



ПРАВИТЕЛЬСТВО
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Гагарина Ю. А.



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ
ОПЕРАТОР
РОСАТОМ

ЭТ **передовые
экотехнологии**



Кафедра «ЭКОЛОГИЯ»
СГТУ имени Гагарина Ю.А.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРСАЙТ

Второй Всероссийский
научно-общественный
форум



Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения перспективы и обеспечение экологической безопасности населения
ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Федеральный экологический оператор»

Федеральный научно-образовательный консорциум
«Передовые ЭкоТехнологии»

**Экологический мониторинг опасных промышленных
объектов: современные достижения, перспективы
и обеспечение экологической безопасности населения**

Сборник научных трудов

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

Саратов 2020

УДК 504.05:504.06

ББК 20.1

Э40

Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения: сборник научных трудов по материалам 2-й Всероссийской научно-практической конференции. — Саратов: Амирит, 2020. — 284 с. ISBN 978-5-00140-681-5

Сборник научных статей составлен на основе материалов 2-й Всероссийской научно-практической конференции «Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения», которая проводилась 26-28 октября 2020 г. на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный экологический оператор» и Федеральный научно-образовательный консорциум «Передовые ЭкоТехнологии».

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются следующие вопросы: методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий; экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения территорий опасными отходами; правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности; современные информационные технологии в экологическом мониторинге опасных промышленных объектов. А также современные методы выявления экотоксикантов в объектах окружающей среды и оценка их воздействия на экосистемы и здоровье человека; обоснование рациональной системы мониторинговых наблюдений за состоянием окружающей среды производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности; разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий и математическое моделирование оценки токсичности ксенобиотиков, рисков здоровью населения и эффективности технологических систем на производственно-технических комплексах по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности.

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

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);

доктор биологических наук О.В. Нечаева

кандидат биологических наук, доцент О.В. Абросимова

(зам. отв. редактора)

УДК 504.05:504.06

ББК 20.1

ISBN 978-5-00140-681-5

© СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2020

Методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий

В.В. Андронников, Л.Н. Костылева, С.Н. Башлыков, Б.В. Мозиков

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В статье рассматриваются некоторые проблемы мониторинга подземных вод Центрально-Черноземного региона. Выявлены основные загрязнители подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, загрязнение, наблюдение, водоносные горизонты.

Экологическая обстановка в развитых промышленных регионах в современных условиях такова, что обуславливает необходимость срочной разработки стратегии мирного и разумного сосуществования человека с природой. Это относится непосредственно и к подземным водам.

В настоящее время водные ресурсы Воронежской области подвергаются интенсивной антропогенной нагрузке. Кроме нарушения естественного режима воды загрязняются удобрениями и ядохимикатами. Оценка загрязнения водоемов имеет важное значение для здоровья человека и окружающей среды. Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод обнаруживают тенденции увеличения числа случаев экстремального высокого содержания загрязняющих веществ в водных объектах [1, 3].

В целом для территории Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) в настоящее время характерен период стабилизации подземных вод.

Подземные воды относятся к возобновляемым природным минеральным подземным ископаемым. И их добыча должна основываться только в пределах возобновляемых ресурсов.

Гидрогеологические исследования показывают, что интенсифицированный отбор подземных вод системой скважинных групповых водозаборов стал приводить во многих случаях к значительным техногенным изменениям природных условий непосредственно на участке водозаборного сооружения и прилегающих площадях.

Естественное питание подземных водоносных горизонтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков в подземный ярус речных

бассейнов Часть профильтровавшей влаги идет на пополнение почвенной влаги, а часть фильтруется дальше и достигает непосредственно подземных вод. Водный баланс можно представить в следующем виде:

$$X - Z = Y_{mm} + V_{zad} + DW,$$

где X – осадки; Z – испарение; Y_{mm} – поверхностный сток; V_{zad} – подземный сток; DW – изменение влагозапасов в зоне аэрации.

В тех случаях, когда величина атмосферных осадков превосходит испарение, возможно реальное накопление влагозапасов в речном бассейне (т. е. DW имеет положительное значение). Исследования показали, что накопление бассейновых влагозапасов в условиях ЦЧР происходит с октября по март. При этом, во время осеннего увлажнения почвогрунтов, положение запасов подземных вод происходит непосредственно. Тогда, как в холодный период, питание подземных вод осуществляется только в период снеготаяния.

Проведенные расчеты показали, что инфильтрационные потери атмосферных осадков в течение года достаточно велики и составляют на севере ЦЧО более 100 мм. Затем величины DW закономерно убывает с севера на юг и достигает там своего минимума – 70 мм.

Наименьшие значения DW наблюдаются и на западных, наветренных склонах Среднерусской возвышенности – 65-70 мм.

Соотношение инфильтрации атмосферных осадков и подземного стока определяет характер сезонных многолетних колебаний уровня подземных вод.

Гидрорежимные наблюдения показывают, что вполне наглядно проявляются весенне-летние подъемы и осенне-зимние плавные спады. Обычно внутригодовые амплитуды колебаний уровня подземных вод на междуречьях (склонах подземных водосборов) не превышает 1 метр. Наблюдаемые в отдельных случаях более значительные перепады в уровненом режиме подземных вод объясняются, прежде всего, неоднородностью литологического состава водосодержащих пород и зоны аэрации. Как правило, это наблюдается в случае, если коэффициент фильтрации зоны аэрации значительно выше коэффициента фильтрации водосодержащих пород.

Изучение режима и баланса подземных вод основных водоносных горизонтов ЦЧР показывает, что испарение с их зеркала закономерно уменьшается с глубиной их залегания. При песчаном и супесчаном составе пород зоны аэрации она практически прекращается на глубине около 5 метров, а при суглинистом и глинистом – 8-10 метров.

На остальной части территории Среднерусской возвышенности осеннее положение подземных влагозапасов превосходит величину весеннего DW . Особенно велико это превосходство (на 20-40 %) на западных склонах Среднерусской возвышенности. На Окско-Донской низменности наблюдается небольшое преобладание весенних подземных влагозапасов (10-20 %).

Несмотря на высокую самоочищающую способность вод подземного яруса на территории ЦЧР в последнее десятилетие отмечается их значительное загрязнение продуктами хозяйственной деятельности человека

Исследованиями, проводимыми государственными службами по охране окружающей среды и геологами Воронежского государственного университета [1, 2, 3], в грунтовых водах обнаружены все формы азотистых соединений – нитраты, аммоний, нитриты.

Поступление этих соединений в подземные горизонты связано с выносом их из почвенного слоя и поступления бытовых стоков в породы зоны аэрации. Наибольшую опасность для формирования загрязнения вод представляют нитриты, как наиболее растворимые и подвижные формы азота, длительно удерживающиеся в водной среде.

В результате выполненных в последнее время работ сделан анализ химического состава подземных вод, приведена оценка его качественных изменений, происходящих при фильтрации воды через зону аэрации в результате механических, физических, физико-химических, химических и биологических процессов.

Выявлены крупные загрязнители подземных вод, которые кроме указанных выше химических веществ загрязняют почву и подземные воды тяжелыми металлами, фенолами, нефтепродуктами.

В связи с резким увеличением количества потребления подземных вод, остро встает вопрос не только оценки их экологического состояния, но и возможности искусственного пополнения. Оно может быть либо локальным, на небольшой территории (в районе водозабора), либо в виде подпитывания целого водоносного горизонта.

Для ликвидации загрязнения природных вод сточными водами необходимо создание замкнутых водооборотных циклов, в которых вода периодически очищается. В настоящее время основными методами очистки сточных вод в Воронежской области являются: биологические, химические, сорбционные, электрохимические, радиационно-химические.

В заключение можно сделать вывод, что питание грунтовых вод в пределах ЦЧР, в основном осуществляется за счет фильтрующих в них атмосферных осадков, причем основное питание происходит в весенний и осенний периоды. В целом для территории ЦЧР в настоящее время еще характерен период стабилизации подземных вод.

Литература

1. Федотов В.И. Техногенные ландшафты: теория, региональные структуры, практика. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – 192 с.
2. Смольянинов В.М., Русинов П.С., Панков Д.Н. Комплексная оценка антропогенного воздействия на природную среду при обосновании природоохранных мероприятий. – Изд. ВГУ, Воронеж: 1996. – 119 с.
3. Курдов А.Г. Водные ресурсы Воронежской области – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1995. – 208 с.

О.М. Антонова, Ю.Г. Матвеева, Е.И. Тихомирова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛЫХ ГУДРОНОВ НА ЭКОСИСТЕМЫ И ВОЗМОЖНЫХ УГРОЗ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Кислые гудроны представляют существенную угрозу окружающей среде, т.к. приводят к глубокой деградации почв, загрязнению рек, подземных вод и воздуха, негативно влияют на здоровье населения. Проведено аналитическое исследование чрезвычайной ситуации на территории Тутаевского района Ярославской области, связанной с угрозами распространения кислых гудронов из прудов-накопителей нефтеперерабатывающего завода имени Менделеева. Выявлены основные факторы вредного воздействия на окружающую среду для разработки методов прогнозирования их вредного воздействия на здоровье населения.

Ключевые слова: кислые гудроны, токсичность, загрязнение окружающей среды, экосистемы, моделирование, утилизация отходов, безопасные технологии

В процессе производства товарных нефтепродуктов, в том числе дистиллятов, моторных и других нефтяных масел, широко применяются методы очистки, связанные с использованием концентрированной серной кислоты или олеума [1]. Применение сернокислотного метода очистки сопровождается значительными потерями продуктов, подвергающихся полимеризации, растворяющихся в кислоте, а также образованием трудно утилизируемых твердых отходов – кислых гудронов [2]. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО 2017), утвержденному Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 кислые гудроны имеют по Российской классификации второй класс опасности. Кислые гудроны представляют собой высокотоксичные вязкие смолоподобные массы, которые содержат тяжелые углеводороды, серную кислоту и воду. Ежегодно в России накапливаются сотни тысяч тонн кислых гудронов, значительное количество которых до сих пор не переработано и продолжает храниться в специальных прудах, вблизи крупных нефтеперерабатывающих заводов, отравляя окружающую среду. Кислотные гудронные пруды, рассчитанные только на временное хранение в качестве опасных отходов, затянулось в некоторых районах на десятки лет. Дальнейшее их существование чревато экологической катастрофой, поэтому в последние годы во всем мире ведется активный поиск эффективных решений по обезвреживанию кислых гудронов и восстановлению нарушенных земель, что обуславливает актуальность рассматриваемой проблемы.

Цель работы: провести анализ влияния кислых гудронов на объекты окружающей среды для разработки методов прогнозирования вредного воздействия на здоровье населения.

Нефтяная промышленность занимает первую строчку не только в перечне самых значимых отраслей российской экономики, но и среди наиболее экологически опасных производств. По некоторым данным, количество неутилизованных кислых гудронов на территории России составляет несколько миллионов тонн [3]. По статистическим данным на 2007 г. общее количество кислых гудронов в прудах-накопителях по России и СНГ составляло около 1,5 млн т, при этом ежегодный прирост составляет приблизительно 250 тыс.т, в т.ч. по городам: Ярославль — 5,2 тыс.т/год, Баку — 15,6 тыс.т/год, Самара — 8,5 тыс.т/год, Омск — 9 тыс.т/год, Н.Новгород — 3,4 тыс.т/ год. [4].

Основные компоненты кислых гудронов представлены в таблице 1 [5, 6].

По степени воздействия на организм серная кислота относится к высокоопасным веществам по «ГОСТ 12.1.007», LD₅₀ составляет 500-5000 мг/кг при концентрации серной кислоты в воздухе 1,0 мг/м³ и 2-3 часовой экспозиции (Таблицы 2-4) [7-10]. Серная кислота оказывает токсическое влияние на биоценозы, так как она участвует в образовании токсичных компонентов. Следовательно, чем выше содержание серной кислоты в окружающей среде, тем разнообразнее будут выбросы продуктов в атмосферу от химических взаимодействий, так как кислота является мощным катализатором в реакциях с углеводородами [9].

Таблица 1

Основные компоненты кислых гудронов [5, 6]

Компонент	LD ₅₀ , мг/кг; (процентное содержание)	ПДК, мг/м ³ ; (процентное содержание)	Класс опасности
Серная кислота	2,143; (2,0)		2
Бензол	2990; (20,8)	0,1; (22,08)	2
Сульфокислоты	>5000; (31,0)	-	-
Толуол	5, 580; (37,0)	0,6; (69,4)	3
Ксилол	43004; (5,0)	0,2; (5,92)	3
Нафталины	490; (1,8)	0,007; (1,68)	4
Вода	>90; (3,0)	-	-

Таблица 2

Пороговые концентрации паров серной кислоты [9]

Тип концентрации	Время	Значение
ПДК (раб.зоны.)	8 ч/день не более 40 ч/неделю	1,0 мг/ м ³
ПДК (средн.сут.)	Год и более	0,1 мг/ м ³
ПДК (мах.раз.)	20 минут	0,3 мг/м ³
Пороговая концентрация	60 минут	0,008 мг/л
Смертельная концентрация	60 минут	0,18 мг/л

Таблица 3

Пороговые концентрации серной кислоты при краткосрочном воздействии серной кислоты с объектами окружающей среды (гидросфера, педосфера) [9]

Объект окружающей среды	Размерность	Значение
Пресные воды	мг/л	0,003
Морская вода	мг/л	0
Пресноводные отложения	мг/кг	0,002
Морские отложения	мг/кг	0,002
В почвенном слое	мг/кг, с учетом фона	160

Таблица 4

Показатели средне смертельных доз и концентраций серной кислоты [10]

Вид животного	Тип	Размерность	Значения	Время экспозиции (ч)
крысы	LD ₅₀ (в/ж)	мг/кг	2140	-
крысы	LC ₅₀ (инг.)	мг/м ³	375	4
мыши	LC ₅₀ (инг.)	мг/м ³	320	2
крысы	LC ₅₀ (инг.)	мг/м ³	510	2

Со временем содержание серной кислоты уменьшается и переходит в образование сульфокислот, которые при гидролизе образуют ряд токсических веществ, загрязняющих окружающую среду и наносящих вред здоровью человека (рисунок 1) [9]. Концентрация ароматических углеводородов в воздухе над прудом зависит от температуры, и в летний период существенно превышает ПДК [11].

Бензол относится ко второму классу опасности, его ПДК в атмосфере населенных пунктов составляет 5 мг/м³ [11]. Бензол обладает свойством кумуляции, вследствие своей липофильности он способен депонироваться в клетках жировой ткани животных, тем самым отравляя их. Из водоёмов бензол легко улетучивается, способен к трансформации из почв в растения, что несёт серьёзную угрозу экосистемам.

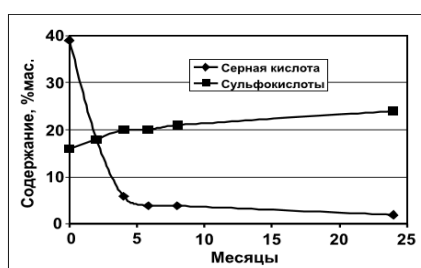


Рис. 1. Изменение содержания сульфокислот и серной кислоты от времени их хранения в пруду-накопителе [9]

Диоксид серы (SO₂) токсичен, и относится к 3 классу опасности веществ по влиянию на окружающую среду. ПДК максимально-разового воздействия – 0,5 мг/м³. Воздействие диоксида серы в концентрациях выше ПДК может вызвать нарушение функций дыхания [12].

Загрязнение почвы компонентами кислых гудронов происходит чаще всего в результате переливов водной массы пруда в весенний период на рельеф местности [13]. Попадание токсиканта вызывает существенные изменения физико-химических условий, определяющих кислотно-основные и катионно-обменные свойства почв (рисунок 2).



Рис. 2. Воздействие серной кислоты на почву

Под влиянием кислотной нагрузки наблюдается резкое увеличение содержания сульфат-иона, происходит закисление почв, снижение интенсивности процессов аккумуляции, среди которых ведущую роль имеет накопление необходимого запаса элементов питания для растений и особенно гумуса. Изменяя физико-химические условия в почвах, загрязняющие вещества тем самым влияют на подвижность и осаждение в них многих химических элементов, а также на состояние почвенной среды для обитающих в ней живых организмов. При определенных техногенных нагрузках экологическое состояние почв в значительной степени зависит от кислотно-основной буферной способности почвы (буферной емкости), которая определяет способность почв к самоочищению.

За счет переноса токсикантов с водами первого водоносного слоя, формируемыми при ливневых осадках и таянии снегов, воздействие в подземных водах проявляется в повышении содержания тяжелых металлов — свинца, кадмия, цинка и особенно алюминия, который, поступая через корневые системы в древесные ткани, оказывает токсическое или даже летальное действие на растения. Дальнейшее попадание в водоём ведёт к нарушению процессов самоочищения водоёмов. В результате повышения температуры в водоёме интенсифицируются процессы эвтрофикации, снижается способность кислорода растворяться в воде, наступает угнетение гидробионтов, ускоряются химические и биологические процессы.

Токсиканты, входящие в состав кислых гудронов, могут негативно воздействовать практически на все компоненты природной среды: поверхностные и подземные воды, почвенный покров, атмосферный воздух, животный и растительный мир, а также на здоровье населения региона. Так, с весны 2016 года на Ярославском нефтеперерабатывающем заводе имени Менделеева и на территории Тутаевского района был введен режим чрезвычайной ситуации (ЧС) [14]. Завод располагается на берегу Волги, в ее основное русло впадает небольшая река Печегда, от которой пруды с ядовитым веществом отделяет дамба в несколько метров (рисунок 2).



Карта вероятного распространения токсиканта
 Рис. 3 Влияние токсиканта на экосистемы прудовых кислых гудронов

Вследствие частых весенних паводков, на реке Печегда существует угроза превышения уровня кислого гудрона в прудах накопителях, отметки 1 метра от кроев дамбы, сдерживающая экологическую катастрофу. На период наблюдения насчитывалось семнадцать прудов-накопителей ОАО "Славнефть - НПЗ им. Менделеева" объемом около 500 тыс. тонн этого вредоносного вещества. Пруды находятся рядом с поселком Константиновский, где проживают несколько тысяч человек. В период 2016 года проблема была устранена, но весенние паводки и частые атмосферные осадки не позволили снять режим ЧС, что свидетельствует о существующей опасности разлива кислых гудронов.

При попадании серной кислоты с поверхности прудов-накопителей, минуя дамбу или через грунт, в экосистемы, прогнозируется нарушение кислотно-щелочного баланса почвенного горизонта. Это влечет за собой потерю плодородного слоя и, как следствие, прекращение выращивания сельскохозяйственных культур. Загрязнение тяжелыми металлами культурных растений может повлечь за собой случаи отравления и гибели не только сельскохозяйственных животных, но и людей. В связи с присутствием серной кислоты и прочих органических соединений может произойти образование сульфокислот, которые при взаимодействии с водой переходят в ряд токсичных веществ: бензол, двуокись серы, толуол. При их выделении в атмосферу возможны различные заболевания органов дыхания, иммунной системы человека. Происходит также снижение плодородия почв вследствие возможного непосредственного поступления токсиканта через биологические мембраны в растения. Через подземные воды существует риск попадания загрязненных вод в крупные водные объекты, такие как река Печегда и Волга. В результате накопления в почвах тяжелых металлов и содержания серной кислоты, многие поволжские города без альтернативных систем водоснабжения могут остаться без воды, вследствие непригодности водного объекта в качестве источника питьевой воды.

Таким образом, подобные катастрофы могут затронуть все крупные волжские города, находящиеся вдоль основного русла реки, и поселения, расположенные вблизи сообщающихся водоемов. Это может повлечь за собой негативное влияние на здоровье населения, и изменения состояния экосистем в связи с распространением токсикантов и их проникновением в компоненты окружающей среды.

Таким образом, кислые гудроны, представляя угрозу окружающей среде, приводит к глубокой деградации почв, загрязнению рек, подземных вод и воздуха и негативного влияния на здоровье населения.

Литература

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. — М.: Химия, 2002. — 608 с.
2. Кислые гудроны [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://i-pec.ru/news/utilizaciya-kislyx-gudronov-osnovnye-problemy-i-puti-resheniya>
3. Филиппова О.П. Комплексная утилизация кислых гудронов — крупнотоннажного отхода процесса получения нефтяных масел: Автореф. дис. докт. тех. наук. — Ярославль, 2008.
4. Мещеряков С.В., Спиркин В.Г., Хлебинская О.А., Люшин М.М. Экология производства, 2, 4-6 (2005).
5. Дмитриев Д.Е., Головкин А.К. Превращения смол и асфальтенов при термической обработке тяжелых нефтей // Нефтехимия. 2010. Т. 50. № 2. С. 118–125.
7. Серная кислота как токсичное вещество [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://tk-servis.ru/news/1511815897> Дата обращения: 20.04.2020
8. Отравление серной кислотой [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ria.ru/20091102/191633166.html> Дата обращения: 20.04.2020
9. Колмаков Г.А., Гришин Д.Ф., Зорин А.Д., Занозина В.Ф. Экологический аспект складирования кислых гудронов и их утилизация в товарные нефтепродукты // Нефтехимия. 2007. Т. 47. № 6. С. 411-422.
10. Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Охрана почв от химического загрязнения. — М.: Изд-во МГУ, 1989. — 95 с.
11. Бензол как токсичное вещество [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://naruservice.com/articles/sfera-primeneniya-toluola> Дата обращения: 20.04.2020.
12. Диоксид серы как токсичное вещество [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ingredienty-razvitiye.ru/stati/piwevaya-dobavka-e220-konservant-opasna-ili-net/> Дата обращения: 20.04.2020
13. Егоров, А.Н. Отходы нефтехимических производств. Монография /Александрова И.В, Егорова Г.И. — Тюмень: Издательский центр БИК, ТюмГНГУ, 2014. — 126 с.
14. Гудронные пруды под Ярославлем [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rg.ru/2017/03/14/reg-cfo/gudronnye-prudy-pod-iaroslavlem-stali-hronicheskoi-chs.html> Дата обращения: 20.04.2020

Аунг Пьяе, Вей Мьо Хтун, А.В. Колесников

Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, г. Москва,

КАТИОННЫЙ ПАВ В ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СМЕСИ ФОСФОРА НИКЕЛЯ И МЕДИ

Для совместного извлечения труднорастворимых ионов никеля и меди методом электрофлотации и фильтрации были определены оптимальные значения pH среды. Установлено положительное влияние катионного поверхностно-активного вещества дидецилдиметиламмоний хлорид (СептаПАВ) на электрофлотационный процесс совместного извлечения ионов меди и цинка. Показана принципиальная возможность и эффективность последующего удаления соединений цинка и меди с помощью фильтрации.

Ключевые слова: электрофлотация, очистка сточных вод, медь, никель, органические композиции.

В процессе обработки поверхности металлов используются органические компоненты, которые при попадании в сточную воду оказывают существенную опасность для окружающей среды. Поэтому необходима разработка высокоэффективной технологии для их обезвреживания [1].

Исследования по электрофлотационному извлечению смеси труднорастворимых соединений меди и никеля осуществлялись в лабораторном непроточном электрофлотаторе периодического действия на модельных растворах по описанной в литературе методике [2, 3].

