.М., Белоконь Ю.С., Белоконь М.М.</i>	
Решение проблемы сохранения биоразнообразия антропогенно нарушенных и особо охраняемых территорий (эколого-генетический аспект).....	297
<i>Матвеева А.А., Пономарева Н.С.</i>	
Проблемы воспроизводства ихтиофауны на водных объектах нефтегазоконденсатных месторождений.....	301
<i>Мосеев Д.С.</i>	
Растительность антропогенных местообитаний в черте устья р. Дресвянка (Печорская губа).....	305
<i>Патрушева Е.Н.</i>	
Возможность создания природно-хозяйственного каркаса северо-восточных территорий Пермского края.....	309
<i>Турик С.А., Амосова И.Б.</i>	
Регламентация охраны редких видов в рамках добровольной лесной сертификации на территории Российской Федерации.....	314
<i>Шашуловская О.В., Шашуловская Е.А., Седова О.В.</i>	
Мелководные участки Волгоградского водохранилища как естественный	

биофильтр загрязняющих веществ.....	318
<i>Шорина Н.В.</i>	
Распределения железа в крупных озерах Кенозерского национального парка Лекшмозере и Кенозере (Архангельская область).....	322
<i>Юркина Е.В.</i>	
Городские ОПТ промышленных городов европейского Севера России (на примере Сыктывкара).....	326
<b>Правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности урбосистем...</b>	330
<i>Веденеева Н.В.</i>	
Судебная экологическая экспертиза объектов городской среды.....	330
<i>Исакова Е.В., Иванов Ф.И.</i>	
Обоснование выбора использования водоугольного топлива по критерию – выброс парникового газа (СО <sub>2</sub> ).....	333
<i>Литвенкова И.А., Шаматкульская Е.В., Чубаро С.В.</i>	
Экологический анализ и порядок обращения с отходами производства на примере учреждения образования.....	336
<i>Лункин С.Ю., Плотникова О.А.</i>	
Государственный экологический контроль нефтедобывающих производств Саратовской области, как механизм снижения антропогенной нагрузки.....	340
<i>Попов Н.С., Пещерова О.В., Баламутова А.А., Чуксина Л.Н.</i>	
О региональном сопровождении региональной системы управления ТКО.....	343
<i>Слепых О.В.</i>	
Правовой аспект сохранения городских лесов и зелёных насаждений особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказские Минеральные Воды.....	346
<i>Хвостов А.А.</i>	
Проблемы утилизации отходов в современной России.....	352
<b>Экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве, экологическое архитектурное планирование.....</b>	356
<i>Абрамова Т.Т.</i>	
Перспективы использования современных методов преобразования слабых грунтов.....	356
<i>Абубакарова Ж.С., Атаева А.А., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И., Эльдерханова А.А.</i>	
Испытания эффективности комбинированного фильтрующего материала при очистке природных вод Чеченской республики.....	359
<i>Атаманова О.В., Истрашкина М.В.</i>	
Адсорбция нитро- и аминопроизводных бензола на модифицированных бентонитах в динамических условиях.....	365
<i>Богданов Н.И.</i>	
Планктонная хлорелла – приоритетные направления использования.....	369
<i>Богданова Д.А., Липантьев Р.Э.</i>	
Снижение вредных выбросов и повышение эффективности сжигания мазута на энергетических предприятиях.....	372
<i>Гречина А.С., Степанова С.В.</i>	
Применение экологических технологий путем применения соломы гречихи для удаления пленки нефти с поверхности воды.....	376
<i>Давилин Д.Д., Татарченко А.В., Атаманова О.В.</i>	
Анализ существующих методов очистки воды от ионов тяжелых металлов.....	379
<i>Калиев О.С.</i>	

Совершенствование инерционных пылеуловителей для взрывоопасных производств.....	384
<i>Косарев А.В., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И.</i>	
Структурно-химическая модель «бентонит-неионный модификатор» в решении задач повышения эффективности водоочистки от органических соединений.....	387
<i>Кошелева И.С., Дымо А.М., Каневский М.В.</i>	
Конверсия рутина и кверцетина в динамике роста <i>Azospirillum brasilense</i> Sp 7.....	391
<i>Муллагалеева Э.Н., Липантьев Р.Е.</i>	
Изучение особенностей образования и путей подавления аэродинамического шума на энергетических объектах.....	394
<i>Плешакова Е.В., Нзун К.Т., Романов И.Е., Решетников М.В.</i>	
Выявление и идентификация микроорганизмов, перспективных для очистки воды от повышенного содержания железа.....	397
<i>Подоксенов А.А., Атаманова О.В.</i>	
Исследование температурной зависимости адсорбции о-толуидина на различных вариантах модифицированного бентонита.....	400
<i>Романюк Е.В., Каргашилов Д.В., Федоров А.В.</i>	
Совершенствование конструкции циклонов для повышения эффективности пылеулавливания.....	404
<i>Романюк Е.В., Симанков Д.Н., Федоров А.В.</i>	
Идентификация взрывоопасных режимов в системе аспирации производственных помещений.....	406
<i>Рысев А.П., Конькова Т.В.</i>	
Модифицирование слоистых алюмосиликатов с целью увеличения их анионообменной ёмкости.....	409
<i>Старостина И.В., Руцак В.В., Попова А.Н., Столяров Д.В., Коноваленко Е.Д.</i>	
Использование углеродминерального адсорбента для очистки сточных вод от красителя «метиленовый голубой».....	413
<i>Фазуллина А.А., Чантарова Е.А., Фридланд С.В.</i>	
Интенсификация удаления ионов меди в сверхнизких концентрациях из модельных растворов с использованием <i>Chlorella vulgaris</i> и БАВ.....	417
<i>Хахулин Д.А., Подольский А.Л.</i>	
Предварительный анализ экологичности организационно-планировочной структуры г. Саратова.....	421
<i>Чернова М.А., Баканова Е.М., Ольшанская Л.Н.</i>	
Композиционный магнитосорбент для очистки вод от нефтепродуктов.....	425
<b>Современные информационные технологии в экологических исследованиях урбосистем.....</b>	<b>433</b>
<i>Гриценко М.Ю., Варенцов М.И., Михайлюкова П.Г.</i>	
Анализ острова тепла Москвы с использованием космических снимков разного пространственного разрешения и результатов климатического моделирования: первые результаты.....	433
<i>Гриценко М.Ю., Миронова В.А., Шартова Н.В.</i>	
Использование методов пространственного анализа и космических снимков для выявления потенциальных источников трёхдневной малярии в Московском регионе.....	438
<i>Маркина Т.А., Бобырев С.В.</i>	
Проектирование на основе ГИС – технологий мелководного участка русла Волгоградского водохранилища с учётом наличия донных источников-родников...	442
<i>Симонова З.А., Ершова Д.С.</i>	

Экологическое зонирование городской территории по содержанию фотосинтетических пигментов в листьях деревьев.....	445
<i>Бобырев С.В., Скориков Д.С., Тихомирова Е.И., Маркина Т.А.</i>	
Геоинформационное моделирование мелководного участка «Черные воды» левобережья Волгоградского водохранилища.....	449

Научное издание

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

Сборник научных трудов

Под редакцией д-ра биол. наук, профессора Е.И. Тихомировой

Ответственный за выпуск канд. биол. наук, доцент О.В. Абросимова

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка Т.В. Семеновой

Подписано в печать 03.04.19

Бум. офсет.

Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 29,0

Заказ 21

Формат 60×84 1/16

Уч.-изд. л. 26,9

С 9

Саратовский государственный технический университет

410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77

Тел. 99-87-39; e-mail; izdat@sstu.ru