Эффективность электрофлотационного процесса оценивали степенью извлечения α (%), которая рассчитывается по формуле:

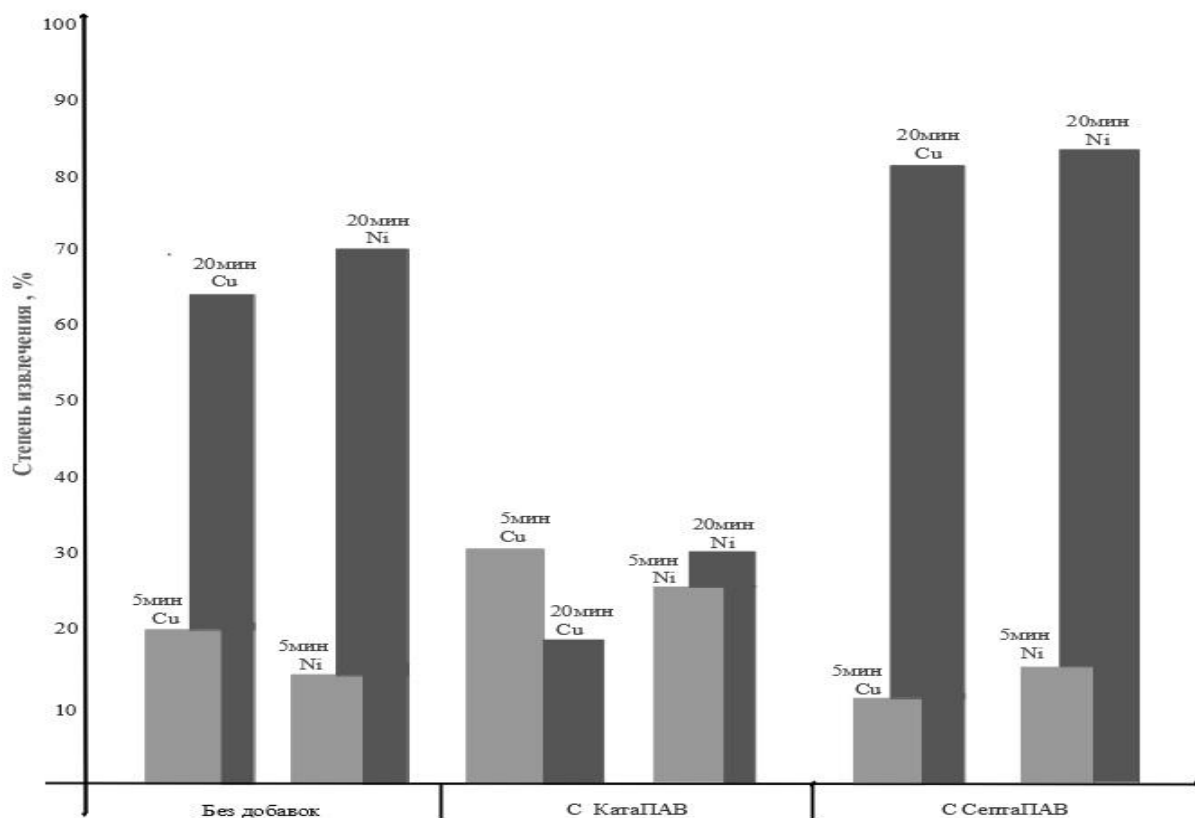
$$\alpha = (C_{\text{исх}} - C_{\text{кон}}) / C_{\text{исх}} * 100\%,$$

где $C_{\text{исх}}$, $C_{\text{кон}}$ – исходная и конечная концентрация металлов в водной среде, мг/л, которую определяли атомно-адсорбционным методом в ЦКП им. Д.М. Менделеева.

Дополнительную фильтрацию раствора с помощью обеззоленных фильтров «Синяя лента» ТУ 2642-001-13927158-2003 (диаметр пор ~ 1 мкм).

Для приготовления модельных растворов использовались соответствующие реактивы: $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, Na_3PO_4 и H_2SO_4 квалификации хч.

Исследуемое катионное поверхностно-активное вещество СептаПАВ – дидецилдиметиламмоний хлорид (didecyl-dimethylammonium chloride) и КатаПАВ - Алкилдиметилбензиламмоний хлорид (benzalkonium chloride) применяемый для интенсификации электрофлотационного процесса.



Кинетика совместно электрофлотационного извлечения гидроксидов цинка и меди в присутствии катионных ПАВ и флокулянтов.

Условия эксперимента: $\text{Cu}^{2+} = 50 \text{ мг/л}$, $\text{Ni}^{2+} = 50 \text{ мг/л}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 1 \text{ г/л}$, $\text{Орг} = 5 \text{ мг/л}$, $i_v = 0,4 \text{ А/л}$, $\text{pH} = 10$, $\tau = 5 \text{ мин}$

Отметим, что за первые 5 минут электрофлотации меди и никеля в присутствии катионного ПАВ (КатаПАВ) степень извлечения гидроксидов металлов достигает 30% и протекает медленно. В течении 20 минут степень извлечения достигает 30%, что свидетельствует об низкой интенсивности процесса. При добавлении в систему катионного ПАВ (СептаПАВ) в первые 5 минут степень извлечения достигает 10%, и спустя 20 минут процесс протекает интенсивно и степень извлечения гидроксидов металлов меди и никеля достигает 80%, что говорит об эффективности процесса. Так же при электрофлотации гидроксидов металлов меди и никеля без добавления в систему поверхностно-активных веществ процесс протекает интенсивно и при 20 минутах электрофлотации степень извлечения достигает 70%.

Литература

1. Колесников В.А., Ильин В.И., Бродский В.А., Колесников А.В. Электрофлотация в процессах водоочистки и извлечения ценных компонентов из жидких техногенных отходов (ЧАСТЬ I) // Теоретические основы химической технологии. 2017. Т. 4, №51, С. 361-375.

2. V. A. Kolesnikov, A. V. Desyatov, A. D. Milyutina, A. V. Kolesnikov. Increasing the efficiency of the electroflotation recovery of finely dispersed carbon material in the presence of surfactants from liquid technogenic waste. Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2018. V. 52, №1, P. 67–73.

3. Аунг Пьяе, Хейн Тху Аунг, Колесников А.В., Колесников В.А. Повышение эффективности электрофлотационного процесса совместного извлечения ионов Cu и Zn в составе многокомпонентных систем. МКХТ-2017. Т. 31, №6, С. 49-51.

Г.М. Ахмадиев

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Набережные Челны

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОПАСНОСТИ СТИХИЙНОЙ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЙ СВАЛКИ

Оценка экологической опасности несанкционированных свалок, включающая в себя измерение в реальном масштабе времени площади основания и высоты свалки с последующим вычислением ее объема, удаленности от мест жизнедеятельности человека с использованием встроенных инструментов геолокации и визуальное определение состава отходов. Расчет объема образующегося фильтрата на основе использования данных метеорологических наблюдений и сведений о подстилающей поверхности, определение времени существования свалки, учитывая, что присвоение класса к экологической опасности стихийной свалке осуществляется на основании анализа определенных параметров.

Ключевые слова: экология, опасность, несанкционированная свалка

Настоящая работа относится к области экологического мониторинга, в частности к способам определения экологической опасности свалок. Разработан способ кадастрового учета несанкционированных свалок, осуществляемый на основе материалов дистанционных данных, включающий обнаружение несанкционированной свалки методом автоматизированного распознавания объектов по данным аэрокосмической съемки, основанного на спектрально-яркостных и текстурных признаках объекта, определение типа свалки, классификацию несанкционированных свалок по степени неблагоприятного воздействия на окружающую среду [1]. Географическая информация о несанкционированных свалках и площадях ливневых стоков визуализируется с использованием геоинформационной технологии [2]. Известен экспресс-метод оценки опасности несанкционированных свалок[3,4].

Цель настоящей работы направлено на разработку способа комплексной оценки экологической и социальной опасности стихийных несанкционированных свалок, что обеспечивает оперативное получение

результатов на основе данных натурных обследований территорий населенного пункта без проведения лабораторных замеров. При котором первоначальный учет свалок осуществляется с использованием интернет-портала, реализующего геоинформационную технологию, отличающегося известными уточненным алгоритмом расчета класса экологической опасности стихийных несанкционированных свалок, исключающего возникновение аномалий расчета, связанных с определением класса опасности только по одному параметру, а также учетом стоимостной оценки экологического ущерба, нанесенного поверхности земли несанкционированными свалками. Результат достигается тем, что первоначальный учет свалок осуществляется с использованием интернет-ресурса, реализующего геоинформационную технологию, посредством которого пользователь имеет возможность нанести на интерактивную карту населенного пункта обнаруженного им несанкционированную свалку. Далее заполняется анкета, предназначенная для последующей оценки экологической опасности свалки на основе данных натурных обследований территорий путем сравнения фактических характеристик свалки (площадь свалки; примерный состав складироваемых отходов; удаленность от мест жизнедеятельности человека, водоемов и ООПТ; объем образующегося фильтрата; время существования свалки, экологический ущерб, в стоимостном выражении) с табличными значениями. Конкретизация граничных значений интервалов показателей, по которым определяется класс экологической опасности, позволяет осуществить более подробное ранжирование несанкционированных свалок с целью составления перспективных планов санитарной уборки населенных пунктов и разработки оперативных схем логистики твердых коммунальных отходов. Для обнаружения и первоначального учета стихийных несанкционированных свалок, образующихся на территории населенного пункта, используется интернет-ресурс, предоставляющий пользователям возможность в on-line режиме нанести на интерактивную карту населенного пункта местоположения свалок ТКО в виде точечных объектов. Далее ввести следующую атрибутивную информацию: местоположение объекта, приблизительный состав (бумага, пластиковая тара, пищевые отходы и т.д.), размер свалки, причины образования данного объекта (несвоевременный вывоз мусора специализированными организациями, отсутствие контейнерной площадки или недостаточное количество контейнеров и т.д.), возможные, по мнению регистрирующего свалку человека, пути решения данной проблемы. При этом пользователю предлагается заполнить анкету, предназначенную для последующего математического анализа. А целью является определение экологической опасности объекта несанкционированного размещения отходов. В инновационной цифровой системе предусмотрена возможность загрузить фото свалки при его наличии, обеспечивающая оценку объективности

информации, полученной в виде пользовательской анкеты. Разработанный интернет-ресурс доступен в пользовательском режиме по адресу www.dev.im46.ru. После добавления на карту новой свалки ей присваивается статус «обнаружена». В режиме администратора возможно просматривать всю информацию о свалке, которая имеется в системе, и редактировать ее. В частности, администратор может изменить статус свалки на «ликвидирована». При этом изменяется цвет точечного объекта с красного на зеленый. Продолжением является оценка опасности свалки с использованием подключаемых внешних программных модулей, реализующих авторский алгоритм расчета класса экологической опасности свалки. Определение класса экологической опасности свалки K осуществляется на основании анализа определенных параметров: $K=K(S,C,L,V_{\phi},T,UЩ_{отх})$, где S – площадь свалки, m^2 ; C – примерный состав складироваемых отходов; L – удаленность от мест жизнедеятельности человека, водоемов и ООПТ, m ; V_{ϕ} – объем образующегося фильтрата, $m^3/год$; T – время существования свалки, лет; $UЩ_{отх}$ – размер вреда почвам, как объекту окружающей среды, руб. Определение класса экологической опасности несанкционированной свалки происходит следующим образом: фактические характеристики свалки поочередно сравниваются с табличными. Если три и более параметров из фактических значений совпадают со значением из первой строки, свалка получает класс опасности I. При отсутствии совпадений в первой строке такое же сравнение проводится со второй строкой, затем с третьей и последующими значениями. Если же обнаруживается совпадение двух и более параметров во второй строке и одного или двух в первой, присваивается II класс опасности. За счет рассмотрения времени существования свалки (критерий T) обеспечивается косвенный учет образования биогаза в теле свалки. Так как значение данного параметра вычисляется с использованием сложных математических моделей, для целей типизации свалки достаточно учитывать только факт образования или необразования биогаза, выделение которого начинается спустя 2 года после возникновения свалки. Для нахождения объема образующегося фильтрата можно использовать уравнение водного баланса [5]. Методика расчета водного баланса полигонов захоронения твердых бытовых отходов. $V_{\phi} = (AO + OV + ВБХ) - (ИС + ВНО + ПС + БГ + ПБХ)$, где V_{ϕ} — объем фильтрата; AO — атмосферные осадки, выпавшие на полигон; OV — отжимная влага; $ВБХ$ — выделение воды при биохимических реакциях; $ИС$ — испарение с поверхности полигона; $ВНО$ — влага, расходуемая на насыщение отходов до полной влагоемкости; $ПС$ — поверхностный сток; $БГ$ — потери воды с биогазом; $ПБХ$ — поглощение воды при биохимических реакциях.

При расчете объема фильтрата в теле стихийной несанкционированной свалки из уравнения водного баланса следует исключить величину поверхностного стока, так как сток отводится вместе

с фильтратом, потерями воды с биогазом также можно пренебречь. Кроме того, выделение воды при биохимических реакциях (ВБХ) равно поглощению воды при биохимических реакциях (ПБХ), т.е. разницу между биохимически образуемой и потребляемой водой можно считать равной нулю. В итоге уравнение, используемое для расчета объема образовавшегося фильтрата при оценке опасности стихийной несанкционированной свалки, примет вид: $V_{\text{ф}} = (AO+OB) - (IS+VHO)$. Расчет размера вреда почвам, как объекту окружающей среды, определяется по Методике (Приказ Минприроды России от 08.07.2010 N 238 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды». – Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, N 40, 04.10.2010) и исчисляется в стоимостной форме. Адрес свалки. с. Учалле Азнакаевского района Республики Татарстан. Фото свалки.



Несанкционированную свалку мусора обнаружили инспекторы в Азнакаевском районе Республики Татарстан, сообщает пресс-служба Минэкологии РТ. Проверку провели по жалобе местного жителя, который обратился в интернет-приемную министерства. Выяснилось, что в овраге в 2 км от села Учалле образовалась свалка из растительных остатков, бытового мусора и отходов от разборки зданий. Общая площадь захламления составила 555 кв. м. Это нарушает закон об охране окружающей среды, отметили государственные инспекторы. Главе сельского поселения выдали предупреждение – до 19 апреля нелегальная свалка должна быть ликвидирована.

Таким образом, способ оценки экологической опасности несанкционированных свалок, включающий в себя измерение в реальном масштабе времени площади основания и высоты свалки с последующим вычислением ее объема, удаленности от мест жизнедеятельности человека с использованием встроенных инструментов геолокации, визуальное определение состава отходов, расчет объема образующегося фильтрата на основе использования данных метеорологических наблюдений и сведений о подстилающей поверхности, определение времени существования свалки. Присвоение класса К экологической опасности стихийной свалке осуществляется на основании анализа определенных параметров:

$$K=K(S,C,L,V_{\phi},T,UЩ_{отх}),$$

где S - площадь свалки, м²; C - примерный состав складироваемых отходов ; L – удаленность от мест жизнедеятельности человека, водоемов и ООПТ, м; V_φ – объем образующегося фильтрата, м³/год; T – время существования свалки, лет; УЩ_{отх} – размер вреда почвам как объекту окружающей среды, руб., для чего фактические характеристики свалки поочередно сравниваются с данными таблицы, где приведено соответствие параметров S,C,L,V_φ,T,UЩ_{отх} классу опасности свалки [6].

Литература

1. Бровкина О. В. Кадастровый учет несанкционированных свалок на основе материалов дистанционных данных// 5-я Всероссийская конференция «Организация, технологии и опыт ведения кадастровых работ», Москва, 2010.
2. Попов В.М., Меркулова Е.В., Чепиков Н.А., Рыкунова И.О. Известия Орловского государственного технического университета. Серия: Строительство и транспорт. – 2008. – № 2-18. – С. 48-51).
3. Кирильчук И.О. Разработка экспресс-метода оценки опасности несанкционированных свалок // И.О. Кирильчук, А.Ю. Коровина. VIII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда, Курск, 12 мая 2016/
4. Заявка на изобретение № 2017107076 от 03.03.2017
5. Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Тагилова О.А., Тагилов М.А., Чечкин С.В., Никитенко А.С. – 2002. – С.19
6. Кирильчук И. О., Юшин В. В., Иорданова А. В. Способ оценки экологической опасности стихийных несанкционированных свалок. Патент (RU) 2 731 662. Опубликовано: 07.09.2020 Бюл. № 25.

Ю.А. Байдюк, Э.С. Насырова

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
авиационный технический университет»

**ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА
ЗДОРОВЬЮ В САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЕ
УФИМСКОЙ ТЭЦ-2**

В данной работе был проведен расчет и оценка потенциального риска причинения вреда здоровью населения, проживающего в санитарно-защитной зоне Уфимской ТЭЦ-2.

Ключевые слова: ТЭЦ, риск, вред, опасность.

Все стороны деятельности человека неразрывно связаны с производством и потреблением энергии, в частности электрической. Объектам теплоэнергетики отводится весьма значимая роль в производстве электроэнергии. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) помимо электроэнергии производят большое количество и тепла для потребителей.

На каждом этапе производственного процесса работы ТЭЦ возможен риск возникновения различных потенциальных опасностей, способных причинить вред окружающей среде и нарушить работоспособность объекта. Основные опасности работы ТЭЦ можно разделить на 3 группы: экологические, химические и пожаровзрывоопасные [1, 2].

Выбросы продуктов неполного сгорания топлива ТЭЦ через дымовые трубы представляет экологическую опасность. Для предотвращения негативного воздействия предусмотрена санитарно-защитная зона (СЗЗ). Вторая экологическая опасность ТЭЦ выражена в тепловом загрязнении водоемов-охладителей. Соответствие водоемов для рекреационного использования устанавливается в СанПиН 2.1.5.980-00.

Согласно МР 5.1.0116-17 показатель потенциального риска причинения вреда здоровью (R):

$$R = G \cdot p, \quad (1)$$

где p – показатель средневзвешенной частоты нарушений. Данная величина является одинаковой для объектов по производству, передачи и распределения электроэнергии, газа, пара и горячей воды и равна 5,59.

G – показатель тяжести потенциальных негативных последствий:

$$G = U \cdot M \quad (2)$$

где U – показатель потенциального вреда для здоровья человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований при осуществлении определенного вида деятельности. Для ТЭЦ $U = 0,0194$.

M – показатель численности населения, находящегося под воздействием объекта.

Показатель M является переменной, поэтому данное значение может варьироваться. В МР 5.1.0116-17 не прописано, каким-образом рассчитывается данное значение для конкретного объекта.

В качестве объекта исследования выбрана Уфимская ТЭЦ-2 мощностью 500 МВт (прямоточно-оборотная система водоснабжения). Основное топливо – природный газ, резервное – мазут.

Вследствие неполного сгорания природного газа в атмосферу выбрасываются вещества, загрязняющие воздух. Например, это оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы.

По данным «Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и окружающей среды в Республике Башкортостан за 2018 год» от Уфимской ТЭЦ-2 валовые выбросы загрязняющих веществ в 2018 году составили 3,47 тыс. тонн. По сравнению с 2017 годом наблюдается снижение выбросов на 0,325 тыс. тонн. Исходя из этого, можно сделать вывод, что на данном предприятии проводятся меры по снижению выделения вредных веществ в атмосферу.

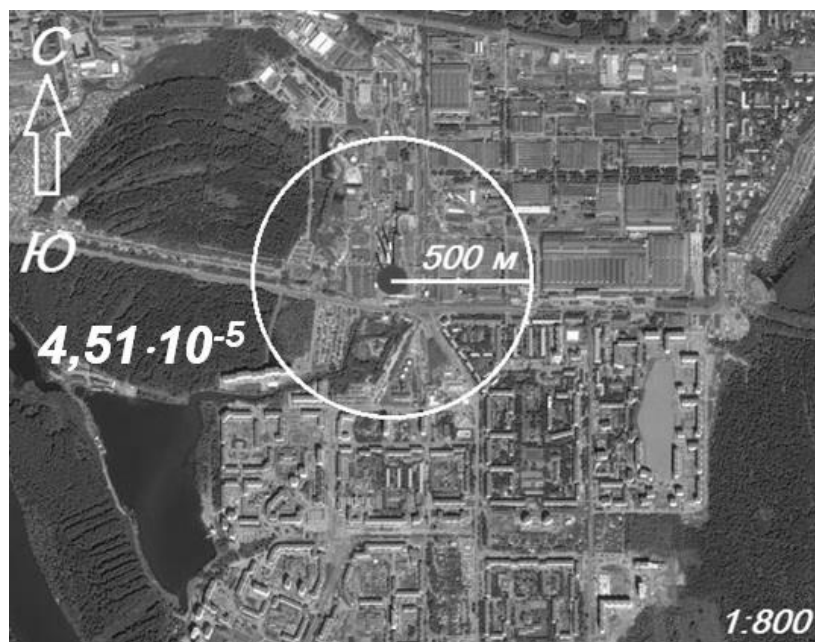


Рис. 1. Санитарно-защитная зона ТЭЦ-2

Рассматривая Уфимскую ТЭЦ-2 со стороны экологической опасности при размере СЗЗ 500 м (рис. 1), площадь СЗЗ равна 0,785 км². Жилая зона составляет 1/3 часть площади, поэтому величина

потенциального риска равна $4,51 \cdot 10^{-5}$, т.е. значительный риск и Уфимская ТЭЦ-2 отнесена к 3 классу.

Таким образом, учитывая опасность экологического загрязнения ТЭЦ возможно рассчитать потенциальный риск и соответственно определить наивысший класс опасности для дальнейшего установления плана проверок.

Литература

1. Байдюк Ю.А., Камаева Э.Д., Насырова Э.С. Объекты теплоэнергетики как источник потенциальной опасности // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2019): материалы I Международной научно-практической конференции. 2019. С. 168-171.

2. Насырова Э.С., Елизарьев А.Н., Ахтямов Р.Г., Байдюк Ю.А. Обеспечение пожарной безопасности специальных объектов // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2018): материалы VI Международной научно-практической конференции. 2018. С. 118-120.

М.Ю. Белова, А.Е. Бахишева

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ТОРГУН ПАЛЛАСОВСКОГО РАЙОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В работе представлены данные исследований качества воды в водном объекте урбанизированной территории по органолептическим показателям. Небольшая река Торгун является основным водным объектом Палласовского района Волгоградской области. В последние годы состояние реки ухудшается; снижение качества воды в летние месяцы происходит вследствие активного «цветения» и процессов деградации экосистем.

Ключевые слова: водный объект, органолептические свойства, качество воды.

Вода играет чрезвычайно важную роль в жизни человека, животного и растительного мира. Особенно ценной для человека является пресная вода рек в полупустынных регионах. Небольшая река Торгун является основным водным объектом Палласовского района Волгоградской области, проходит через урбанизированную территорию г. Палласовка.

Работа посвящена оценке качества воды реки Торгун по органолептическим показателям, и экологического состояния экосистем.

Торгун является левым и наиболее крупным притоком реки Еруслан. Её исток находится на территории Саратовской области, а впадает она в Волгоградское водохранилище (рисунок 1). Река Торгун представляет собой пресноводный водоем, который является основным водным объектом города Палласовка и близлежащих сел. Вдоль реки с юга-запада на восток проходит автомагистраль федерального значения к государственной границе с Казахстаном. Водоем активно используется жителями в рекреационных целях и для хозяйственных нужд. По берегам водоема выпасается сельскохозяйственный скот; сама речка является местом для разведения водоплавающей птицы – уток и гусей [6].



Рисунок – Река Торгун на карте Волгоградской области

Взятие проб воды и определение органолептических показателей качества воды проводили с 9 по 16 июля 2020 года в рамках летней эколого-гидрологической практики.

При определении цветности воды, пробирки с пробами рассматривали сверху на белом фоне при достаточном освещении. Запах воды исследовали в помещении, где отсутствовали посторонние запахи. В ходе работы колба заполнялась пробой воды на 1/3 объёма, и была закрыта пробкой. Затем эту колбу помещали в воду, нагретую до нормальной температуры. После чего воду взбалтывали, открывали колбу и сразу определяли характер и интенсивность запаха, осторожно вдыхая. В случаях, когда запах был неотчётливый, испытания продолжали, опустив открытую колбу в горячую воду и нагревая её до 60 градусов [3].

Мутность определяли визуально по степени мутности столба высотой 10-12 см в пробирке, рассматривая пробирку сверху вниз на тёмном фоне при достаточном боковом освещении.

Пенистость – способность воды сохранять искусственно созданную пену – определяли для качественной оценки присутствия детергентов (поверхностно-активных веществ) природного и искусственного происхождения. В ходе работы колбу на 0,5 л, заполненную водой на 1/3, взбалтывали около 30 секунд. Пробу считали положительной, если пена сохранялась более 1 минуты. Величина рН должна быть при этой процедуре 6,6-8,5 (при необходимости воду нейтрализовали).

Водородный показатель в речной воде определяли с помощью тест-комплекта «рН». Полученные данные приведены в таблице.

Таблица

Определение органолептических показателей р. Торгун

Свойство	Описательные характеристики
Цветность	Зеленая
Мутность	Мутная
Запах	Имеет болотный характер
Механические примеси	Отсутствуют
рН	8,5 (щелочная среда)

Установлено, что цветность воды была неудовлетворительная, запах по характеру – болотный, а интенсивность запаха – отчетливая. По степени мутности воду оценили, как мутную, а сохранение пенистости воды более 1 минуты свидетельствовало о присутствии загрязняющих веществ при рН равном 8,5.

Визуальная оценка состояния экосистемы реки по сезонам года позволила сделать заключение, что в последнее время прибрежная древесная растительность из-за жаркого климата высыхает, животный мир становится беднее. Особую тревогу вызывает качество речной воды, которую сейчас пить категорически запрещено. Происходит катастрофическое ухудшение качества воды в летние месяцы вследствие ее активного «цветения». С течением времени уровень воды понизился, берега реки стали зарастать рогозом и камышом.

Таким образом, можно говорить о процессе деградации малой реки Торгун Палласовского района Волгоградской области, который может привести к непоправимым последствиям.

Литература

1. Боголюбов А.С., Горидченко Т.П., Методика исследования зообентоса и оценки экологического состояния водоёмов / Боголюбов А.С., Горидченко Т.П. // В сборнике: Экосистема, 1997 – С. 14-21.
2. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.

3. ГОСТ Р 57164-2016 Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности.
4. Ильченко И.А., Интегральная оценка экологического состояния воды в реке Дон / И.А. Ильченко // В сборнике: Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 69-73.
5. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / Муравьев А.Г. // 3-е изд., доп. И перераб. - СПб.: «Крисмас», 2004. - 248 с.
6. Сазанович С.С., Быстрова О.Р., Определение качества воды водных объектов по органолептическим показателям / Сазанович С.С., Быстрова О.Р. // В сборнике: Сборник материалов XX Международного и Межрегионального Биосфорума. 2015. С. 192-194.
7. Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А., Зеленская Т.Г., Оценка органолептических показателей качества вод Сенгилеевского водохранилища / Степаненко Е.Е., Мандра Ю.А., Зеленская Т.Г. // В сборнике: Экология: вчера, сегодня, завтра. Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 436-442.

М.Ю. Белова, Т.А. Грибанова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОТЫ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. САРАТОВА)

В качестве из одного наиболее общих показателей биологической активности почв часто называют дыхание почв – выделение углекислого газа и поглощение кислорода почвой. Основными источниками CO_2 в почве являются жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны, дыхание корней, ферментативная активность почв, физико-химические и химические процессы, такие, как разложение карбонатов, переход бикарбонатов в карбонаты и др. Основной вклад в продукцию CO_2 почвой вносят микроорганизмы и корни растений.

Ключевые слова: дыхание почв, углекислый газ, газообмен, почва

Дыхание почв является одним из показателей биологической активности почв. Общая интенсивность дыхания почвы обусловлена всей ее биологической активностью и определяется количеством потребленного кислорода и количеством продуцированного диоксида углерода.

Поскольку образование углекислого газа в почве связано с биологическими и биохимическими процессами, протекающими в ней, то количество выделившегося углекислого газа может характеризовать не только интенсивность газообмена, но и интенсивность разложения органических веществ в почве, т.е. ее биологическую активность.

Многие из известных методов определения биологической активности почвы по количеству выделившегося углекислого газа основаны на абсорбции его растворами щелочей.

Цель работы: Определение газообмена почвенных проб по выделению углекислого газа в образцах почв территории г. Саратова.

Исследования выполнены в период летней полевой практики 2020 года на базе НОЦ «Промышленная экология» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Образцы почвы были отобраны с территории г. Саратова: театральной площади (Участок 10 и 4), на ул. пр-т Кирова (Участок 3), ул. Волжская (Участок 14(7)) (таблица).

Для определения газообмена по выделению углекислого газа в образцах исследуемых почв был использован метод В.И. Штатнова (Казеев, 2012).

Для исследования образования углекислоты этим методом необходимо иметь сосуды-изоляторы и сосуды для поглощающего раствора. В качестве изоляторов используют металлические колпаки высотой 10-15 см и диаметром открытой части 16 см. Для предохранения от перегрева изоляторы, их красят снаружи в белый цвет. Сосудами для раствора, поглощающего CO_2 , часто служат чашки Петри.

Работа велась в такой последовательности:

- На поверхность почвы с помощью подставки установить сосуд для поглощающего раствора, налить в него 25 мл 0,1 н. раствора щелочи (КОН или NaOH) и сразу накрыть изолятором, края которого врезаются в почву на глубину 1,5-2,0 см.

- Одновременно устанавливается сосуд с щелочью и изолятор в плоскодонный сосуд с крепким раствором поваренной соли для контрольного, холостого определения. Через 1-2 ч экспозиции изоляторы снимаются, и в сосуд с раствором поглотителя приливается 1 мл 20%-ного раствора хлористого бария (для связывания поглощенного CO_2), содержимое чашек перемешивается, переносится в колбочки и титруется по фенолфталеину 0,1 н. раствором HCl до исчезновения розовой окраски.

- Аналогичным образом определяется количество поглощенного CO_2 в контрольном сосуде.



Рис. 1 Сосуд с раствором щёлочи



Рис. 2 Добавление фенолфталеина, перед титрованием

Рассчитывали количество выделившегося углекислого газа по формуле:

$$B_a = \frac{(a-b)k}{st}$$

где B_a – искомая величина ($\text{мг CO}_2/\text{м}^2\text{ч}$); a – количество ОД раствора HCl , пошедшей на титрование щелочи при холостом определении, мл; b – то же, в опыте, мл; k – коэффициент для перевода мл 0,1 н. раствора щелочи в мг CO_2 , равный 2,2; s – площадь сосуда-изолятора, м^2 ; t – время экспозиции, ч.

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица

Количество выделившегося углекислого газа из исследуемых образцов почвы	
№ образца	Количество выделившегося углекислого газа, $\text{мг CO}_2/\text{м}^2\text{ч}$
Участок 10	0,0178
Участок 4	0,0229
Участок 14 (7)	0,0252
Участок 3	0,0019

Вывод: в результате проделанной работы мы определили количество выделившегося углекислого газа в пробах почв антропогенной территорий г. Саратова. Наименьшее значение показателя содержания углекислотности было в образцах, отобранных с территории ул. пр-т Кирова. Содержание CO_2 в почвенном покрове зависит от интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. Образующаяся в почве углекислота частично выделяется в атмосферу, а частично растворяется в почвенной влаге. Повышение количества CO_2 в приземном слое воздуха создает лучшие условия для ассимиляции углекислоты растениями и способствует повышению урожаев. Оценка уровня почвенного «дыхания» показала, что среднее содержание углекислоты в почвенном покрове г. Саратове на исследуемых участках было $0,01695 \text{ мг CO}_2/\text{м}^2\text{ч}$, при этом участок 3 отличался по этому показателю от других участков, вероятно из-за наличия на этом участке процессов, снижающих наличие микробиоты, что может привести к уменьшению показателя плодородности почвенного покрова. Из этого можно сделать вывод, что на исследуемом участке необходимо проведение реабилитационных мероприятий для повышения самоочищающей функции почвы, показателем которой будет повышение уровня содержания углекислого газа.

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.

6. Вальков, В.Ф. Почвоведение: учебник для вузов / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – М.: ИКЦ «Март», 2004. – 496 с. - ISBN: 5-241-00405-X.

7. Капралова, О.А. Влияние урбанизации на эколого-биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону / О.А. Капралова // Инженерный вестник Дона (электрон. науч. журнал). – 2011. - № 4; URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/594> (дата обращения 11.04.2014) - ISSN: 2073-8633

8. Хабибуллина, Ф.М. Почвенная микробиота естественных и антропогенно-нарушенных экосистем северо-востока Европейской части России: автореф. дисс. ... докт. биол. наук: 03.00.16. – Сыктывкар, 2009. – 40 с

М.Ю. Белова, Д.У. Дюсюнбеев

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

СРАНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ И ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

В работе представлены данные сравнительного анализа качественного состава микробных комплексов почвенного покрова городских ландшафтов г. Саратова, г. Энгельса, п.г.т. Мокроус Саратовской области, п. Лиманный Волгоградской области. Исследована эффективность трех образцов биопрепаратов, улучшающих состояние почвы, для задач ремедиации почвенного покрова урботерриторий.

Ключевые слова: мониторинг, почвенный покров, микробиологический анализ, биоремедиация, биопрепараты.

Интерес к почвенному экологическому мониторингу в настоящее время достаточно актуален, а его биоремедиация – это проблема, которой занимаются в ведущих вузах России [1,2].

Целью настоящей работы было изучение микробиологического состава почвенных образцов, отобранных на разных территориях Саратовской и Волгоградской областей, а также изучение реакции

микробиологической активности исследуемых проб на внесение биоремедиационных материалов. Для достижения установленной цели проводили экологический мониторинг почвенного покрова урбанизированных территорий: в пределах агломерации Саратов-Энгельс, п.г.т. Мокроус Саратовской области, п. Лиманный Волгоградской области. Также исследовали методы улучшения состояния почвенного покрова, с целью выявления наиболее эффективных в использовании в условиях городской среды.

Отбор образцов почв проводили по общепринятым методикам [3]. По стандартной методике готовили почвенные взвеси и делали высев на питательные среды. После инкубации в течение 24-48 часов при температуре 28 °С учитывали рост гетеротрофных бактерий, актиномицетов, микромицетов, азотфиксирующих и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, представляющих разные эколого-физиологические группы в составе микробоценоза почвенных образцов урбанизированных территорий [5]. Результаты представляли в средних значениях (трехкратной повторности) колониеобразующих единиц (КОЕ) на грамм почвы в соответствующем разведении.

Данные микробиологического анализа почвенных образцов показали низкий уровень содержания изучаемых групп микроорганизмов, особенно на территориях агломерации Саратов-Энгельс (среднее значение 95-127 КОЕ*10⁷/г), что в несколько раз ниже, чем на территориях изучаемых поселков Саратовской и Волгоградской областей (213-247 КОЕ*10⁷/г).

В целях сохранения почвенного покрова городских территорий необходимо проводить комплекс разнообразных мероприятий: рекультивацию почв, реконструкцию коллекторно-дренажной, осушительной систем, высадку защитных лесных насаждений, соблюдение правил хранения, транспортировки агрохимикатов, пестицидов и т. п.

Нами получены данные микробиологического анализа образцов почв, в которые добавляли в лабораторных условиях специальные биодобавки для улучшения их биоремедиационного потенциала

Проводилось исследование ремедиационных (восстановительных) способностей трех образцов биодобавок, вносимых в почву – это «Биогумус», «Эталон», «Минералы», и их сочетание. В таблице представлены данные за 2019 год по исследованию содержания гетеротрофных бактерий в составе микробоценоза проб почв из п.г.т. Мокроус Саратовской области при внесении разных образцов биопрепаратов. «Эталон» и «Биогумус» – это доступные препараты, которые получают в процессе переработки красными калифорнийскими червями мягкой органики и отходов животноводства. По результатам данного исследования можно сделать вывод об эффективности этих добавок.

Таблица

Результаты исследования количества гетеротрофных микроорганизмов в пробах почв на территории п.г.т. Мокроус за 2019 г. при внесении различных биодобавок

№№	Гетеротрофы, КОЕ*10 ⁷ /г
Образец почвы п.г.т. Мокроус (Образец №1)	88±2
«Биогумус» (Образец №2)	126±7
«Эталон» (Образец №3)	216±5
«Эталон+Биогумус» (Образец №4)	284±2
образец почвы п.г.т. Мокроус+ «Минералы» (Образец №5)	260±3
образец почвы п.г.т. Мокроус+ «Биогумус» (Образец №6)	189±6
«Эталон+Минералы» (Образец №7)	280±4

Выше всего был количественный показатель содержания гетеротрофных бактерий в пробах, куда внесены добавки «Эталон» и «Биогумус». Учитывая, что основными бактериями, участвующими в процессах самоочищения и восстановления почв, являются гетеротрофы, можно сделать заключение о стимуляции этих процессов.

Главной идеей продолжения данной работы является поиск новых ремедиационных технологий. Также необходимо обратить внимание на изучение доступных методов очистки почв, например естественному увеличению численности микроорганизмов с деструктивной способностью в отношении углеводов и пластмасс.

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. Тепшер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Тепшер, 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.

Д.Е. Борисков, Н.А. Комарова, А.В. Ажнакина, С.Ю. Ефремова

Пензенский государственный технологический

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМСТОКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Исследованы процессы очистки сточных вод гальванического производства, проанализированы загрязняющие вещества, образующие в ходе технологического процесса, приведены системы промывки, системы очистки гальванических производств.

Ключевые слова: гальваническое производство, очистка, загрязняющие вещества, экологическая оценка.

Сегодня гальванотехника – это самый универсальный способ окончательной отделки металлоизделий в целях защиты их от коррозии, улучшения товарного вида, увеличение продолжительности использования материала при нагрузках, а также восстановления первоначальных размеров после износа [4].

Для получения покрытий высокого качества при экономичном расходовании материалов и электроэнергии требуется обязательное соблюдение последовательности операций технологического процесса и тщательное их выполнение. В настоящее время для очистки сточных вод гальванического производства применяют комплекс мер, включая дорогостоящие электрохимические [1].

Вода в цехах гальванопокрытий расходуется на приготовление электролитов, обезжиривающих и травильных растворов, на промывку деталей, охлаждение ванн и выпрямителей тока.

Основной водопотребляющей операцией является промывка, предназначенная для предотвращения выноса веществ из ванны, где проводилась операция, в ванну для выполнения последующей основной операции. От эффективности промывки зависит качество и надежность гальванопокрытий.

Объем промывных вод, качественный и количественный состав их загрязненности в наибольшей степени определяются организацией промывных операций. Применяют одно-, двух- и трехступенчатую системы промывки. При двух- и трехступенчатой системах используют прямоточную или противоточную – каскадную промывку, причем

последняя – экономичнее. Выбор системы промывки (числа ступеней) определяют в зависимости от рабочего объема ванны подготовки, максимальной величины промываемой поверхности и величины критерия окончательной промывки.

Таблица 1

Загрязняющие вещества, образующиеся при нанесении гальванических покрытий

Расход электролитов, кг	Масса образующегося сухого остатка ,кг	Масса образующегося шлама, кг
<i>Хромирование</i>		
Раздельная обработка потоков		
Бисульфит натрия 103,6 (NaHSO ₃) 68,4 (Cr(OH) ₃) 135,4 (CaSO ₄)	130,1 (Cr ₂ (SO ₄) ₃)	203,8
Совместная обработка потоков		
440,0(Ca(OH) ₂) 3,4(Ca(OH) ₂)	776,9(Cr(SO ₄) ₃) 408,3(Cr(OH) ₃) 808,6(CaSO ₄) 4,9(Fe(OH) ₃)	172,3
443,4(Ca(OH) ₂)		
<i>Меднение</i>		
Раздельная обработка потоков		
16,0(Ca(OH) ₂)	21,1(Cu(OH) ₂) 29,4(CaSO ₄)	50,5
Совместная обработка потоков		
90,2(Ca(OH) ₂) 3,5(Fe(OH) ₃) 4,5(CaSO ₄)	118,9(Cu(OH) ₂) 165,8(CaSO ₄)	292,7
92,6(Ca(OH) ₂)		

Срок службы у промывочных ванн, как правило, меньше, чем у ванн, в которых осуществляется нанесение металлов, так как концентрация химикатов в этих ваннах на много порядков ниже и происходит химическое растворение металлов, поступающих с предыдущих стадий обработки [3].

В настоящее время для большинства гальванических производств характерно игнорирование водосберегающих мероприятий.

Основными системами очистки гальванических стоков являются:

- проточные, когда нейтрализованная и очищенная сточная вода сбрасывается в канализацию;
- замкнутые, когда очищенные стоки используют повторно в технологическом цикле производства.

В силу постоянно ужесточающихся норм на содержание тяжелых металлов в очищенных стоках наиболее перспективными являются замкнутые системы водооборота гальванических производств.[4]

Преобладание химических методов очистки на ОАО «Радиозавод» приводит к образованию большого объема высоко обводненного гальванического шлама с одновременным неизбежным значительным уносом части осажденных компонентов в коллоидном и высоко дисперсном состоянии. Значительную сложность представляет утилизация образующихся шламов, что требует поиска дополнительных рентабельных решений.

Одним из важнейших требований к оборотной воде в гальваническом производстве является ее высокая степень очистки при повторном использовании. Химические методы очистки, безусловно, позволяют перевести большую часть тяжелых металлов (ТМ) в концентрированные шламы, однако, содержание их в растворе все еще остается высокой, поэтому необходима дополнительная очистка.

Наиболее эффективными на наш взгляд, является адсорбционные методы с использованием модифицированных природных адсорбентов, позволяющие провести дополнительную очистку гальванических стоков, до допустимых уровней.

В качестве адсорбционного материала были взяты природные диатомиты, модифицированные кислотным, щелочным и термическим способом, оценивалась степень поглощения ионов меди (таблица 2) из высококонцентрированных растворов [5].

Таблица 2

Относительная степень поглощения диатомитами ионов меди при различных условиях

Тип модификации диатомита	C ₀ (мг/л)	1 час, C _{равн} (мг/л)	1 час α, %	24 часа, C _{равн} (мг/л)	24 часа, α, %
«Щелочной»	50	7,588	84	1,46	97,1
«Кислотный»	50	20,292	59,4	1,44	97,1
«Термический»	50	46,092	7,4	8,81	82,4
«Природный»	50	49,251	1,4	5,93	88,1
«Щелочной»	112,7	21,52	80,9	5,17	95,4
«Кислотный»	112,7	69,05	38,7	1,66	98,5
«Термический»	112,7	107,55	5,1	24,59	78
«Природный»	112,7	132,55	0	22,14	80,3

По формуле (1) рассчитывались степени поглощения α:

$$\alpha = (C_0 - C_{равн} / C_0) * 100\% \quad (1)$$

В ходе экологического обследования было выявлено:

1) в настоящее время на гальваническом производстве ОАО «Радиозавод» образуется в среднем 200 – 300 м³/сут (максимум 450 м³/сут) промывных сточных вод, которые по двум трубопроводам (для кислото-щелочных и хромсодержащих стоков) поступают на существующие очистные сооружения;

2) очистные сооружения состоят из накопителей кислото-щелочного и хромсодержащего стока, реакторов для обезвреживания хромсодержащего стока и реагентного высадки тяжелых металлов из общего смешанного стока, двух отстойников с коническими днищами и узла обезвоживания и сушки осадка. Очистные сооружения находятся в удовлетворительном состоянии, однако применяемая технология, основанная на методе реагентной обработки, не может обеспечить требуемую степень очистки стоков для слива в городскую канализацию;

3) для операций промывок на гальваническом участке используется водопроводная вода без дополнительной подготовки.

Однако, для технической воды гальванического производства установлены общие требования к качеству воды (ГОСТ 9.314-90. «Вода для гальванического производства и схемы промывок»). Выполнение требований стандарта обеспечивает качественное нанесение гальванопокрытий, сокращение расхода воды, реагентов при обезвреживании гальваностоков и снижение нагрузки на очистные сооружения [3].

4) из результатов наших исследований и полученных данных следует, что относительная степень извлечения (α) катионов меди из растворов варьируется в достаточно широких интервалах. Максимальна в области низких концентраций адсорбата для всех видов диатомита и минимальна в области высоких концентраций, особенно в случае термической обработки и необработанного природного диатомита. Химически модифицированные продукты, особенно щелочная модификация характеризуется достаточно высокими значениями степени извлечения от 80% до 99% в зависимости от исходной концентрации [5].

Литература

1. Борисков Д.Е., Кузьмин А. А., Комарова Н.А., Давыдова М.А., Ефремова С.Ю. О возможности использования модифицированного диатомита для очистки высококонцентрированных сточных вод, содержащих тяжелые металлы // ООО «Амирит», 2019. Часть 2.- С. 160-163.
2. 1. Климов, Е.С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М.В. Бузаева. - Ульяновск: УлГТУ, 2011. 201 с.
3. ГОСТ 9.314-90. «Вода для гальванического производства и схемы промывок»

4. Климов Е.С., Эврюкова М.Е., Колганова Н.С., Варламова С.И., Борисова В.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 11. – С. 68-69;

5. Гальванотехника. Справочник под ред. А.А. Гинберга, А.Ф.Иванова, Л.А. Кравченко. – М.: Металлургия, 1987. –735 с.

6. Борисков Д.Е., Кузьмин А.А., Комарова Н.А., Давыдова М.А. Влияние типа модификации диатомита на сорбционную способность// Инновационная техника и технологии.- 2019.- № 3(20).- С. 68-74.

А.В. Васильев

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ САМАРСКО-ТОЛЬЯТТИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация: Рассмотрены особенности обеспечения экологической безопасности регионов России на примере Самарско-Тольяттинской агломерации. Эффективного обеспечения экологической безопасности можно достичь при реализации комплекса мероприятий: обеспечения экологической безопасности агломерации при транспортном сообщении, при обращении с отходами,

Ключевые слова: экологическая безопасность, агломерация, отходы, негативные воздействия

В современных условиях урбанизации территории отдельных городов преобразуются в агломерации из нескольких городов и населенных пунктов. Россия является страной с преимущественно городским населением. Около 70 % населения России живёт в городах и посёлках городского типа, которые в свою очередь формируют агломерации. В настоящее время на территории России насчитывается более 130 сформировавшихся и формирующихся агломераций, в том числе 17 агломераций с численностью населения более 1 млн. каждая.

Самарско-Тольяттинская агломерация (СТА) является одной из крупнейших в России (находится на третьем месте после Московской и Санкт-Петербургской) и имеет численность населения (в зависимости от вариантов определения её границ) от 2,3 до 2,7 миллионов человек, что делает её по этому критерию третьей агломерацией в России.

В состав СТА включаются 9 из 10 городских округов и 9 из 27 муниципальных районов области. Самарско-Тольяттинская агломерация занимает более 40 % территории области, здесь проживает 80 % населения,

создается 90 % промышленной и более половины сельскохозяйственной продукции.

СТА характеризуется объединением интенсивными производственными, культурно-бытовыми и рекреационными связями, а также в связи с высокой плотностью населения и инфраструктуры, низкими транспортными издержками - как повышенным инвестиционным и человеческим потенциалом, так и высоким текущим научным, инвестиционным и культурным развитием, а также высоким качеством спроса.

При развитии агломерации необходимо учитывать также и экологические аспекты [1, 2, 4, 6]. Автором проведен анализ основных экологических аспектов СТА и подходов к обеспечению экологической безопасности территории агломерации. Ниже рассматриваются некоторые из них.

Актуальной задачей является обеспечение экологической безопасности агломерации при транспортном сообщении. Транспортная связь между основными центрами агломерации городами Самара и Тольятти осуществляется наземным путём - четырехполосной высокоскоростной автотрассой, и железной дорогой. Время в пути от центров АТО автомобильным транспортом составляет 50-70 мин. При этом интенсивно развиваются новые транспортные коммуникации. Например, строится мост через Волгу в районе г. Тольятти в рамках масштабного проекта вхождения в международный маршрут Европа-Западный Китай. Мост будет построен как транспортный обход Тольятти с выходом на село Климовка Шигонского района Самарской области.

Эксплуатация существующих и строящихся транспортных коммуникаций создает целый ряд экологических проблем. В том числе строительство нового моста через Волгу с выходом на село Климовка приведет к интенсивному воздействию на экосистему Волги.

В целях повышения экологической безопасности рекомендуется развитие скоростного железнодорожного транспорта и водного сообщения. Необходимо создание транспортно-консолидирующих центров. Следует учесть климатические особенности содержания проезжей части дорог в зимний период.

Другой серьезной проблемой агломерации является обращение с отходами. Самарская область ежегодно накапливает около 3,5 миллиона тонн мусора, то есть каждый житель оставляет после себя примерно тонну мусора в год. Снизить объемы образования отходов практически невозможно. Путь один – активно развивать схемы переработки отходов. Актуальным является применение кластерного подхода к построению системы обращения с отходами и использования вторичных ресурсов. Кластер является перспективной для Самарской области формой поддержки бизнеса.

Самарский кластер вторичных ресурсов – уникальный в условиях России. Общие цели кластера:

- Межкластерная и внутрикластерная интеграция субъектов обращения с отходами и вторичными ресурсами;
- Развитие рынка вторичных ресурсов;
- Продвижение экономики знаний в системе «воспитание-образование-наука-производство-потребление».

Кластер дает возможность объединить усилия предприятий и Правительства Самарской области для улучшения экологической обстановки в регионе. Одна из основных задач - прийти в конечном итоге к более глубокой переработке отходов, после которой на полигоны, по планам, будет попадать не более 20% от общего объема ТБО.

Со временем число участников кластера увеличивается, в том числе ввиду новых законодательных инициатив. В 2018 году по результатам конкурсного отбора региональным оператором Самарской области по обращению с твёрдыми коммунальными отходами стало ООО «ЭкоСтройРесурс». Соответствующий договор был подписан с компанией 1 ноября 2018 года на ближайшие 9 лет. Вместе с тем, оптимизация процессов обращения с отходами производства и потребления не может быть достаточно успешной без привлечения к этому процессу финансовых, технологических, технических и организационных возможностей экологически ориентированного бизнеса.

Актуальной задачей в рамках обеспечения экологической безопасности Самарско-Тольяттинской агломерации также является мониторинг и снижение негативного воздействия загрязнений окружающей среды, в том числе загрязнения атмосферы, гидросферы, почвы, физических полей (шума, вибрации, электромагнитных полей, ионизирующих излучений и др.).

Отметим также важность экологического образования и воспитания населения СТА, повышения экологической культуры населения. Вопросы экологии в том или ином объёме изучают все студенты, получающие высшее образование, а углубленно изучают будущие специалисты-экологи [5]. Если рассматривать экологическое просвещение и воспитание населения в целом, то необходимо проводить ряд других мероприятий. В Тольятти успешную эколого-просветительскую деятельность осуществляет группа компаний "ЭкоВоз", которая устраивает акции по раздельному сбору отходов, ртутных батареек и др. Подлинным локомотивом для развития творческого мышления студентов являются экологические олимпиады.

Важным мероприятием представляется проведение экологических массовых мероприятий: выставок, конференций. Экологический конгресс ELPIT, проводится с 2003 года и всегда в рамках него организуются выставки, круглые столы, молодежные форумы [3]. Очередной конгресс ELPIT состоится в 2021 году. Традиция проведения конгрессов ELPIT как широкомасштабного, научно значимого мероприятия как в России, так и за рубежом, успешно продолжается.

Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, созданный в 1983 году, вносит большой вклад в решение разнообразных экологических проблем огромной территории Волжского бассейна, в том числе Самарско-Тольяттинской агломерации. Среди основных направлений научной деятельности института изучение структурно-функциональной организации экосистем бассейна реки Волги; развитие теоретических основ сохранения, воспроизводства и рационального использования биологических ресурсов бассейна реки Волги; изучение механизмов адаптации гидробионтов и устойчивости водных экосистем в условиях природной и антропогенной трансформации среды; разработка методологических основ экологического мониторинга и др. В институте работают два члена-корреспондента РАН, восемнадцать докторов наук. Помимо научной работы, институт активно развивает эколого-просветительскую деятельность. В том числе совместно с профессиональным партнером – ООО «Тольяттиакучук», входящим в группу «Татнефть», в 2021 году планируется реализация проекта «Экологическая тропа». Регулярно организуются экскурсии в дендропарке института.

Литература

1. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие / А.В. Васильев - Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. - 201 с., ил.
2. Васильев А.В. Кластерный подход в управлении региональным развитием и его реализация на примере кластера вторичных ресурсов Самарской области. Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. №4 (114). С. 38-42.
3. Васильев А.В. Конгрессы ELPIT: десятилетний успешный опыт проведения. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3-7. С. 2368-2376.
4. Гуменова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-6. С. 1717-1720.
5. Кальнер В.Д. Экологическая парадигма глазами инженера. – М.: Изд. "Калвис", 2009. – 400 с.

6. Перегудов Д.В., Васильев А.В. Состояние проблемы биодиагностики водоёмов: теоретический анализ. «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2014 г., т. 16, №1(7), с.1858-1861.

А.С. Глубокая, А.А. Беляченко

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

**ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ
СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РАЙОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ,
ПРОИЗВОДЯЩИХ ОТХОДЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО
КЛАССОВ ОПАСНОСТИ**

Аннотация – Предложен инновационный подход к мониторингу состояния окружающей среды в районе эксплуатации предприятий, производящих отходы I и II классов опасности. В качестве основной программы для мониторинга используется MapINFO Professional 16.0. С помощью программного обеспечения и заранее измеренных концентраций выбросов в пределах данного предприятия, на карте были выделены области скопления загрязняющих веществ.

Вопрос утилизации отходов всегда был достаточно актуальным, однако в наше время он, без преувеличения, стал для многих городов одним из самых острых. Существует огромное количество различных предприятий, расположенных во многих точках нашей планеты. Человечество обрastaет заводами, различными производствами, следовательно, и отходов становится все больше.

К первому и второму классам опасности на практике часто относятся промышленные отходы – те, которые образовались в процессе функционирования различных производственных предприятий. Это могут быть масла, щелочи, кислоты и другие химические вещества. Опасность также представляют отработанные люминесцентные и ртутные лампы, термометры, гальванические элементы. Для таких отходов характерна наиболее значительная степень вредного воздействия на окружающую среду. При этом период восстановления экосистем после такого воздействия очень длительный.

В качестве основной программы для мониторинга используется MapINFO Professional 16.0 (<http://mapinfo.ru/>). MapINFO Professional – это прикладная программа, позволяющая создавать и анализировать карты стран, территории, районов, городов. В ходе наших исследований для работы в MapINFO Professional использовали карту, импортированную из картографической и навигационной программы SASPlanet. Масштаб карты определяется для каждой работы исходя из поставленных целей. В нашем случае, импортированная карта представляет собой изображение формата .jpg и считается основой для дальнейшей работы.

В качестве объекта мониторинга было выбрано предприятие N, для которого провели измерение концентраций выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. На первом этапе работы получаем карту с изображением

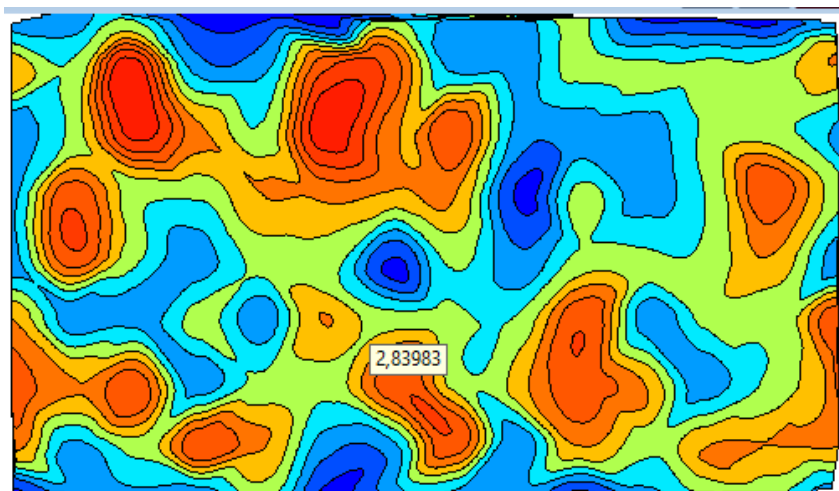
местности вокруг выбранного предприятия. Для этого используется программа SasPlanet. Подготовительным этапом работы было измерение концентрации веществ, выбрасываемых предприятием. Далее в MapINFO Professional отмечаются с помощью полигонов и других графических инструментов доступных в программе, зоны с превышением ПДК.

Для нанесения каждой зоны, создаем отдельный слой и для удобства называем его в соответствии с диапазоном концентрации. Зоны с одинаковыми концентрациями отмечаем в одном стиле на отдельном слое. Целью данного этапа работы была визуальная оценка распространения загрязняющих выбросов на территории предприятия.

На следующем этапе определяется размер ячеек наносимой на карту сетки. На отдельном слое сетки наносим точки в каждом квадрате. При нанесении точек формируется таблица, в которой каждая ячейка соответствует определенной точке, установленной на карте. В появившуюся таблицу вносятся данные о количестве различных зон с загрязняющими веществами в каждом квадрате сетки.

После выполнения всех выше описанных действий строится грида, по которой оценивается степень влияния концентрации на окружающую среду, а так же сможем увидеть участки с наибольшим скоплением загрязняющих веществ.

В результате выполнения всех этапов работы получается изображение, по которому мы можем судить о степени загрязнения приближенных районов предприятие, в дальнейшем опираясь на полученную информацию можно скорректировать системы очистки перед сбросом загрязняющих веществ. На рисунке видим области различного скопления концентраций загрязняющих веществ.



Области скопления концентраций загрязняющих веществ.

Область красного цвета – это область максимального скопления загрязняющих веществ, оранжевая область считается областью большого

скопления веществ. Области обозначенные синим и его оттенками считаются безопасными, в них влияние загрязняющих веществ на окружающую среду соответствует значению предельно допустимых концентраций.

Итогом мониторинга является прогноз и оценка ожидаемого состояния окружающей среды в процессе распространения загрязняющих веществ, их превращений и влияния на различные организмы. Прогноз позволяет наметить и осуществить не только меры по уменьшению вредных действий, но и профилактические мероприятия. Благодаря предложенному подходу к мониторингу состояния окружающей среды предприятия смогут уменьшить негативное воздействие. Также мониторинг окружающей среды может характеризоваться как одна из мер охраны окружающей природной среды, функция государственного управления и правовой институт. Налаженная широкомасштабная и эффективная сеть контроля состояния окружающей среды, особенно в крупных городах и вокруг экологически опасных объектов, является важным элементом обеспечения экологической безопасности и залогом устойчивого развития общества. Таким образом, рациональное природопользование возможно при наличии и правильном использовании информации, полученной системой мониторинга окружающей среды, экологического мониторинга.

Литература

1. Истрашкина М.В., Атаманова О.В. (2019). Результаты мониторинга открытых водоемов Саратовской области. В кн. Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. трудов по материалам 9-й Международной научно-практической конференции. Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю. А. 138–141.
2. [Koshelev A.V., Tikhomirova E.I., Atamanova O.V. Effect of Bentonite Modification with Glycerol on Adsorbent Structure and Physicochemical Characteristics](#) //Russian Journal of Physical Chemistry B. 2019. Volume 13. Issue 6. P. 1051-1056.
3. Nasyrov I.A., Mavrin G.V., Fazullin D.D., Shaikhiev I.G., (2019). Investigation of the influence of ultrasonic treatment on the sorption properties of the pyrolysis product of wood waste. In: Journal of Physics: Conference Series. Vol. 1347. 1. 012080. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1347/1/012080>
4. Simon J.M., Inzoli I., Bedeaux D., Kjelstrup S. (2007). Numerical evidence for a thermal driving force during adsorption of butane in silicalite. *Molecular Simulation*, Vol.33, 9-10, 839-841. <https://doi.org/10.1080/08927020701370620>
5. MapINFO Режим доступа: <http://mapinfo.ru/>, свободный.
6. SASPlanet Режим доступа: <https://sasplanet.ru/>, свободный.
7. Математическое и компьютерное моделирование в экологии: учебное пособие / Бобырев С.В., Косарев А.В., Подольский А.Л., Беляченко А.А., Тихомирова Е.И. – Саратов: СГТУ, 2014. 68 с.
8. Характеристика почв и растительности федерального заказника "Саратовский" / Давиденко О.Н., Невский С.А., Серова Л.А., Беляченко А.А. // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2014. № 3. С. 46-51.

М.А. Долгушева, Е.Н. Черезова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ХИМИЧЕСКОГО РЕЦИКЛИНГА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА В КАЧЕСТВЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Проведен гликолиз отходов полиэтилентерефталата с использованием СВЧ. Показано, что продуктом рециклинга является бис-2-гидроксиэтилтерефталат. Методом Хансена оценена совместимость полученного продукта с поливинилхлоридом. Установлено, что параметры растворимости поливинилхлорида близки к параметрам бис-2-гидроксиэтилтерефталата, что указывает на их хорошую совместимость. Показано, что бис-2-гидроксиэтилтерефталат, использованный в качестве пластификатора, способствует повышению термостабильности ПВХ-композиов.

За последние 20 лет количество производимого полиэтилентерефталата (ПЭТФ) увеличилось с 14 до 60 миллионов тонн [1,2]. Соответственно возросло количество ПЭТФ-отходов, что увеличило экологическую нагрузку на окружающую среду вследствие медленного их разложения на полигонах ТБО. Сказанное выше указывает на актуальность исследований, посвященных выявлению возможностей повторного использования отработавших срок изделий из ПЭТФ.

Перспективным методом переработки ПЭТФ-отходов является химический рециклинг. Данный метод позволяет получать мономеры и олигомеры, которые могут быть применены в качестве модификаторов для полимерных материалов. Наиболее привлекательным с точки зрения экономики и экологии является гликолиз ПЭТФ.

В ходе выполнения работы проведен гликолиз бывшей в употреблении ПЭТФ-тары по методике [3] (рис.1). Для сокращения времени реакции применяли воздействие электромагнитного поля СВЧ-диапазона мощностью 350 Вт. Синтезированный продукт охарактеризован методами ИК-спектроскопии, элементного анализа, точкой плавления. Полученные характеристики совпали с характеристиками бис-2-гидроксиэтилтерефталата (БГЭТ).

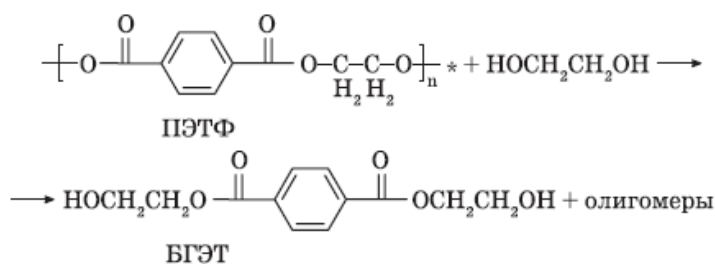


Рис. 1. Гликолиз ПЭТФ

Для полимерных композиций важной характеристикой является совместимость компонентов. В связи с этим на первом этапе работы проведен расчет совместимости ПВХ с полученным деструктатом ПЭТФ методом

Ч. Хансена (HSP – Hansen Solubility Parameters) [4].

Согласно теории Ч. Хансена, наиболее благоприятные условия для совместимости компонентов возникают, когда разность параметров растворимости веществ (параметр β в уравнении (1)) стремится к нулю. Общий параметр растворимости соединения (δ) учитывает три типа взаимодействий: дисперсионное, возникающее за счет межатомных сил притяжения (δ_D); межмолекулярное диполь-дипольное взаимодействие (δ_p); межмолекулярное водородное взаимодействие (δ_h), и определяется из уравнения (2).

$$\beta = (\delta_1 - \delta_2)^2 \rightarrow 0 \quad (1)$$

$$\delta = \sqrt{\delta_D^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2} \quad (2)$$

Рассчитанные параметры представлены в таблице 1. Для сопоставления проведен расчет совместимости ПВХ с промышленными пластификаторами: диоктилфталатом (ДОФ), диизононилфталатом (ДИНФ), диоктилтерефталатом (ДОТФ).

Таблица 1

Параметры растворимости ПВХ и пластификаторов

Соединение	δ_D^2 , МДж/м ³	δ_p^2 , МДж/м ³	δ_h^2 , МДж/м ³	δ , (МДж/м ³) ^{1/2}	β
ПВХ	364,07	133,83	10,70	22,55	
ДОФ	220,73	2,14	30,34	15,93	2,56
ДОТФ	232,88	2,26	32,00	16,35	3,10
ДИНФ	237,67	1,96	27,80	16,35	3,10
БГЭТ	235,40	36,11	337,65	24,68	1,46

Сравнение параметров растворимости ПВХ и пластификаторов показало, что БГЭТ хорошо совместим с ПВХ. Причем его совместимость с ПВХ выше, чем совместимость промышленных пластификаторов ДОФ, ДОТФ и ДИНФ.

Поскольку переработку ПВХ-композитов проводят при температурах 160-170°C, на следующем этапе работы методом термогравиметрического анализа определена термостабильность БГЭТ. Эксперимент показал, что в условиях переработки ПВХ-композитов БГЭТ термостабилен (рис.2, таблица 2).

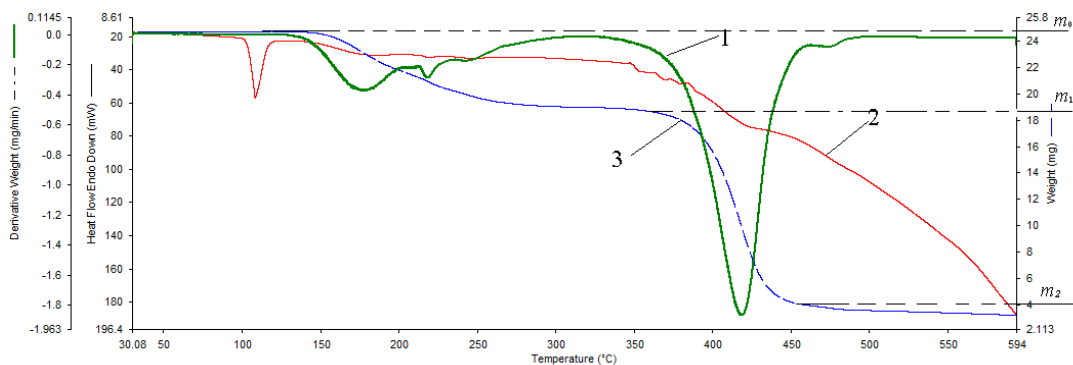


Рис. 2. Термограмма БГЭТ: ДТГ(1), ДТА(2), ТГА(3)

Таблица 2

Потеря массы образцами пластификаторов при различных температурах

Пластификатор	Т начала потери массы, °С	Потеря массы при 250 °С, %	Потеря массы при 300°С, %
ДОФ	200	1	9
ДОТФ	185	8	57
БГЭТ	182	9	24

Для определения термостабильности ПВХ и его композитов в лабораторных условиях используется метод фиксирования времени до начала выделения хлористого водорода при повышенной температуре (метод «конго-красный», ГОСТ 14041-9). Испытания проводили при температуре 170 °С. В качестве термоантиоксидантов использовали Ирганокс 1010 (пентаэритритол-тетраakis(3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-фенил)пропионат [5] и бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропил)фосфит [6].

Таблица 3

Влияние пластификаторов и стабилизаторов на продолжительность индукционного периода до начала выделения HCl* ПВХ-композитов (170 °С, ГОСТ 14041-9)

Пластификатор (50 мас.ч. на 100 мас.ч.ПВХ)	Антиоксидант (С=0,3% масс.)		
	Без антиокси-данта	Ирганокс 1010	Бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропил)-фосфит
Время до начала дегидрохлорирования ПВХ, мин			
-	3:35	4:10	4:40
ДОФ	3:15	3:50	4:44
ДИНФ	3:05	3:37	4:31
ДОТФ	3:30	4:10	4:58
БГЭТ	36:16	69:34	85:13
БГЭТ+ДОТФ (1:1)	12:50	28:52	

*Проведена статистическая обработка результатов. Ошибка составляет 5%.

Выявлено, что в ПВХ-композитах, включающих промышленные пластификаторы ДОФ, ДОТФ или ДИНФ, индукционный период до

начала выделения HCl изменяется мало в сравнении с ПВХ без пластификатора. Увеличить индукционный период позволяет введение антиоксиданта.

Существенное повышение стабильности ПВХ-композитов было зафиксировано при использовании в качестве пластификатора БГЭТ.

Таким образом, установлено, что продукт химического рециклинга полиэтилентерефталата хорошо совместим с ПВХ, имеет высокую термостабильность, существенно повышает индукционный период до начала выделения хлористого водорода в ПВХ-композитах при термовоздействии. При этом основные физико-механические характеристики ПВХ-пластиката, используемого для кабельной промышленности, удовлетворяют требованиям.

Литература

1. Lepoittevin B., Roger P.: Poly (ethylene terephthalate). in 'Handbook of engineering and speciality thermoplastics: Polyethers and polyesters' (eds.: Thomas S., Visakh P. M.) Wiley, Hoboken, 2011. 97–126 p.
2. Paszun D., Sychaj T.: Chemical recycling of poly (ethylene terephthalate). *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 36, 1997. 1373–1383 p.
3. Сатбаева Н.С., Богачева Т.М., Рахматуллина А.П. Исследование деполимеризации отходов полиэтилентерефталата под воздействием микроволнового излучения. *Химический журнал Казахстана*, 2015. №.2. С. 170-175.
4. Hansen, C.M. Hansen solubility parameter. A User's Handbook / C.M.Hansen. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2007. – 520 p.
5. Санитарно-химический анализ пластмасс. М.: Химия, 1977. С.45.
6. Пат. 2665039 Российская Федерация, МПК C07F 9/40, C09K 15/32. Новое химическое соединение бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропил)-фосфонат / Ахмадуллина А. Г., Ахмадуллин Р. М.; заявл. 03.05.2018;опубл. 27.08.2018 – 7с.

Д.У. Дюсюнбеев, О.А. Плотникова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

УТИЛИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН И МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ В РЕЗИНОВУЮ КРОШКУ

В статье проведён анализ проблемного вопроса об утилизации и вторичной переработке изношенных автомобильных шин, а также других резинотехнических изделий, вышедших из эксплуатации. Представлен анализ и обзор способов и технологий утилизации автомобильных шин.

Одним из важнейших направлений развития науки об охране окружающей среды является разработка различных способов переработка и утилизация отходов. Миллионы тонн, которые ежегодно вывозятся на

свалки, окружают со всех сторон крупные промышленные города. Масса вторичных ресурсов, переработка которых позволила бы существенно снизить затраты на производство различной продукции, годами разлагается на полигонах, нанося вред окружающей среде. Одной из актуальных экологических проблем современности является утилизация автомобильных шин. Изношенные шины являются мощным источником загрязнения окружающей среды. Высокая экологическая опасность изношенных шин обусловлена, с одной стороны, токсическими свойствами материалов, из которых они изготовлены, с другой — свойствами более ста химических веществ, которые выделяются в окружающую среду во время эксплуатации, обслуживания, ремонта и хранения шин [1]. В наибольших количествах выделяются продукты разложения каучуков (мономеры), реакционные и токсичные химические соединения (ароматические углеводороды — бензол, ксилол, стирол, толуол), предшественники канцерогенов (алифатические амины), канцерогены (сероуглерод, формальдегид, фенолы). В воздух также поступают соединения хлора, серы и азота, оксиды металлов. Однако в отработанных шинах можно найти и положительные стороны — это набор полезного для переработки материала: металл, каучук, а также текстильный корд [1]. Уже достаточно давно ведущие компании мира ведут разработки и исследования в области переработки отработанных шин. Сегодня нам доступны технологии, позволяющие получать из шин энергию (сжигая их) и измельченный порошок для дальнейшего применения, например, для строительства автомобильных дорог.

Целью данного исследования является выявление перспективного метода переработки отходов изношенных шин.

Основная часть изношенных шин, как правило, складывается на свалках — законных и незаконных захоронениях шин, сбрасываются в водоемы или просто выбрасываются вдоль дорог. Незначительная часть закапывается в землю, однако совершенство методов захоронения приводит к пожарам, в том числе подземным, ухудшению окружающей экологической обстановки [2]. Вместе с тем использование автошины содержит в себе ценное сырье: каучук, металл и текстильный корд. Эти материалы в процессе эксплуатации практически не меняют первоначальных свойств. Организация производства по переработке вышедших из эксплуатации автошин может не только во многом решить региональные экологические проблемы и создать новые рабочие места, но и образовать источники пополнения бюджетных средств за счет доходов от деятельности предприятий, выпускающих продукцию бытового и производственного назначения с использованием продуктов переработки изношенных шин [3].

Для успешного решения проблемы вторичного использования и переработки изношенных шин в России необходимы разработка и

принятие комплекса мер, регламентирующих порядок учета, сбора, хранения и поставки шин на переработку, подготовка и продвижение на федеральном и региональном уровнях законодательных актов, стимулирующих увеличение объемов восстановительного ремонта и переработки изношенных шин. Такая работа уже ведется в США и странах Западной Европы при активном содействии Всемирной ассоциации переработчиков шин [2].

В мировой практике известны различные методы переработки изношенных шин в резиновую крошку, в числе которых: механическое измельчение, криогенное дробление, бародеструкционные способы, озонные технологии, разрушение взрывом. Однако наибольшее распространение в промышленности получили механическое измельчение и криогенные технологии.

Варианты технологий переработки шин различных фирм разных городов России представлены на рисунке 1. В США и Западной Европе широко практикуется система государственных грантов на разработку новых перспективных технологических процессов и оборудования. Результатом этого стало увеличение объемов переработки изношенных шин в странах ЕС с 38% в 1992 г. до 63% в 2000 г., в 2007 г. – уже 74%, а средний уровень продаж восстановленных шин достиг 53%. При этом была реализована специальная программа увеличения объемов восстановительного ремонта шин (в первую очередь большегрузных и авиационных) и производства резиновой крошки, а также прекращения вывоза шин на полигоны отходов [4]. Опыт Западной Европы показал возможность использования различных управленческих подходов к решению проблемы, начиная от полностью свободного рынка до систем с централизованным (государственным) планированием и финансированием. Положительным примером является опыт Швеции, где в 1994 г. было принято Постановление правительства об ответственности производителей за сбор и утилизацию шин, в соответствии с которым основная ответственность за сбор и утилизацию всех шин, выходящих из эксплуатации, возлагалась на производителей шин. При этом производители шин имеют возможность самоорганизации в любые административно-правовые структуры. В Швеции создано более 100 пунктов сбора изношенных шин [4].

В последние годы введены в эксплуатацию мощности по получению резиновой крошки по всей России. Появились также предприятия, на которых успешно эксплуатируется модернизированная линия по измельчению шин и производству панелей для трамвайных и железнодорожных переездов и резиновых плит различной конструкции и назначения. Экономика и управление народным хозяйством объемов переработки вышедших из эксплуатации шин произошел за счет

увеличения производства крошки механическим методом при нормальных температурах [5].



Технологии переработки изношенных шин

Резиновая крошка, получаемая из изношенных шин, находит самое широкое применение в различных областях. Самым экономически эффективным методом использования резиновой крошки является ее возврат в резиновые смеси при производстве новых шин; здесь крошка используется в качестве заменителя дорогого и иногда дефицитного натурального и синтетического каучука [4].

Переработка автомобильных шин в резиновую крошку механическим способом позволяет использовать продукцию для социально значимых объектов. Продукт переработки покрышек: резиновая крошка, дробленая резина, гранулы, используется как основное сырье для производства: резиновых покрытий для пешеходных зон, травмобезопасных резиновых покрытий детских игровых площадок; отделки полов социальных учреждений; спортивных залов и преддомовых территорий, покрытие полов животноводческих ферм, антискользящее покрытие лестниц и прочее. Резиновые гранулы применяются в качестве наполнения в спортивных снарядах (боксерских грушах, матах), для укладки искусственной травы футбольных полей и теннисных кортов. В больших объемах резиновая крошка требуется: при производстве модифицированного битума улучшающего качество асфальта и битумных мастик; для производства резиновых смесей в качестве наполнителя. Есть и другие полезные для общества сферы применения: крошка как сорбент нефти; прокладок для железных дорог [6].

С экономической точки зрения наиболее целесообразным кажется использование резиновой крошки в рецептуре резиновых смесей. Однако,

при самом оптимистическом прогнозе в смесях для шин и резинотехнических изделиях можно использовать не более 20% резиновой крошки, полученной при переработке всех шин, выходящих из эксплуатации. Поэтому важны другие области использования дробленой резины, особенно в связи с прогнозируемым увеличением объемов переработки изношенных шин [6].

Подводя итог, хотелось бы привести следующие предложения для оптимизации текущего положения с переработкой отработанных шин в РФ:

- нужно обратить внимание на организацию производств по «холодному» восстановлению шин, так как восстановительный ремонт шин дает почти 50% экономии без существенной потери качества и срока службы шины;
- следует ужесточить контроль над качеством новой авторезины, производимой предприятиями России, в первую очередь контроль за таким атрибутом продукции, как возможность последующего восстановления;
- сделать акцент на производстве изделий из изношенных шин для нужд социально-бытового и общественного характера.

Литература

1. Шулякова, К. А. Утилизация изношенных автомобильных шин в России [Электронный ресурс] / К. А. Шулякова // Молодой ученый. — 2016. — №26. — С. 739-742. — URL <https://moluch.ru/archive/130/35973/>. – 02.12.2019.
2. Фролов, А.А. Анализ конкурентных преимуществ технологий переработки изношенных автомобильных шин [Электронный ресурс] / А.А. Фролов. – 2010. - Режим доступа: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/analiz-konkurentn-h-preimushestv-tehnologiy-pererabotki-iznoshenn-h-avtomobiln-h-shin.pdf>. – 02.12.2019.
3. Утилизация шин и экология [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.stanki-ru.ru/poleznaya-informatsiya/ekologiya-i-utilizatsiya-shin.html>.
4. Хазиев, М.А. Экономический аспект переработки изношенной резины: реалии и перспективы в России и за рубежом [Электронный ресурс] / М.А. Хазиев. - 2011. - Режим доступа: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/ekonomicheskij-aspekt-pererabotki-iznoshennoy-rezin-realii-i-perspektiv-v-rossii-i-za-rubejom.pdf>. – 02.12.2019.
5. Тарасова, Т.Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин. [Электронный ресурс] Т.Ф. Тарасова; Д.И. Чапалда // 2006. - Режим доступа: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/ekologicheskoe-znachenie-i-reshenie-problem-pererabotki-iznoshenn-h-avtoshin.pdf>. – 02.12.2019.
6. Утилизация изношенных автомобильных шин. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://mospolytech.ru/science/autotr2009/scientific/article/s10/s10_05.pdf. — 02.12.2019.

Е.А Кауркина, И.С Астахова, О.В. Атаманова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО УЧАСТКА ПРЕДПРИЯТИЯ АО «САРАТОВСТРОЙСТЕКЛО»

Приводится общая характеристика предприятия АО «Саратовстройстекло» - крупнейшего высокотехнологичного производства стекольной индустрии в Саратовской области. По результатам экологического мониторинга анализируется состояние загрязнений атмосферы автотранспортом стекольного предприятия. Расчетным путем устанавливается категория экологической опасности предприятия. Установлено, что изученный транспортный участок предприятия АО «Саратовстройстекло» относится к 3-й категории экологической опасности, что вполне соответствует технологии стекольного производства и отвечает современным требованиям менеджмента качества.

Ключевые слова: стекольная промышленность, транспортный участок, загрязняющие вещества, система менеджмента качества, показатель экологической опасности, категория экологической опасности.

Экологическая безопасность промышленных предприятий в настоящее время для Саратовской области является одним из важнейших направлений. Современные промышленные предприятия области, к сожалению, не всегда реализуют новейшие технологии производственных процессов, что приводит к снижению уровня экологической безопасности этих производств.

Одним из крупнейших высокотехнологичных производств стекольной индустрии в Саратовской области в настоящее время является АО «Саратовстройстекло», реализующее выпуск технического стекла для всей области и соседних регионов. АО «Саратовстройстекло» - одно из старейших предприятий Саратовской области. Оно было основано в 1958 году. Компания является одним из основных поставщиков листового стекла в Приволжском регионе Российской Федерации. Стекольная продукция этого завода была использована при строительстве таких крупных объектов, как отель «Россия» (г. Москва), Останкинская телевизионная башня, и Кремлёвский дворец съездов. Данное стекольное предприятие уже более 60 лет экспортирует свою продукцию и на международный рынок стекла. Сегодня АО «Саратовстройстекло» осуществляет поставки листового стекла в 29 стран мира.

Предприятие располагается в г. Саратове, на улице имени Ломоносова, д. 1.

Территория АО «Саратовстройстекло» занимает площадь почти 50 гектаров, на которой размещены цеха, оснащенные современной техникой и оборудованием. Реализация новейших и прогрессивных технологий и

саратовскими стеклоделами позволила им одними из первых в России осуществить переход на выпуск листового стекла флоат-способом. Сегодня предприятие производит этим способом стекло толщиной 3-12 мм, соответствующее международным стандартам качества. Производственная мощность предприятия: 23 млн.м²/год листового и более 700 т/сут стекломассы.

На предприятии реализуется интегрированная система менеджмента качества технологических процессов в соответствии с мировыми стандартами (ISO 9001:2015 (2008); ISO 14001:2004) [1-2]. В числе выпускаемой продукции имеется стекло листовое бесцветное М1 и М4 (ГОСТ 111-2014) [3], а также стекло, окрашенное в массу и архитектурное стекло.

Численность персонала в настоящее время составляет 475 чел. Количество смен работы на предприятии – 3.

Для проведения оценки экологической безопасности предприятия необходимо было установить категорию экологической опасности подразделений данного объекта. Одним из самых экологически «неблагополучных» на предприятии является транспортный цех (участок), для которого и был выполнен расчет категории экологической опасности.

Предварительным мониторингом было установлено, что транспортный парк предприятия включает кроме легковых автомобилей, также грузовые на бензиновом, так и на дизельном топливе. Состав основных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу транспортным цехом, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав основных загрязняющих веществ и расчет годовых выбросов от автомобилей предприятия, мг/м³

№ пп	Вредное вещество	Класс опасности	Интенсивность выделения q ₀ , г/с	ПДК _{СС} , мг/м ³	M _i ^г тех, т/год
1	NO ₂	2	0,08	0,04	11,94
2	HCl	3	0,3	0,2	44,784
3	Pb	1	0,001	0,0007	0,1493
4	C ₆ H ₆	2	0,09	0,10	13,43
5	CO	4	0,05	3	7,464
				Итого:	77,775

Для определения максимально разовых выбросов каждого загрязняющего вещества автомобилями каждой марки использовалась формула [4]:

$$M_i^{M.P.} = a_b(\tau_b/\tau_v)G_iA_i, \text{ г/с}, \quad (1)$$

где G_i – выбросы i-го вредного вещества, при режиме работы автомобиля на холостом ходу; a_b – коэффициент выпуска автомобилей с

территории предприятия; A_i – списочное количество автомобилей одной марки на предприятии; τ_b – длительность выхода автомобилей с территории предприятия; τ_v – время интервала усреднения;

Выбросы каждого из перечисленных в таблице 1 вредных веществ в атмосферу определялись по формуле [4]:

$$G_i = 1,3Q \cdot \rho \cdot P_x, \text{ г/с}, \quad (2)$$

где Q – нормативный расход топлива автомобилем одной марки; ρ – плотность: бензинового топлива – 0,74 кг/л, дизельного топлива – 0,825 кг/л; P_x – безразмерный коэффициент- характеристика массы вредного вещества.

Расчетами были установлены значения среднесуточных выбросов автомобилями предприятия загрязняющих веществ в атмосферу, а также годовые выбросы вредных веществ. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Среднесуточные и годовые эксплуатационные выбросы загрязняющих веществ

Выбросы загрязняющих веществ	Загрязняющие вещества				
	CO	NO ₂	Pb	C ₆ H ₆	HCl
Среднесуточные выбросы, $M_i^{c.c.}$, кг/сут	380,8197	7,32055	10,5549	73,836	23,166
Годовые выбросы, $M_i^{\Gamma_{авт}}$, т/год	138,999	2,672	3,8525	26,95	8,46

Был установлен также объем общих годовых выбросов вредных веществ транспортного участка предприятия. Он составил 3 874 619 т/год.

Показатель экологической опасности составил 437136,6, что позволило установить категорию экологической опасности анализируемого цеха предприятия.

Расчет показателя экологической опасности транспортного участка АО «Саратовстройстекло» представлен в таблице 3.

Таблица 3

Расчет показателя экологической опасности предприятия

№	Наименование вредного вещества	ПДК _{СС} (мг/м ³)	М _{тех} т/год	М _{авт} т/год	$M_i = M_{\text{тех}} + M_{\text{авт}}$	М _г /ПДК _{СС}	$n_i = (M_i / \text{ПДК}_{\text{СС}})^{\alpha_i}$	$\text{ПО} = \sum (M_i / \text{ПДК}_{\text{СС}})^{\alpha_i}$
1	NO ₂	0,04	11,9424	2,672	14,6144	365,36	2145,543	437136,6
2	HCl	0,2	44,784	8,46	53,244	266,22	266,22	
3	Pb	0,0007	0,14928	3,8525	4,00178	5716,829	432247,8	
4	C ₆ H ₆	0,1	13,4352	26,95	40,3852	403,852	2443,931	
5	CO	3	7,464	138,999	146,463	48,821	33,09375	

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать **вывод** о том, что изученный транспортный участок предприятия АО «Саратовстройстекло» относится к 3-й категории экологической опасности, что вполне соответствует технологии стекольного производства и отвечает современным требованиям менеджмента качества.

Литература

1. ISO 9001:2015 (2008) (ГОСТ Р ИСО 9001–2008). Системы менеджмента качества. Требования. Сертификат соответствия ISO 9001:2015 (2008). – Режим доступа: <https://rossertcentr.ru/sertifikaciya-iso-9001-2015>
2. ISO 14001:2004 (ГОСТ Р ИСО 14001-2007). Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по использованию. Сертификат соответствия ISO 14001:2004. – Режим доступа: <https://trts.info/article/sertifikat-gost-r-iso-14001-2007-iso-140012004>
3. ГОСТ 111-2014. Стекло листовое бесцветное. Технические условия. – М.: Росстандарт, 2016. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200119804>
4. Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом. – М.: Московское отделение ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1985. – Режим доступа: http://infosait.ru/norma_doc /11/11099/index.htm

С.Л. Кирнос

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)» Министерства обороны Российской
Федерации, г. Воронеж

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УЧЕТА ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

В работе представлены методологические аспекты применения модифицированного фрактального R/S -анализа при прогнозировании параметров стохастических временных рядов, в частности температурного ряда, в процессе разработки прогнозов экологической обстановки.

Ключевые слова: фрактал, тренд ряда, R/S -анализ, детерминированный хаос, метод Херста.

При разработке экологических прогнозов для конкретных регионов необходимо тщательно выполнять учет природно-климатических условий.

Одной из основных метеорологических величин, оказывающих влияние на экологическую обстановку, является температура воздуха. При этом специалистов-экологов интересуют как фактические, так и прогностические значения температуры для разработки экологических прогнозов.

В частности, инверсии температуры могут начинаться от поверхности земли (приземная инверсия) или с некоторой высоты (приподнятая инверсия). Такие задерживающие слои препятствуют перемешиванию воздуха и способствуют накоплению у земли примесей, включая продукты конденсации влаги в воздухе, образующие туманы, дымку, низкие облака. Таким образом, опасный уровень загрязнения воздуха при инверсии часто сопровождается туманом или дымкой. Влияние температурной инверсии на формирование опасных уровней загрязнения воздуха в приземном слое проявляется по-разному в зависимости от типа источника загрязнения и параметров выброса.

В современной гидрометеорологической практике большое внимание уделяется анализу структуры стохастических временных рядов различных метеовеличин. Существующие классические статистические трендовые модели, используемые в этих целях, в ряде случаев не всегда дают требуемые результаты, так как не учитывают большое количество причинно-следственных связей внутренних и внешних влияющих факторов на исследуемую величину [1]. Данный факт требует постановки задачи разработки нового и совершенствования существующего инструментария для обработки временных рядов с целью прогнозирования

их будущего поведения. Перспективным направлением в формализации и решении данной задачи является использование системно-динамического подхода [1, 2].

В рамках такого подхода предлагается модифицировать известные графические методы представления потоковых данных, на основе которых разрабатываются причинно-следственные диаграммы и временные ряды, позволяющие учитывать воздействие неуправляемых внешних факторов на исследуемую метеовеличину [2].

В результате применения такого подхода временные ряды метеовеличин графически анализируются с точки зрения их фрактальных свойств.

Цель работы – обоснование методологических аспектов применения модифицированного фрактального R/S -анализа при прогнозировании параметров стохастических временных рядов, в частности температурного ряда, в процессе разработки прогнозов экологической обстановки.

Центральное место в методах изучения фрактальной структуры временных сигналов занимает метод нормированного размаха английского гидролога Г. Херста (R/S -анализ) [1]. В рамках этого метода вычисляется показатель Херста (H). Этот показатель позволяет проводить классификацию временных рядов по степени их случайности.

Временные последовательности, для которых $H > 0,5$, относятся к классу персистентных – сохраняющих имеющуюся тенденцию. Если приращения были положительными в течение некоторого времени в прошлом, то есть происходило увеличение, то и впредь, в среднем, будет происходить увеличение. Таким образом, для процесса с $H > 0,5$ тенденция к увеличению в прошлом означает тенденцию к увеличению в будущем. И наоборот, тенденция к уменьшению в прошлом означает, в среднем, продолжение уменьшения в будущем. Чем больше H , тем сильнее тенденция. При $H = 0,5$ никакой выраженной тенденции процесса не происходит, и нет оснований считать, что она появится в будущем. Случай $H < 0,5$ характеризуется антиперсистентностью – рост в прошлом означает уменьшение в будущем, а тенденция к уменьшению в прошлом делает вероятным увеличение в будущем.

Алгоритм расчета параметра H заключается в следующем.

1. На первом этапе исходный временной ряд исследуемого параметра X_i , где $i = \overline{1, N}$ (N – дискретные моменты времени), преобразуется в меньший ряд Y_k , где $k = \overline{1, i-1}$ с использованием выражения

$$Y_k = \ln\left(\frac{X_{i+1}}{X_i}\right). \quad (1)$$

2. Полученный новый ряд делится на A смежных подпериодов длины l так, что $Al = N - 1$. Для каждого из периодов вычисляются математическое ожидание ($\overline{Y_A}$) и среднее квадратическое отклонение (S_A).

Временной ряд накопленных отклонений $\Delta Y_{A,l}$ от математического ожидания каждого из подпериодов определяется как

$$\Delta Y_{A,l} = \sum_{j=1}^l (Y_j - \bar{Y}_A), \quad (2)$$

где $j = \overline{1, l}$.

3. Далее вычисляется разность (размах) отклонений от среднего в пределах каждого подпериода с использованием выражения

$$R_Y = \max(\Delta R_{Y_{A,l}}) - \min(\Delta R_{Y_{A,l}}). \quad (3)$$

4. Вычисляется параметр Херста H с использованием выражения

$$H = \frac{\ln(R_A / S_A)}{\ln(l/2)}. \quad (4)$$

5. С использованием полученных значений параметра H для каждого подпериода, вычисляется среднее арифметическое \bar{H}_A .

6. Производится переразбиение временного ряда, представленного выражением (1) на новые подпериоды, длина которых больше l , и выполняется весь алгоритм заново в соответствии с пунктами 2 – 5.

7. Используя метод наименьших квадратов, находятся значения H из уравнения регрессии вида

$$\ln\left(\frac{R}{S}\right) = \ln(c) + H \ln\left(\frac{N}{2}\right), \quad (5)$$

где c – константа.

8. Находится значение размерности Хаусдорфа-Безиковича с использованием выражения

$$D = 2 - H. \quad (6)$$

С использованием вышеуказанного научно-методического подхода исследованы фрактальные характеристики временного ряда наблюдений за температурой воздуха по п. Москва за последние 10 лет. Ряд содержит значения температуры T_i с частотой дискретизации 3 часа. Объем выборки составил $N = 27515$ наблюдений. На рисунке 1 представлена диаграмма результатов вышеуказанных наблюдений и убывающий температурный тренд.

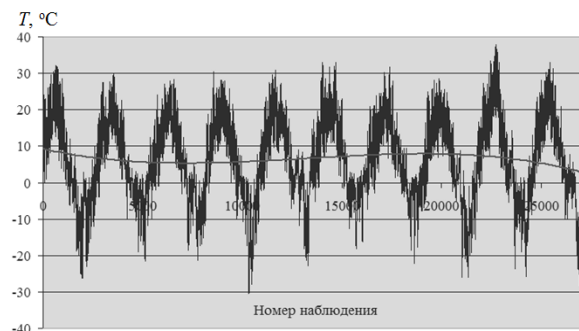


Рис. 1 Временная диаграмма результатов наблюдений за температурой воздуха

На рисунке 2 представлен временной ряд численных значений $\ln(\Delta T_i)$ накопленных отклонений от среднего, полученных с использованием выражения (2) и линия слабо восходящего тренда.

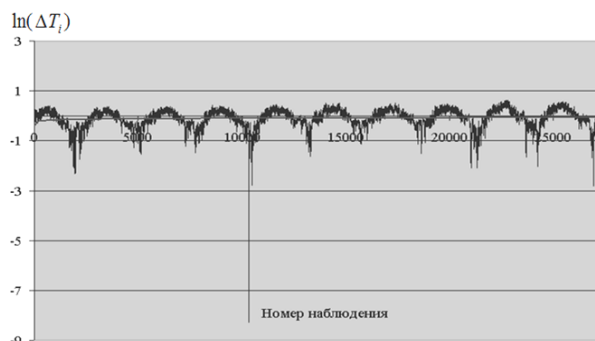


Рис. 2 Временной ряд накопленных отклонений температуры от средних значений

Размах отклонений температуры, полученный с использованием выражения (3) составил $R_T = \max(\Delta R_T) - \min(\Delta R_T) = 0,637 - (-8,278) = 8,915$ °С, а среднее квадратическое отклонение $S_T = 0,084$ °С.

Значение показателя Херста, полученное с использованием выражения (4), составило $H = 0,489$. Г. Херст показал, что рассчитанный параметр характеризует отношение силы тренда (детерминированный фактор) к уровню шума (случайный фактор). Сила тренда и уровень шума оцениваются, насколько величина H превосходит 0,5. В рассматриваемом случае слабая детерминированная составляющая фрактальных свойств ряда присутствует, и наблюдается антиперсистентный процесс, свидетельствующий о неустойчивости знака температурного тренда. Значение размерности Хаусдорфа-Безиковича, полученное с использованием выражения (6), составляет $D = 1,511$, что свидетельствует о «неслучайной» природе исследуемого временного ряда.

Таким образом, расчет численных значений показателя H по временной диаграмме позволяет сделать заключение о степени организованности процесса, а также о предполагаемом (прогностическом) знаке линии тренда стохастического ряда температуры, что, в конечном счете, ведет к повышению адекватности экологических прогнозов.

Литература

1. Шустер П. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988. 240 с.
2. Михайлов В.В., Семенов М.Е., Кирносков С.Л. Учет фрактальных свойств при функционировании авиационной системы поддержки принятия метеозависимых решений // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. № 1, 2015. С. 12 – 18.

О.В. Клепиков^{1,2,3}, С.А. Куролап^{1,2}, М.В. Енютина¹

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж

²Воронежский государственный университет,

³Воронежский государственный университет инженерных технологий

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ВОЕННЫХ АЭРОДРОМОВ

В статье рассматриваются возможные методические подходы организации мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах влияния военных аэродромов, предложены базовые принципы организации мониторинга. Предлагается список лабораторно контролируемых в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, частота и точки контроля на приаэродромной территории военных аэродромов.

Ключевые слова: военные аэродромы, загрязнение, атмосферный воздух, организация мониторинга.

Актуальность разработки методических подходов организации мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах влияния военных аэродромов связана с тем, что для авиационной техники Военно-космических сил (ВКС) не применяется система нормирования и регламентирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух как это имеет место для промышленных объектов и гражданского автотранспорта, т.к. обеспечение обороноспособности страны имеет несомненный приоритет в государственной политике. Вместе с тем, в мирное время, объекты Министерства обороны Российской Федерации, в том числе и подразделения ВКС, базирующиеся на стационарных объектах (военных аэродромах) должны выполнять требования природоохранного законодательства [1, 2]. Необходимость организации мониторинга также связана с установлением границ 7 подзоны приаэродромной территории не только для гражданских, но военных аэродромов [3]. При этом до 90% выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на аэродроме и приаэродромной территории обусловлено эмиссией продуктов сгорания двигателей воздушных судов на этапе (в режиме) взлет-посадка [4].

Целью работы являлась адаптация общеизвестных принципов организации мониторинга уровня воздействия загрязнения атмосферного воздуха на личный состав авиационных подразделений и население, проживающее в зонах воздействия приаэродромных территорий.

Обзор исследований по оценке неблагоприятного влияния военных аэродромов на окружающую среду показывает, что наибольшее значение для загрязнения атмосферного воздуха на аэродромах имеют подвижные

источники загрязнения – самолеты на этапах взлета-посадки и стационарные источники загрязнения, указанные в таблице [5].

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха на военных аэродромах

Источники загрязнений	Вещества, рекомендуемые для определения в точках контроля
Места стоянки воздушных судов	Пары керосина, бензина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, пыль
Работа на местах стоянок и площадках специального назначения при запуске и опробовании авиадвигателей и вспомогательных силовых установок воздушных судов	Пары керосина, оксид углерода, оксид азота, аэрозоли масел, фенол, формальдегид, продукты деструкции масел, пыль
Заправка воздушных судов горюче-смазочными материалами, спецжидкостями	Пары топлива, аэрозоли минеральных и синтетических масел, аэрозоли рабочих жидкостей
Наружная мойка воздушных судов с применением моющих средств	Фенол, моноэтаноламин
Расконсервация деталей воздушных судов, переборка тормозов и т.п.	Пары бензина, толуол, ацетон, бутилацетат, этилацетат
Ремонт и наладка бортового оборудования	Пары керосина, пыль графитовая, канифоль, свинец
Заправка бортовых огнетушителей	Этиленгликоль, фреон-12В, фреон-114В
Зарядка аккумуляторов	Аэрозоли щелочей и кислот

Нами сформулированы следующие организационно-методические предложения.

Размещение точек контроля определяется с учетом наибольшей плотности или численности личного состава, площади аэродрома и приаэродромной территории, рельефа местности, размещения функциональных зон.

Основные принципы обоснования мест и количества точек контроля сбора информации об уровнях воздействия факторов окружающей среды на личный состав авиационных частей и подразделений заключаются в следующем:

- чем больше площадь территории, тем необходимо большее число точек контроля;
- чем численность личного состава больше в рассматриваемом месте контроля, тем приоритетнее контроль;
- чем опаснее вредный фактор, тем приоритетнее контроль данного фактора;
- чем продолжительнее время воздействия на личный состав фактора, тем приоритетней контроль данного фактора.

Для оценки приоритетности контроля загрязняющих веществ должен быть выполнен сбор информации и созданы необходимые базы данных. Эта работа выполняется однократно. Ежегодно вносятся изменения, связанные с характеристикой выбросов (сбросов, изменений регламентов работ и т.д.) источников загрязнения.

Отбор проб атмосферного воздуха в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества атмосферного воздуха населенных пунктов». Проведение исследований – в аккредитованных лабораториях.

Одновременно с отбором проб воздуха определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.

Основанием составления перечня приоритетных загрязняющих атмосферный воздух веществ являлись следующие критерии:

- вещества, совокупный вклад которых в валовый (общий) выброс (эмиссию от двигателей воздушных судов) составляет до 95% (углерода оксид, азота диоксид, серы диоксид, взвешенные вещества);

- неорганические вещества, вероятно входящие в пылевую фракцию, на которые имеются аттестованные методы лабораторного контроля;

- вещества, обладающие канцерогенным действием (фенол, формальдегид) на которые имеются аттестованные методы лабораторного контроля.

В минимальный обязательный перечень определяемых веществ в атмосферном воздухе необходимо включить диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, взвешенные вещества, пары керосина, фенол, формальдегид.

Лабораторно определенные в точках контроля концентрации загрязняющих веществ необходимо сравнивать с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений" (на территории казарменного и жилого городка) и с ГН 2.2.5.3532-18 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны" (на территории летного поля и служебно-технической застройки).

Для контроля воздушной среды оптимальна полная программа наблюдений, которая предназначена для получения информации о разовых и среднесуточных концентрациях. Наблюдения по полной программе выполняют ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно через равные промежутки времени не менее четырех раз в сутки.

На первом этапе не менее 200 среднесуточных проб в год в каждой контрольной точке дают относительно надежное представление о степени загрязнения воздуха территории. При стабильной информационной

картине, число исследований в последующие годы можно уменьшить до 4 проб в каждой контрольной точке (посезонно).

Литература

1. Зибров Г.В., Михайлов В.В., Умывакин В.М. Экологический мониторинг приаэродромных территорий на основе интегральной оценки техногенного воздействия военной авиации на окружающую среду // В книге «Системы метеорологического, экологического и аэрокосмического мониторинга» Билетов М.В., Гедзенко Д.В., Гедзенко М.О., Драбенко В.А., Зибров Г.В., Ишук И.Н., Кирносов С.Л., Кузнецов И.Е., Матвеев М.Г., Михайлов В.В., Парфильев А.В., Первезенцев Р.Е., Попов В.В., Самсонов А.В., Семенов М.Е., Ульшин И.И., Умывакин В.М. монография. Под редакцией В. В. Михайлова. Москва, 2015. С. 171-180.

2. Умывакин В.М., Швец А.В., Чипига А.Ю., Колычева В.В., Медведенко Е.А. Экологический мониторинг качества окружающей среды приаэродромных территорий на основе геосистемно-квалитетического подхода // Материалы XIII научно-практической конференции, посвященной 85-летию гражданской обороны России и Году экологии в России «Комплексные проблемы техносферной безопасности. Безопасный город и методы решения экологических проблем окружающей среды». Воронеж, 2017. С. 78-85.

3. Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Кутищев Д.С. Мониторинг экологического состояния приаэродромных территорий // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе». Воронеж, 2019. С. 159-162.

4. Клепиков О.В., Куролап С.А. Обоснование выбора точек контроля для оценки воздействия аэротехногенных загрязнений на личный состав авиационных частей и подразделений // Тенденции развития науки и образования. 2020. №58-1. С. 46-48

5. Клепиков О.В., Филимонова О.Н., Енютина М.В., Назаренко И.Н. Обзор исследований по оценке неблагоприятного влияния военных аэродромов на окружающую среду // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2019. № 11. С. 93-103.

О.В. Клепиков^{1,2}, С.А. Куролап¹, С.А. Епринцев¹

¹Воронежский государственный университет,

²Воронежский государственный университет инженерных технологий

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА В УСЛОВИЯХ ПРЕОБЛАДАЮЩЕГО ВКЛАДА В ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье рассматриваются результаты оценки канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного воздействием загрязняющих веществ, содержащихся и контролируемых в атмосферном воздухе Липецка – города, в котором расположено крупнейшее в России металлургическое производство полного цикла ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

Ключевые слова: загрязнение, атмосферный воздух, организация мониторинга, канцерогенный риск здоровью.

Проблема загрязнения атмосферного воздуха крупных городов связана с большим числом предприятий промышленности, расположенных на сравнительно небольших по площади территориях [1]. В этой связи, проведение исследований по оценке риска здоровью городского населения, обусловленного воздействием загрязняющих атмосферный воздух веществ, не вызывает сомнений, что отмечается во многих работах [2, 3, 4]. Металлургическое производство относится к группе ведущих отраслей промышленности, деятельность которого обуславливает весомое влияние на формирование техногенной нагрузки на среду обитания. Актуальность работы связана с тем, что Новолипецкий металлургический комбинат расположен в черте города Липецка, вплотную примыкая к ряду жилых микрорайонов и занимает первое место по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух среди промышленных предприятий города Липецка [5, 6].

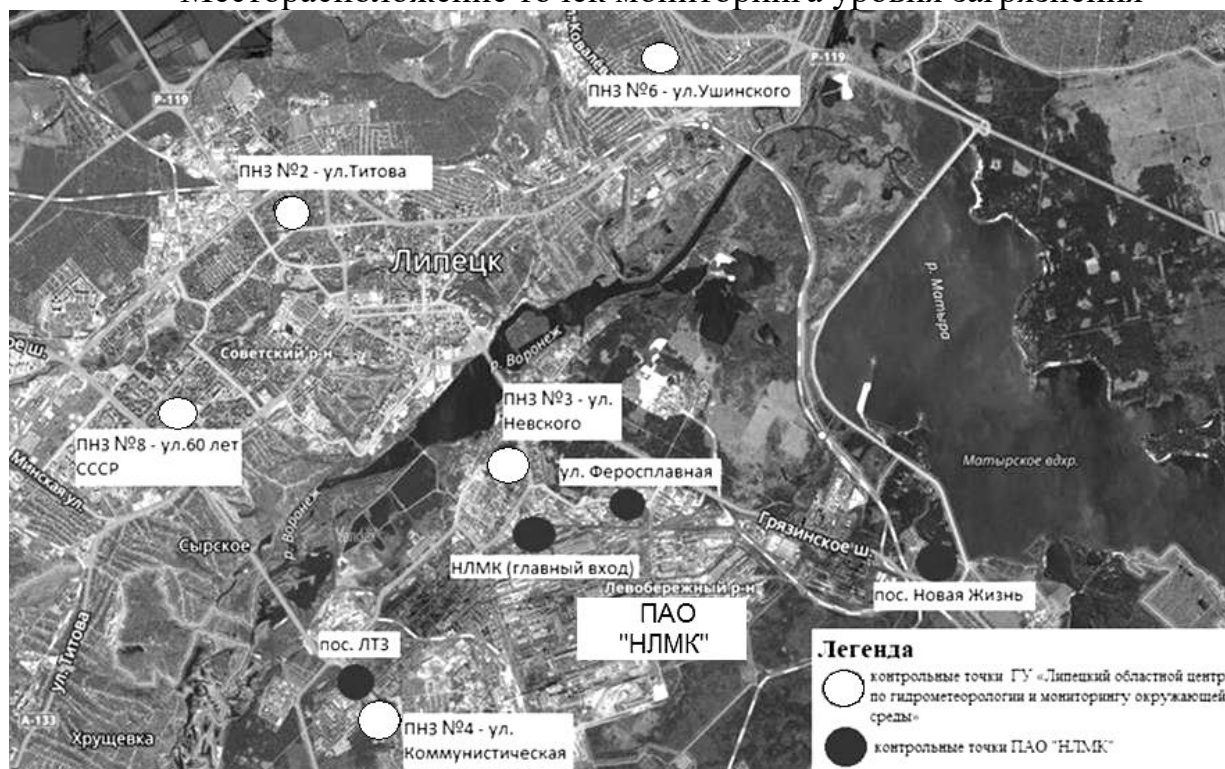
Цель работы заключалась в оценке канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного воздействием выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от металлургического комбината Публичного акционерного общества «Новолипецкий металлургический комбинат» (ПАО «НЛМК»).

Исходной базой для проведения исследования послужили данные стационарных постов наблюдения (ПНЗ) за уровнем загрязнения атмосферного воздуха за 2019-2020 гг., предоставленные ГУ «Липецкий областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» и данные производственного контроля (подфакельные выбросы)

ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», предоставленные предприятием. Всего 8 точек мониторинга (рисунок).

Для количественной оценки канцерогенного риска здоровью населения применены методы, приведенные в Р.2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утв. главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5.03.2004). Канцерогенный риск (CR) в течение жизни определяется по формуле $CR = ADD * SF$, где ADD – средняя суточная доза в течение жизни, мг/(кг*день); SF – фактор канцерогенного потенциала, $\text{мг}/(\text{кг} * \text{день})^{-1}$. При этом, для оценки экспозиции избран основной путь поступления загрязняющих веществ в организм – ингаляционный. Средняя суточная доза (ADD) рассчитывалась для двух возрастных групп (дети 6 лет и взрослое население) согласно рекомендациям, изложенным в руководстве Р 2.1.10.1920-04.

Месторасположение точек мониторинга уровня загрязнения



атмосферного воздуха в городе Липецк

В выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от металлургического производства полного цикла ПАО «НЛМК» по данным томов проектов «Предельно-допустимых выбросов» присутствуют канцерогены: бенз(а)пирен, бензол, кобальт, сажа, свинец, хром (VI), формальдегид, стирол и этилбензол (таблица).

На стационарных постах города из этих веществ контролируется только формальдегид. Оценка индивидуального канцерогенного риска по формальдегиду, проведенная для двух возрастных групп (дети 6 лет и взрослые), показала, что не по одному из постов, по данным 2019-2020 гг., величины не превышают предельно допустимого риска, принятого в Российской Федерации для загрязнителей атмосферного воздуха (10^{-4}).

Вместе с тем, в результате оценки канцерогенного риска по данным подфакельных исследований выявлены превышения приемлемого уровня риска для соединений хрома (VI) в двух возрастных группах до 5-7 раз (величины рисков составляют от $5,72 \times 10^{-4}$ до $7,14 \times 10^{-4}$ для взрослого населения и от $5,34 \times 10^{-4}$ до $6,66 \times 10^{-4}$ для детей). Данный уровень риска приемлем только для профессиональных групп.

Факторы канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии веществ ($\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут.})^{-1}$)

Номер CAS ^{х)}	Вещество	Группа или подгруппа канцерогена		SFi (ингаляционное воздействие) ($\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сут.})^{-1}$)
		МАИР ^{хх)}	ЕРА ^{ххх)}	
50-32-8	Бенз (а)пирен	2А	В2	3,9
71-43-2	Бензол	1	А	0,027
7440-48-4	Кобальт	2А	В1	9,8
-	Сажа	1	-	0,0155
7439-92-1	Свинец	2А	В2	0,042
18540-29-9	Хром (VI)	1	А	42
50-00-0	Формальдегид	2А	В1	0,046
100-42-5	Стирол	2В	С	0,002
100-41-4	Этилбензол	2В	D	0,00385

^{х)} регистрационный номер вещества в реестре CAS (Chemical Abstracts Service) Химической реферативной службы подразделения Американского химического общества

^{хх)} МАИР – международное агентство по изучению рака

^{ххх)} ЕРА – Агентство по защите окружающей среды США

Необходимо отметить также положительные стороны природоохранной деятельности предприятия. Так, объем выбросов от стационарных источников ПАО «НЛМК» постоянно снижается. С 2000 по 2020 гг. объем производства почти удвоился, комбинат стал крупнейшим производителем стали в России, но при этом воздействие на окружающую среду существенно снизилось благодаря внедрению современных технологий и масштабной модернизации оборудования. Удельные

выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятий Группы «НЛМК» сократились почти вдвое и соответствуют уровню наилучших доступных технологий в металлургии.

Вместе с тем, по результатам оценки канцерогенного риска здоровью необходимо уделять внимание мониторингу канцерогенов на территории жилой застройки, примыкающей с санитарно-защитной зоне предприятия. В перспективе необходимо осуществить поэтапное переселение жителей, проживающих вблизи санитарно-защитной зоны металлургического комбината.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта РФФ №20-17-00172 «Урбозкодиагностика состояния воздушной среды крупных промышленных городов Центрального Черноземья: воздействие шумового фактора, канцерогенные риски и обеспечение экологической безопасности».

Литература

1. Ревич Б.А. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения // Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. 640 с.
2. Боев В.М., Карпенко И.Л., Боев М.В., Бархатова Л.А., Зеленина Л.В., Кряжев Д.А. Гигиеническая оценка аэрогенного риска для здоровья населения в районах размещения предприятий I, II класса опасности с обоснованием размеров санитарно-защитных зон // Медицина труда и экология человека. 2018. №2(14) С. 5-10.
3. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта "Чистый воздух" // Анализ риска здоровью. 2019. №4. С. 4-13.
4. Попова А.Ю., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Мишина А.Л., Ярушин С.В. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья // Гигиена и санитария. 2017. №12(96). С. 1125-1129.
5. Денисенко В.И., Ендальцева И.А., Заряева Е.В. Риск для здоровья населения, обусловленный воздействием загрязняющих веществ металлургического производства. Санитарный врач. 2011; 9: 57-60.
6. Попов В.И., Клепиков О.В., Ендальцева И.А. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения, проживающего вблизи металлургического производства // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11. № 3. С. 742-745.

Л.Н. Костылева, А.А. Громковский, С.Н. Башлыков, И.В. Хворых

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

В статье представлены результаты исследования по анализу загрязнения воздушного бассейна на примере крупного промышленного города.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, источники загрязнения, контроль, наблюдение.

Атмосферный воздух является одним из наиболее значимых факторов среды обитания, оказывающих влияние на здоровье человека. Воздушная среда города значительно отличается по своим характеристикам от состояния воздушной атмосферы в природных системах, находящихся в тех же природно-климатических условиях [1, 3].

Исследования проводились на примере крупного промышленного города Воронежа. Воронеж не входит в ряд городов Российской Федерации с высоким загрязнением атмосферного воздуха, однако, на его территории исторически сложились несколько промышленно-производственных комплексов. Построенные на окраине промышленные предприятия при активном городском развитии оказались поглощенными застройками. Преобладание большого количества источников выбросов загрязняющих веществ на низких высотах (менее 10 м) также усложняет экологическую обстановку, так как при наличии плотной застройки в городе затруднен процесс рассеивания.

Активное влияние на формирование города, его территориального развития и структурную организацию оказывают внешние связи, основными из которых являются автомобильные трассы Воронежа: Воронеж-Москва, Воронеж-Ростов-Саратов, Воронеж-Курск, новая автомагистраль Воронеж-Тамбов. Территорию города пререзают две транзитные железнодорожные магистрали.

На территории г. Воронежа зарегистрировано более 12000 стационарных источников выбросов в атмосферу. По данным городских природоохранных ведомств основной вклад в загрязнение атмосферы вносят транспортный комплекс (более 80 %) и предприятия теплоэнергетики, химической промышленности [2, 4]. В структуре выбросов подавляющая доля (около 80,3 %) приходится на газообразные и жидкие загрязняющие вещества. Основное загрязнение связано с выбросами диоксида серы (топливно-энергетический комплекс), диоксида азота, фенола и формальдегида (выбросы автотранспорта, химического производства, пищевой промышленности).

Анализ последних данных об объемах выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, к которым, прежде всего, относятся промышленные предприятия и предприятия теплоэнергетики, показывает, что оснащенность источников выбросов газопылеулавливающими установками составляет лишь около 30 %. При этом из общего количества образующихся загрязняющих веществ улавливается только 52 % в том числе твердых веществ 85 %, диоксида азота 36 %, углеводородов 25 %, летучих органических соединений 5,5 %.

Передвижные источники г. Воронежа представлены тремя категориями:

- 1) автомобильный транспорт (по данным ГИБДД городской парк автомобилей за последние 10 лет значительно увеличился);
- 2) железнодорожный транспорт ЮВЖД;
- 3) авиационный транспорт.

С ростом парка автомобилей, увеличивается потребление моторного топлива, что, в свою очередь, приводит к увеличению выброса в атмосферу загрязняющих веществ с отработавшими газами автомобилей, валовый выброс которых за 2018 г. составил 114,634 тыс. тонн (табл.).

Расчетный выброс вредных веществ в атмосферу с учетом деления автотранспортной нагрузки по видам транспорта (грузовой, легковой) и используемого топлива (бензин, дизельное топливо) представлены в таблице. Увеличение валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников связано с ростом количества автотранспорта.

Фактически те выбросы превышают приведенные данные, так как ежегодно проводимые рейды по проверке токсичности и дымности автотранспорта показывают, что минимум 20 % содержания оксидов углерода, сажи, углеводородов превышают допустимые значения в 2-3 раза. Как следствие, в атмосферном воздухе на транспортных магистралях отмечается присутствие продуктов сгорания топлива, а концентрации отдельных веществ превышает установленные нормативы.

Так, данные анализов атмосферного воздуха на автомагистралях и в жилой зоне города, проведенных специалистами «Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», показывают, что в пробах воздуха от автотранспортной деятельности постоянно наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) по пыли, оксидам азота, оксида углерода, оксиду серы. Максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе отмечаются в местах интенсивного движения автотранспорта в дни наступления неблагоприятных метеорологических условий в основном в районе ул. Лебедева, пересечений улиц Кольцовской и Плехановской, Московского проспекта с ул.45-й Стрелковой Дивизии, улицы Димитрова и Ленинского проспекта и

других. Все это связано с сокращением количества экологически чистого транспорта (троллейбусов и трамваев) и увеличением количества автобусов, неравномерной интенсивностью движения маршрутных такси по улицам города.

Расчетный выброс вредных веществ с учетом деления автотранспортной нагрузки по видам транспорта, г/с

(по данным Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области)

Магистраль	Расчетный выброс вредных веществ с учетом деления автотранспортной нагрузки по видам транспорта, г/с			
	Оксид углерода	Оксиды азота	Углеводороды	Сажа
1	2	3	4	5
ул.Димитрова	48,10	4,13	7,45	0,033
ул.Брусилова	27,09	1,86	3,24	0,01
ул.Новосибирская	32,08	1,48	5,25	0,03
ул.Ленинградская	35,65	1,91	5,97	0,02
Ленинский пр.-т	35,69	2,10	5,80	0,017
ул.Волгоградская	21,33	1,50	4,10	0,01
ул.Кольцовская	15,36	1,30	2,80	0,07
ул.Кирова	64,51	2,028	9,26	0,02
ул.Пешестрелецкая	26,13	1,552	4,79	0,027
Московский пр.-т	89,76	2,10	5,30	0,02
Пр.-т Революции	27,95	5,22	13,98	0,03
ул.Плехановская	40,61	2,20	4,60	0,09
ул.20 лет Октября	13,41	2,70	7,40	0,04
ул.Степана Разина	46,54	2,86	7,90	0,02
ул.Матросова	38,21	2,50	6,70	0,02
ул.Лизюкова	19,78	1,46	3,20	0,01
ул.Ф.Энгельса	6,09	0,37	0,98	0,003
ул.Ср.-московская	23,65	1,80	4,30	0,01
ул.Ворошилова	88,56	5,22	13,62	0,03
ул.Космонавтов	25,24	1,55	4,20	0,001
ул.9-го января	26,98	2,20	5,90	0,01
ул.45 Ст. дивизии	6,55	0,28	0,94	0,002
Пр.-т патриотов	44,58	3,30	0,10	0,03
ул.Хользунова	12,92	1,15	2,30	0,007

Переходя к анализу данных об объемах выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, к которым, прежде всего, относятся промышленные предприятия и предприятия теплоэнергетики, следует отметить, что оснащенность источников выбросов газопылеулавливающими установками составляет лишь около 30 %. При

этом из общего количества образующихся загрязняющих веществ улавливается только 52 % в том числе твердых веществ 85 %, диоксида азота 36 %, углеводов 25 %, летучих органических соединений 5,5 %.

Основной вклад в загрязнение атмосферы г. Воронежа вносят:

- предприятия дорожно-транспортного комплекса (в том числе магистральные газопроводы) – 20 %;
- предприятия пищевой промышленности – 20 %;
- предприятия теплоэнергетики – 17 %;
- предприятия промышленности строительных материалов – 10 %.

Особенностью стационарных источников в г. Воронеже является то, что большая их часть (75 %) сконцентрирована на значительно малой площади в двух промышленных районах города - Левобережном и Коминтерновском. Основными источниками поступления в атмосферу химических веществ, и, в первую очередь, сернистого ангидрида являются предприятия энергетики - ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, расположенные в этих районах. На их долю приходится 34,8 % от общего объема выбросов в атмосферу.

Вместе с тем, анализ объемов выбросов с точки зрения влияния на здоровье населения не всегда дает адекватные результаты, так как, во-первых, ввиду действия метеорологических факторов вредные вещества могут перемещаться в другой район, а сами источники на месте своего расположения напрямую не действуют; во-вторых, выбросы стационарных источников являются организованными, т.е. проектами предусматривались природоохранные мероприятия, в частности, обеспечение рассеивания их в атмосфере до безопасных концентраций в приземном слое воздуха, в том числе при неблагоприятных метеорологических условиях. Следует отметить также, что роза ветров в условиях города Воронежа имеет широкую ориентацию и не имеет сильного преобладания ветра одного направления (более 2-3 %).

Таким образом, особый микроклимат и значительный промышленно-транспортный прессинг на городскую среду, отличающийся множеством источников загрязнения атмосферы, рассредоточенных по территории города, служат предпосылкой оценки роли как природных, так и техногенных факторов в формировании очагов загрязнения воздушного бассейна с учетом функционально-планировочной организации внутригородского пространства.

Литература

1. Агаджанян Н.А., Ступаков Г.П., Ушаков И.Б. Экология, здоровье качество жизни. М.: Астрахань, 1996. 249 с.
2. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах: результаты экспериментальных исследований. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 199 с.
3. Безуглая Э.Ю., Расторгуева Э.Ю., Смирнова Г.П. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 256 с.

4. Лейкин, И. Н. Рассеивание вентиляционных выбросов химических предприятий. М.: ИНФРА, 1982. 206 с.

В.В. Кривко, Е.В. Соколовский

УО «ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОХРАНЕ Г. ВИТЕБСКА

Природные территории, подлежащие специальной охране, являются экологическим каркасом урбанизированных территорий и играют важную роль в структуре городских земель. Определение уровня антропогенной нагрузки представляет неотъемлемую часть при проведении эколого-функциональных исследований.

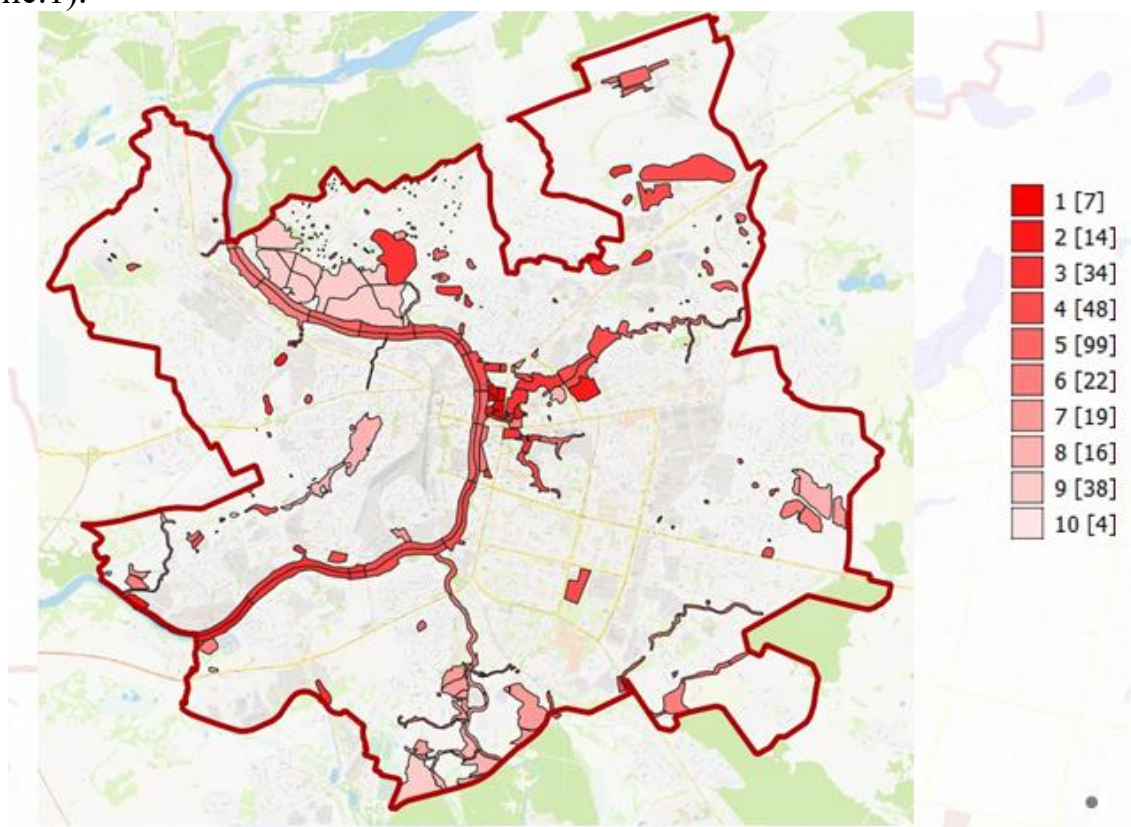
Ключевые слова: антропогенная нагрузка, антропогенная нарушенность, ООПТ, природоохранные территории, природные территории, подлежащие специальной охране, картирование.

В настоящей работе предложена методика предварительной оценки антропогенной нарушенности природных территорий, подлежащих специальной охране в пределах городов на основе анализа спутниковых снимков и картографической информации открытых источников. При проведении оценки применялись элементы автоматизированного распознавания изображений. Основными критериями первичного анализа были избраны:

- Уровень преобладания зеленой части спектра при анализе спутниковых снимков;
- Степень развития транспортной инфраструктуры;
- Наличие и состояние объектов притяжения населения (рекреационные зоны, кладбища, наличие оздоровительно-спортивной инфраструктуры);
- Общий уровень освоенности территории;
- Наличие явных признаков вмешательства человека в организацию ландшафта;
- Наличие и состояние колоний растений, относящихся к инвазивным видам;
- Физическая близость объектов промышленности.

После проведения определения уровня нарушенности, была создана карта, показывающая градацию факторов прямого антропогенного воздействия на природные территории, подлежащие специальной охране

(где 1 – крайне высокий, а 10 – крайне низкий уровень нарушенности) (рис.1).



Балльная оценка нарушенности природной территории, подлежащих специальной охране

Общая картина уровней нарушенности позволяет выделить несколько блоков со схожими параметрами:

1. Мазуринская зона – лесной массив парка «Мазурино» обладает довольно высокой рекреационной нагрузкой, но при этом, за счёт большой площади лесных массивов, способен сохранять относительную стабильность экосистемы. Относительная удаленность от производственных районов г. Витебска и крупных транспортных магистралей сохраняет состояние экосистемы данной территории на стабильно высоком уровне.

2. р. Витьба и её водоохранная зона – характеризуется стабильно высоким уровнем нарушенности в связи с её центральным расположением в городе. Близость массивов многоэтажной застройки определяет её высокую рекреационную нагрузку, а близость объектов транспортной инфраструктуры – высокую степень антропогенного загрязнения. Наличие нескольких мостов через р. Витьба определяет высокую плотность транзитного транспортного потока внутри данной зоны, а отсутствие древесной растительности на большей части территории способствует более свободному распространению химического и физического загрязнения. Значительную роль играет рельеф территории,

обеспечивающий смыв поверхностных загрязняющих веществ в реку. Кроме того, освещение большей части территории в темное время суток является причиной нарушений суточных ритмов жизни местных видов растений и животных.

3. Ручьи Гапеев и Дунай – как и территория р. Витьба, расположены в центре города, что приводит к сильному их загрязнению. В верхнем течении водотоков расположены производственные массивы и трамвайное депо, а также крупная торговая зона и одни из самых загруженных транспортных магистралей города – Московский проспект и ул. Правды. Кроме того, через территорию проходят крупные пешеходные пути, что сказывается на загрязнении бытовым мусором. В нижнем течении ручьи несут среднюю рекреационную нагрузку, в их водоохранной зоне расположены летний амфитеатр и парк им. Фрунзе.

4. Лесной массив вокруг р. Лучёса и её водоохранная зона – характеризуются высокой степенью рекреационной нагрузки, однако, как и Мазуринская зона, удалены от главных массивов промышленных территорий и крупных транспортных магистралей. Высокая степень развития древесной растительности обеспечивает стабильное существование данной экосистемы, а отсутствие крупных предприятий вдоль р. Лучёса способствует её самоочищению. Тем не менее, железнодорожная магистраль и близость усадебной застройки накладывает на состояние данной территории свой отпечаток. Уровень нарушенности при приближении к месту впадения в р. Западная Двина значительно увеличивается.

5. Зона лесного массива на Юрьевой горе – во многом схожа с лесными массивами Мазуринской и Лучёсской зон, однако обладает рядом особенностей. Данная территория полностью окружена зоной усадебной застройки, а на территории самой Юрьевой горы располагается зона ограниченного доступа. Рельеф данной территории способствует стоку загрязняющих веществ от лесного массива.

6. Лесной массив на востоке города характеризуется низким уровнем нарушенности в связи с долгим его существованием в роли ООПТ. В данное время несет большую рекреационную нагрузку.

7. Лесной массив на северо-востоке города является защитной лесополосой для ряда предприятий. Именно этот фактор и является определяющим при установке уровня нарушенности.

Предлагаемая методика служит не для всеобъемлющей оценки степени антропогенной нагрузки. Она позволяет оперативно составить общее представление о состоянии исследуемых территорий, выявлять земли требующие особого внимания и хорошо оправдала себя на этапе предварительных работ, планирования исследований и рекогносцировки.

А.В. Руденко¹, А.С. Костина², И.А. Колычев¹

¹ООО «Газпром трансгаз Краснодар», Краснодар

²Кубанский государственный университет, Краснодар

УМЕНЬШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНОЛА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДАХ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ ГАЗА К ТРАНСПОРТУ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕГЕНЕРАЦИИ АДСОРБЕНТОВ

Работа посвящена влиянию параметров технологического режима регенерации алюмосиликатных адсорбентов на установках подготовки газа к транспорту (УПГТ) адсорбционного типа на протекание полезного побочного процесса – межмолекулярной дегидратации метанола, извлеченного из природного газа при его подготовке к транспорту.

Ключевые слова: природный газ, алюмосиликатный адсорбент, адсорберы, конверсия метанола.

К качеству природного горючего газа (ГГП), транспортируемого по морским участкам магистральных газотранспортных трубопроводов, таких как «Голубой поток», «Северный поток», «Турецкий поток», предъявляются высокие требования для исключения конденсации в жидкости в газовом потоке. Максимальное удаление из газа одновременно паров воды и жидких углеводородов (ЖУВ) достигается на УПГТ адсорбционного типа с использованием алюмосиликатных адсорбентов с заданными эксплуатационными характеристиками.

На адсорбционных установках осушки природного газа в Российской Федерации используется Temperature Swing Adsorption (TSA) – метод десорбции повышением температуры с помощью нагретого потока природного газа. В рамках метода TSA существуют две технологии регенерации адсорбента: противоточная регенерация и прямоточная регенерация, совпадающая с потоком газа при адсорбции (технология ADAPT). При этом в настоящее время отдается предпочтение технологии регенерации ADAPT, которая применяется в действующих и строящихся УПГТ.

В режиме TSA алюмосиликатный адсорбент нагревается газом регенерации до 280–290°C, при этом адсорбированные компоненты переходят в газовую фазу и уносятся потоком из адсорбера в аппарат воздушного охлаждения, где происходит конденсация продуктов очистки природного газа в виде двухслойной жидкости. Верхний слой жидкости состоит в основном из ЖУВ и представляет собой газовый конденсат, а нижний слой жидкости – преимущественно из воды (неуглеводородная

фракция). Кроме воды и УВ в процессе работы УПГТ из природного газа извлекается также метанол, который используется при добыче, хранении и транспортировке ГПГ в качестве ингибитора для борьбы с гидратообразованием [1].

При изучении процессов, протекающих в условиях регенерации силикагелевых адсорбентов, применяющихся в УПГТ, установлено, что на их поверхности при нагревании интенсивно протекают побочные термokatалитические процессы конверсии метанола в диметиловый эфир (ДМЭ), а также метилирование сероводорода и ароматических углеводородов [2]. Известно, что метанол вступает в реакцию межмолекулярной дегидратации с образованием ДМЭ как на кислотных, так и на основных центрах алюмосиликатных катализаторов. Природа этих центров определяет направление протекания реакции, а катализатором конверсии метанола в ДМЭ является оксид алюминия [3–5], который присутствует в составе адсорбентов в диапазоне концентраций 3–13 % [2].

Для оптимизации работы адсорберов УПГТ на базе силикагелей BASF KC-Trockenperlen (Германия) и отечественных силикагелевых микропористых адсорбентов (АСМ) создавали равные условия штатной работы, за исключением изменения объемного расхода газа регенерации Q ($\text{м}^3/\text{ч}$), который регулировался от 100 000 до 80 000 $\text{м}^3/\text{ч}$ (рис. 1).

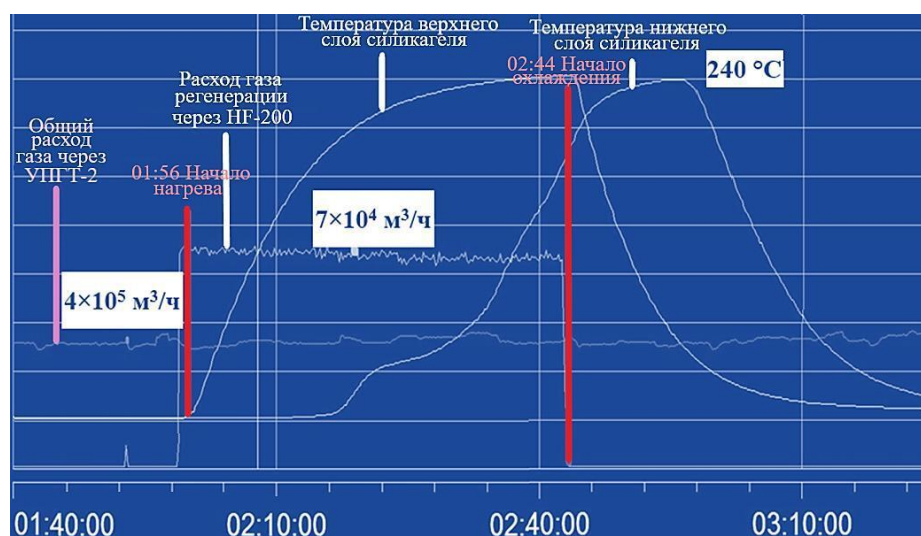


Рис. 1. Графики режимов регенерации адсорберов: изменение температуры слоев адсорбентов и скорости потока газа регенерации

При изменении расхода газа регенерации Q , $\text{м}^3/\text{ч}$, концентрация метанола в продуктах очистки ГПГ меняется прямо пропорционально скорости потока газа через адсорбер. На содержание метанола в продуктах очистки ГПГ также влияет время адсорбции, в течение которого происходит насыщение адсорбентов.

Для контроля технологического процесса отбиралась неуглеводородная фракция жидких продуктов очистки из блока сепарации

конденсата, образующихся в процессе работы УПГТ. Методом газовой хроматографии в пробах определяли концентрации метанола, ДМЭ и примесей газового конденсата. При сравнении продуктов очистки газа на установках с различным типом регенерации замечено, что концентрация метанола при прямоточной регенерации значительно ниже.

При снижении расхода газа регенерации происходит увеличение времени его движения через адсорберы, при этом пары метанола находятся дольше в контакте с адсорбентом, выступающим в роли катализатора. В результате этого протекает реакция дегидратации метанола, приводящая к снижению его концентрации в продуктах очистки газа.

Были получены зависимости содержания метанола от скорости потока газа регенерации через адсорберы в продуктах очистки газа (неуглеводородная фракция) (рис. 2).

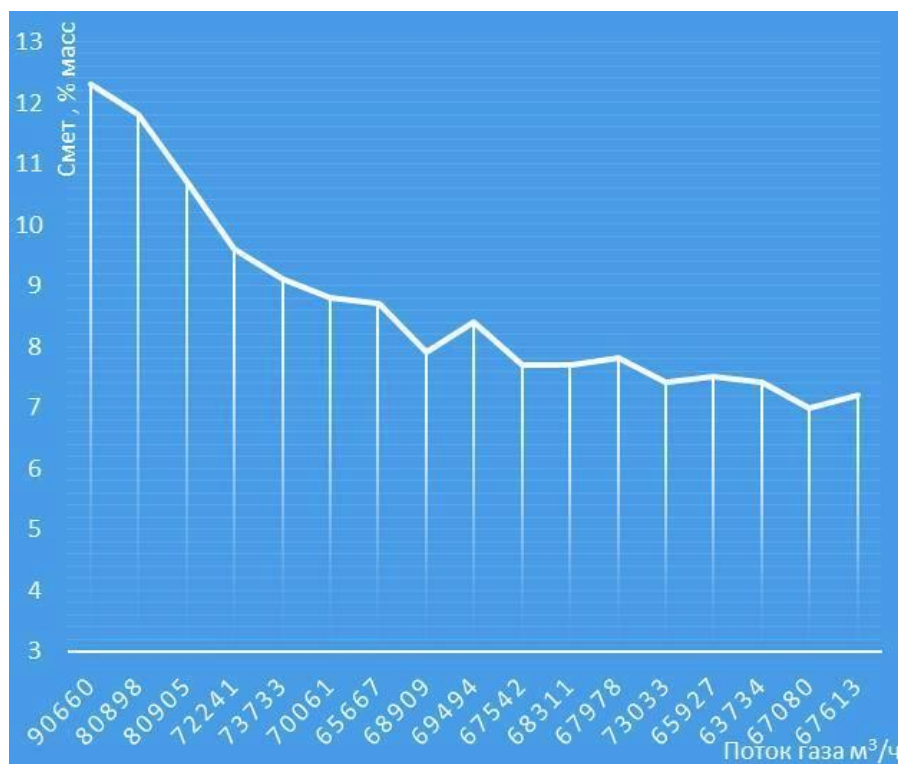


Рис. 2. Зависимость концентрации метанола от скорости потока газа регенерации через адсорберы в жидких продуктах очистки газа

В условиях проведенного на УПГТ эксперимента зарегистрировано снижение концентрации метанола в продуктах очистки на 43 % масс. Наименьшее значение концентрации метанола составило 7 % масс., а концентрация ДМЭ во всех пробах не превышала 2 % масс. Образовавшийся ДМЭ в технологическом процессе переходит в газовую фазу, удаляясь из жидких продуктов очистки газа в режиме стабилизации газового конденсата.

Таким образом, технология прямоточной регенерации адсорбентов ADAPT на УПГТ с адсорбционной очисткой природного горючего газа с

использованием алюмосиликатных адсорбентов способствует протеканию реакции конверсии метанола в ДМЭ. Изменяя скорость потока газа регенерации в пределах допустимых параметров работы УПГТ, возможно регулировать концентрацию метанола в продуктах очистки ГПП в широком диапазоне (более 40 % масс.). Снижение концентрации метанола позволяет сократить объем неуглеводородной (водно-метанольной) фракции отходов.

Литература

1. Катаев К.А. Гидратообразование в трубопроводах природного газа / К.А. Катаев // Всероссийский журнал научных публикаций. – 2011. – № 1. – Т. 2. – С. 22-23.
2. Темердашев З.А. Утилизация метанола из природного газа на силикагелевом адсорбенте, модифицированном оксидом алюминия / З.А. Темердашев [и др.] // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23. – № 11. – С. 4-9.
3. Khaleel A. Methanol dehydration to dimethyl ether over highly porous xerogel alumina catalyst: Flow rate effect / A. Khaleel // Fuel Processing Technology. – 2010. – V. 91. – № 11. – P. 1505-1509.
4. Rashidi H. DME synthesis over MSU-S catalyst through methanol dehydration reaction / H. Rashidi [et al.] // Iranian Journal of Oil & Gas Science and Technology. – 2013. – V. 2. – № 4. – P. 67-73.
5. Catizzone E. Hierarchical low Si/Al ratio ferrierite zeolite by sequential postsynthesis treatment: catalytic assessment in dehydration reaction of methanol / E. Catizzone [et al.] // Journal of Chemistry. – 2019. – V. 2019. – P. 1-9.

З.А. Симонова, И.С. Шайденко

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРЕДПРИЯТИЙ

Создана электронная база данных физиологического состояния *Betula pendula* и *Populus pyramidalis*, произрастающих на территориях санитарно-защитных зон предприятий г. Саратова. Экологическими показателями базы являлись результаты по морфометрическим показателям листовых пластинок, содержанию хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов, интенсивности фотосинтеза и ассимиляционной активности, а также содержание стронция, рубидия, брома, цинка, железа и марганца в листьях деревьев.

Ключевые слова: промышленные предприятия, фитоиндикация, функциональное состояние растений, экологическая база данных

Зеленые насаждения, и прежде всего деревья, практически повсеместно используются для озеленения санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятий. На данных территориях растения постоянно испытывают

негативное воздействие, к которому вынуждены приспособляться в течение многих сезонов. В результате изменяется их рост, развитие и функциональная активность. В частности, может изменяться ассимиляционная активность, являющаяся наиболее важным показателем устойчивости и продуктивности растений, от которых зависит сохранение комфортной среды обитания человека. По мере старения деревьев их способность поглощать углекислый газ приближается к нулю, а затем они сами могут превратиться в нетто-источник этого газа.

В результате в зеленых насаждениях СЗЗ предприятий оказываются ослабленные растения, обладающие низкой устойчивостью, и неспособные выполнять в полном объеме свои санитарно-защитные функции. Таким образом, для поддержания их надлежащего качества требуется проводить постоянный мониторинг физиологического состояния растений.

Учитывая современные требования к созданию систем озеленения СЗЗ, а также новые технологии при разработке программ озеленения, для более быстрого и простого мониторинга зеленых насаждений предлагается создавать электронные базы данных физиологического состояния растений. Эти базы смогут упростить и ускорить поиск информации о состоянии деревьев и позволят разрабатывать перспективные планы озеленения с учетом особенностей применяемых растительных видов.

Цель нашей работы заключалась в создании электронной базы данных по физиологическому состоянию деревьев, произрастающих в районах санитарно-защитных зон предприятий на территории г. Саратова.

Нами в течение нескольких лет определялось физиологическое состояние деревьев, произрастающих на территориях санитарно-защитных зон 7 предприятий в г. Саратове. Исследуемые предприятия представлены в таблице.

Таблица 1

Исследуемые участки

1	ЗАО «СЭПО»
2	ОАО «НПП «Алмаз»
3	ЗАО «Электросточник» - Саратовский аккумуляторный завод
4	ООО «Саратовтехстекло»
5	ООО «Саратоворгсинтез»
6	ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод»
7	ОАО «Саратовский подшипниковый завод»
8	с. Усовка Саратовской области (фоновая территория)

В качестве объектов исследования были выбраны береза повислая (*Betula pendula*) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis*), ранее представлявшие основу озеленения санитарно-защитных зон предприятий.

Наша работа проводилась в несколько этапов. На первом этапе в течение нескольких вегетационных периодов были проведены исследования по оценке физиологического состояния деревьев. На втором этапе проводилось обобщение полученной информации и формирование электронной базы данных.

В качестве экологических показателей информации о физиологическом состоянии деревьев были использованы ассимилирующая активность растений и содержание металлов в их листьях.

Оценка изменений эффективности ассимиляционной деятельности растений служит одним из общепринятых индикаторов их состояния, так как определяется как важностью фотосинтетической функции в жизни растений, так и высокой чувствительностью фотосинтетического аппарата к повреждающим воздействиям. Ассимиляционная активность зависит, в первую очередь, от содержания органического вещества в листьях, количества фотосинтетических пигментов и морфометрических параметров листовой пластинки.

В течение нескольких вегетационных периодов с помощью модифицированного весового метода нами определялись площади листовых пластинок деревьев. Полученные результаты свидетельствовали о том, что в течение вегетационного периода у *B. pendula* в СЗЗ предприятий снижались значения данного показателя по сравнению с фоновой территорией в среднем на 57%. Данный факт можно объяснить подавлением загрязнителями деятельности ростовых клеток. У *P. pyramidalis*, наоборот, отмечалось увеличение площади листьев, что также можно рассматривать как адаптивные реакции данного вида на действие факторов городской среды, направленные на обеспечение устойчивого роста и развития в экстремальных условиях [1].

С помощью спектрофотометрического метода определяли суммарное содержание хлорофиллов. Как оказалось, в начале вегетационного периода в листьях березы на территориях всех рассматриваемых СЗЗ этот показатель соответствовал норме, но по сравнению с фоновой территорией был выше в 5,5 раз. В листьях тополей содержание хлорофиллов также находилось в пределах нормы, но по сравнению с фоновой территорией отмечалось, наоборот, снижение.

В конце вегетационного периода суммарное содержание хлорофилла в листьях березы было ниже нормы, что свидетельствует об ингибирующем эффекте факторов окружающей среды на фотосинтетический аппарат деревьев. У тополей, наоборот, данный показатель оказался выше нормы и составлял более 3 мг/г. Как известно, тополя отличаются от других деревьев повышенной интенсивностью фотосинтеза, что определяет высокое содержание хлорофилла в их листьях.

Однако для оценки интенсивности фотосинтеза наибольшее значение имеет непосредственно количество каждого вида хлорофилла. В конце вегетационного периода в листьях изучаемых деревьев увеличивалось количество хлорофилла *b*, выполняющего защитную функцию, и уменьшалось соотношение хлорофилла *a* к *b*. При этом тополя обладали более высоким значением данного показателя, несмотря на низкую концентрацию пигментов. Нами было доказано, что в данном случае превышение происходило за счет увеличения хлорофилла *b*, который несет меньшую важность для интенсивности фотосинтеза. При увеличении хлорофилла *b* понижается фотохимическая активность деревьев.

Таблица 2

Среднее содержание пигментов в листьях *Betula pendula* и *Populus pyramidalis* на территориях СЗЗ предприятий г. Саратова в начале и конце вегетационного периода

Содержание пигментов в листьях деревьев, мг/г				Доля превышения, начало/конец
		начало периода	конец периода	
<i>Betula pendula</i>	хлорофилл а	0,36 ± 0,06	0,09 ± 0,02	4
	хлорофилл b	0,07 ± 0,02	0,15 ± 0,03	0,5
	каротиноиды	0,1 ± 0,01	0,04 ± 0,01	2,5
<i>Populus pyramidalis</i>	хлорофилл а	0,35	0,12	2,9
	хлорофилл b	0,05	0,18	0,28
	каротиноиды	0,1	0,01	10

Далее определяли непосредственно интенсивность фотосинтеза в течение вегетации у берез и тополей, произрастающих на территории СЗЗ предприятий; отмечено достоверное понижение.

Для оценки изменчивости ассимиляционной активности в целом, используя полученные значения, мы рассчитали ассимиляционное число, более чем двухкратное изменение которого свидетельствует о возникновении необратимых физиологических процессов, приводящих к нарушению данного показателя [2]. Проведенные расчеты показали, что и березы, и тополя на исследуемых территориях в начале вегетационного периода обладали очень низким ассимиляционным числом. К концу вегетации только у берез наблюдалось увеличение этого параметра.

В целом проведенные исследования показали, что в районе санитарно-защитных зон предприятий на территории г. Саратова адаптационные ресурсы фотосинтетического аппарата берез и тополей почти полностью исчерпаны. В таком состоянии деревья не могут выполнять свои основные функции, что приводит к экологической дестабилизации среды на данных участках.

Еще одним экологическим показателем для создания базы данных служило валовое содержание в листьях ионов таких редких металлов как стронция, рубидия, брома, цинка, железа и марганца. Все они присутствуют в окружающей среде города, но их содержание в листьях и влияние на физиологическое состояние деревьев не изучались. Исследования проводили с использованием спектроскана «МАКС», на котором с помощью рентгенофлуоресцентного метода определяется валовое содержание ионов металлов и их оксидов [3]. Анализируя полученные данные, нами была отмечена следующая закономерность в интенсивности накопления металлов: в листьях берез и тополей в районе СЗЗ предприятий элементы в порядке возрастания располагались следующим образом: в начале вегетации – Fe > Sr > Zn > Mn > Br > Rb, в конце вегетации – Fe > Sr > Zn > Mn > Br > Rb.

Таблица 3

Валовое содержание металлов в листьях *Betula pendula* и *Populus pyramidalis*, произрастающих на территориях СЗЗ предприятий г. Саратова

Наименование металла	Среднее валовое содержание, мг/кг			
	<i>Betula pendula</i>		<i>Populus pyramidalis</i>	
	начало	конец	начало	конец
Стронций	98	132,5	113,25	159,75
Рубидий	8,75	9	10	9
Бром	10,5	13,25	10,75	21,25
Цинк	40	38,5	38,2	38,75
Железо	354,5	490,25	423,7	402,5
Марганец	18,25	28,75	28,75	29,25

Полученные данные использовали для создания электронной базы данных физиологического состояния деревьев.

В настоящее время при разработке политики устойчивого развития любой территории, и уж тем более, экологической политики предприятий, вводится и модернизируется большое количество автоматизированных информационно-управляющих систем, обеспечивающих оперативность и результативность управления экологическими аспектами деятельности. Ключевым звеном таких систем являются базы данных, в содержании которых присутствует экологическая информация [4].

Базу данных мы создавали на основе приложения Microsoft Office – Excel, где имеется весь необходимый инструментарий для создания полноценной базы данных. Наименованиями полей базы служили параметры, наименования записей – участки исследования. На разных листах базы была обобщена информация о физиологическом состоянии *Betula pendula* и *Populus pyramidalis* в начале и конце вегетационных периодов.

Созданная нами база данных является тематической, и позволит упростить и ускорить процесс экологического мониторинга и контроля за состоянием деревьев, формирующих растительную основу СЗЗ предприятий.

Период	И	J	Среднее вкловое содержание металлов в листьях, мг/кг									
			Mn ²⁺	Fe ²⁺ + Fe ³⁺	Zn ²⁺	Br ⁻	Sr ²⁺	Rb ⁺				
Береза_весна												
Береза_осень												
Тополь_весна	Среднее вкловое содержание хлорофиллов, мг/г	Средняя площадь листа, см ²										
Тополь_Весна_Парки	возраст											
Тополь_осень												
4	Рекреационные зоны	4,61	23,99									
5	Городской парк	3,93	37	24,00	222,00	41,00	13,00	98,00	9,00			
6	Набережная	2,85	41,7									
7	Кумская поляна (развилка)	3,92	36,3	15,00	382,00	37,00	10,00	76,00	8,00			
8	Липки	2,79	30,1	15,00	291,00	41,00	10,00	70,00	9,00			
9	Детский парк	2,88	36,7									
10	Парк Победы (Соколова гора)	2,54	30,3									
11	СЗЗ промышленных предприятий											
12	ЗАО «Жировой Комбинат»	2,83	16,04	17,00	320,00	39,00	10,00	124,00	20,00			
13	ОАО «НПП «Алмаз»	3,93	19,88	27,00	477,00	39,00	10,00	91,00	10,00			
14	ЗАО «Электронстичник» - Саратовский аккумуляторный завод	1,98	30,65	27,00	620,00	37,00	11,00	134,00	9,00			
15	ООО «Саратовтекстил»	2,90	32,46	33,00	350,00	38,00	12,00	104,00	11,00			
16	ООО «Саратоворгинтез»	3,19	32,46									
17	ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод»	2,73	21,61									
18	ОАО «Саратовский подшипниковый завод»	2,75	24,13									
19	Автомобильные городские дороги											

Элемент базы данных содержания металлов в листьях *Populus pyramidalis* в начале вегетационного периода

Литература

1. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
2. Бухарина, И.Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях / И.Л. Бухарина, А.А. Двоглазова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.
3. Григорьев, А.В. 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) : метод. указания / А. В. Григорьев. – СПб. : Санкт-Петербург, 2012. – 12 с.
4. Лебедев, В.В. Структурирование экологической информации как необходимый этап создания баз данных информационно-управляющих систем / В.В. Лебедев и [др.] // Экология промышленного производства. 2009. № 4. С.13 – 18.

А.В. Соловьев

ВУНЦ ВВС «ВВА» имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина,
г. Воронеж

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДА ГРАФИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
ВЕЛИЧИН, ВЛИЯЮЩИХ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРЫ**

Предложено использование метода графического анализа для определения тенденции изменения температуры воздуха и температуры точки росы при проведении экологического мониторинга уровня загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, элементы графического анализа, графические фигуры (паттерны).

Высокая урбанизация мегаполисов привела к увеличению уровня загрязняющих веществ в атмосфере от объектов промышленности и транспортных средств. Согласно представленным данным Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации совокупный объем выбросов твердых частиц (промышленные дымы, пыль) и газов (оксид и диоксид углерода, диоксид серы, сероводород и т.д.) в России за 2018 год достиг 32,3 млн тонн [1]. Рост загрязняющих веществ в атмосфере создает угрозу здоровью жителей крупных городов.

К факторам усиливающим и ослабляющим воздействие загрязнения вредными примесями воздушной среды относятся природно-климатические условия. Термическая инверсия повышает концентрацию загрязнителей в атмосфере. Высота слоя перемешивания примесей при устойчивой стратификации атмосфере ниже, чем при неустойчивой. Высокое содержание водяного пара (влажностная характеристика воздуха) в туманах осложняет рассеяние загрязняющих веществ. Рост температуры воздуха способствует разрушению инверсии и снижению уровня загрязнения приземного слоя атмосферы [2].

Для оценки природно-климатических условий, оказывающих влияние на концентрацию вредных примесей в атмосфере, необходимы прогностические данные о температурных и влажностных характеристиках воздуха. Учет данных метеорологических величин при организации экологического мониторинга опасных промышленных объектов позволит потребителю заблаговременно определять уровень загрязнения атмосферы.

Исходя из вышесказанного, исследовательские работы по совершенствованию прогностических способов температурных и влажностных характеристик воздуха являются актуальными.

Для повышения качества оценки погодно-климатических условий при определении уровня загрязнения опасными загрязняющими объектами предлагается определять тенденцию изменения метеорологической величины с помощью метода графического анализа.

Таким образом, целью работы является исследование успешности применения элементов графического анализа при определении тенденции изменения температурных и влажностных характеристик воздуха, влияющих на уровень загрязнения атмосферы.

Для исследования использовались временные ряды значений температуры воздуха у поверхности земли и точки росы за основные сроки наблюдений, сформированные на основе дневников погоды метеорологической станции 34122 (г. Воронеж) с 2014 по 2018 гг.

Для определения тенденции изменения значений рассматриваемых метеорологических величин использовались графические фигуры, подразделяющиеся на паттерны продолжения и разворота тенденции.

Фигурами продолжения тенденции являются: «Флаг», «Вымпел», «Восходящий треугольник» на растущем тренде и «Нисходящий треугольник» на падающем тренде. К наиболее распространенным фигурам разворота тенденции относятся: «Голова и плечи» в случае перелома тенденции с восходящей на нисходящую и «Перевернутая голова и плечи» в случае перелома тенденции с нисходящей на восходящую; «Двойная вершина» в случае перелома тенденции с восходящей на нисходящую и «Двойное дно» в случае перелома тенденции с нисходящей на восходящую [3].

Каждый паттерн строится с помощью линий поддержки и сопротивления. Пример графической фигуры «Двойная вершина» представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Графическое изображение фигуры «Двойная вершина»

Для оценки возможности выявления паттернов на временных рядах метеорологических величин были построены графики значений температуры воздуха и точки росы у поверхности земли за основные сроки

наблюдений. Пример определения графических фигур показан на рисунке 2.

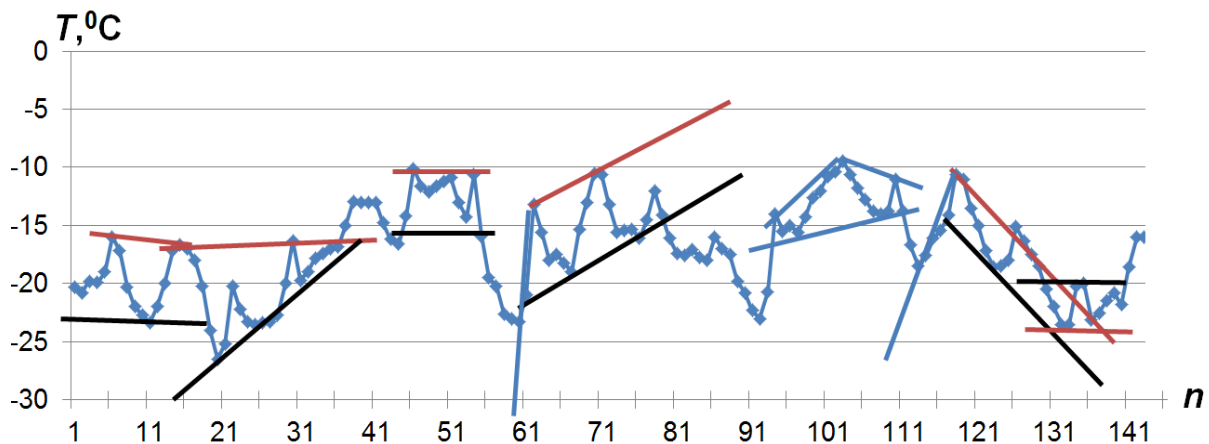


Рис. 2. Значения температуры воздуха за основные сроки наблюдения и выделенные фигуры графического анализа

В период с 2014 по 2018 год на температурном временном ряде было получено 838 паттернов и 821 – для временного ряда значений температуры точки росы. Распределение количества повторений по типам графических фигур представлено в таблице.

Полученные показатели, представленные в таблице 1, позволяют сделать заключение о том, что тенденция значений температуры воздуха и точки росы у поверхности земли за основные сроки наблюдений имеет чаще смену направления движения, чем сохранения. Наиболее часто встречающимися фигурами являются «Двойная (тройная) вершина» и «Флаг».

При детальном изучении графиков был выявлен ранее не встречающаяся в графическом анализе финансовых рынков паттерн разворота тенденции «Параллелограмм» в количестве 14 раз для временного ряда значений температуры воздуха (11 раз – для температуры точки росы).

Для оценки успешности применения элементов графического анализа была посчитана оправдываемость правильного определения дальнейшей тенденции, которая составила на временном ряде значений температуры воздуха у поверхности земли 80%, а на временном ряде значений температуры точки росы 82%.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что использование элементов графического анализа допустимо при определении дальнейшей тенденции метеорологических величин, оказывающих влияние на распространение загрязняющих веществ в атмосфере. Паттерны прослеживаются на графиках значений температуры воздуха и точки росы у поверхности земли за основные сроки наблюдений

с высокой частотой повторений (838 и 821 соответственно в период с 2014 по 2018 год).

Распределение количества повторений по типам графических фигур

	Тип графической фигуры	Метеорологическая величина	
		Температура воздуха	Температура точки росы
	Паттерны сохранения тенденции:	384	381
	«Флаг»	236	230
	«Восходящий треугольник»	148	151
	Паттерны разворота тенденции:	490	471
	«Голова и плечи»	127	136
	«Двойная вершина»	245	221
	«Двойная впадина»	118	114

Литература

1. Тузов К.А. Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения [Электронный ресурс] / К.А. Тузов, И.И. Сабельников // Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики (Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации). – 2019. – № 52. – С. 3-4. – Режим доступа: [https:// ac.gov.ru/23719.pdf](https://ac.gov.ru/23719.pdf).
2. Ашитова Н.Ж. Факторы, влияющие на городскую экосистему/ Н.Ж. Ашитова, А.С. Сарбасов, Б.С. Шакиров, Н.Ш. Жолдасбекова // Научно-технический журнал министерства образования и науки РК «Промышленность Казахстана» г. Алматы. – 2010 г. – С. 35-37.
3. Найман Э. Малая Энциклопедия Трейдера. – К.: ВИРА-РальфаКапитал, 1999. – 236 с.
4. Попов В.В. Экология [учебное пособие]. – В.: ВАИУ, 2011. – 142 с.
5. Schwager J. Technical analysis. New York: John Wiley & Sons, 1996. –768 p.

Л.А. Сорокотягина

ОГАПОУ «Старооскольский педагогический колледж»
Г. Старый Оскол Белгородской области

**ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ МЕЛАНИЗИРОВАННОГО
РИСУНКА КЛОПА-СОЛДАТИКА (*PYRRHOCORIS APTERUS* L.)
ПРИ БИОИНДИКАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ
СТАРООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

В публикации представлены результаты исследования изменчивости меланизированного рисунка клопа-солдатика как организма- биоиндикатора загрязнения окружающей среды в промышленном центре.

Ключевые слова: экологический мониторинг, биоиндикация, меланизированный рисунок, организмы- биоиндикаторы.

В современной экологической ситуации антропогенные загрязнения действуют на живые организмы комплексно и в самых различных сочетаниях. Их интегральное влияние можно объективно оценить по реакции живых организмов или целых сообществ.

Преимущество биоиндикации состоит в том, что с помощью живых организмов можно фиксировать такие естественные и антропогенные воздействия, о которых невозможно получить информацию с использованием химического или физического анализа (Мелехова, Егорова, 2007).

В качестве объекта исследования выбран клоп-солдатик, поскольку он отвечает всем требованиям, предъявляемым к видам-индикаторам. Данный вид характеризуется четко выраженным меланизированным рисунком покрова. Показатели изменчивости отдельных элементов рисунка покрова с учетом флуктуирующей асимметрии, а так же анализа половой структуры исследуемых популяций, можно использовать в качестве информационно значимых показателей экологического состояния биот (Батлуцкая, 2001; Хорольская, 2006, 2007).

Цель исследования – применить комплексный подход биоиндикации в экологическом мониторинге наземных экосистем Старооскольского района Белгородской области. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: 1) изучить флуктуирующую асимметрию элементов меланизированного рисунка у самцов и самок; 2) выделить информационно значимые вариации меланизированного рисунка при изучении половой структуры популяции; 3) определить уровень антропогенного воздействия (далее АВ) в экосистемах Старооскольского района Белгородской области.

Материалом исследования послужили популяционные выборки клопа-солдатика из 5 экосистем Старооскольского района Белгородской области: с. Верхнеатаманское; г. Старый Оскол; с. Крутое; с. Бабанинка; с. Каплино. Из каждой популяции сделано по 2 сбора: весенний сбор – май 2008 г., летний сбор – август 2008 г. Проанализировано 10 сборов общим объемом более 1000 половозрелых особей. Использовался комплекс общепринятых методик сбора и фиксации энтомологического материала, а так же его камеральная обработка. Определение вариаций меланизированного рисунка клопа солдатика сопровождалось составлением каталога. Описание мест сбора, даты и объемы выборок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика выборочного материала

№ популяц ии	Описание мест проведения выборок из популяций Старооскольского района Белгородской области	Количество особей	
		Выборка 1	Выборка 2
1	с.Верхнеатаманское. Близость карьера и хвостохранилища Стойленского горно – обогатительного комбината, городской мусорной свалки.	116	105
2	г.Старый Оскол. Окраина города, относительная удаленность от промышленных предприятий и магистралей.	103	104
3	с.Крутое. Удаленность от активно используемых автодорог.	101	108
4	с.Бабанинка. Зона непосредственной близости Оскольского электро – металлургического комбината	103	103
5	с.Каплино. Относительная удаленность от промышленных объектов.	96	107

При описании материала выборкам была присвоена двойная нумерация: № популяции – № выборки.

Анализ собранного материала позволил обнаружить 65 вариаций меланизированного рисунка переднеспинки. Следует отметить, что у самок определено большее количество вариаций меланизированного рисунка переднеспинки, чем у самцов. Частоты встречаемости преобладающих вариаций меланизированного рисунка переднеспинки клопа солдатика представлены в таблице 2.

Анализ спектра изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика позволил выявить те вариации, которые встречаются во всех выборках исследуемых популяций: П18, П26 и П30. Можно предположить, что изменение частот их встречаемости является информационно значимой характеристикой состояния развития популяций клопа-солдатика в исследуемых биотах Старооскольского района Белгородской области, испытывающих различный уровень антропогенного воздействия.

Таблица 2

Преобладающие вариации меланизированного рисунка
переднеспинки клопа-солдатика

№популяци и - №выборки	Место обитания выборки	Самцы		Самки	
		Вариация	Частота встречаемости	Вариация	Частота встречаемости
1-1	с.Верхнеатаманское	П62	18,5±7,5%	П18	22,5±4,4%
1-2		П26	20,8±5,9%	П26	19,3±5,2%
2-1	г.Старый Оскол	П18	25,0±5,4%	П18	28,2±7,2%
2-2		П18	20,0±6,0%	П11, П17, П18	по 15,3±4,7%
3-1	с.Крутое	П30	23,4±6,2%	П11	18,5±5,3%
3-2		П30	18,2±5,8%	П30	15,6±4,5%
4-1	с.Бабанинка	П26	47,4±8,1%	П26	27,7±5,6%
4-2		П26	15,9±5,5%	П18	25,4±5,7%
5-1	с.Каплино	П18	20,3±5,2%	П26	24,3±7,1%
5-2		П30	15,4±5,0%	П17	21,2±5,7%

Анализ спектра изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки у самцов и самок проводился с помощью коэффициента встречаемости вариаций: $K_v = \frac{S}{n}$, где K_v – коэффициент встречаемости вариаций; S – спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки; n – количество особей в выборке (♂ или ♀).

Спектр изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика представлены в виде диаграммы на рисунке. В сборах из популяции №1 самцы обладают большим спектром изменчивости меланизированного рисунка переднеспинки, чем самки. Авторы склонны объяснить этот факт неблагоприятными условиями обитания популяции (Близость карьера и хвостохранилища Стойленского ГОКа, городской мусорной свалки). В сборах из популяций №2 и №3 другая тенденция: самки обладают большим спектром изменчивости, чем самцы. Выявленные изменения подтверждают существующую гипотезу более широкой нормы реакции женского пола, по сравнению с мужским (Геодакян, 1974). Однако, такая норма реакции самок проявляется при благоприятных экологических условиях. В анализируемых сборах из популяций №4 и №5 наибольший спектр изменчивости обнаружен у самок в весенних выборках, а у самцов этот показатель возрастает в выборках, которые были сделаны в конце летнего периода. Такие изменения, по нашему мнению, связаны с экологическими воздействиями, оказываемыми на экосистемы.

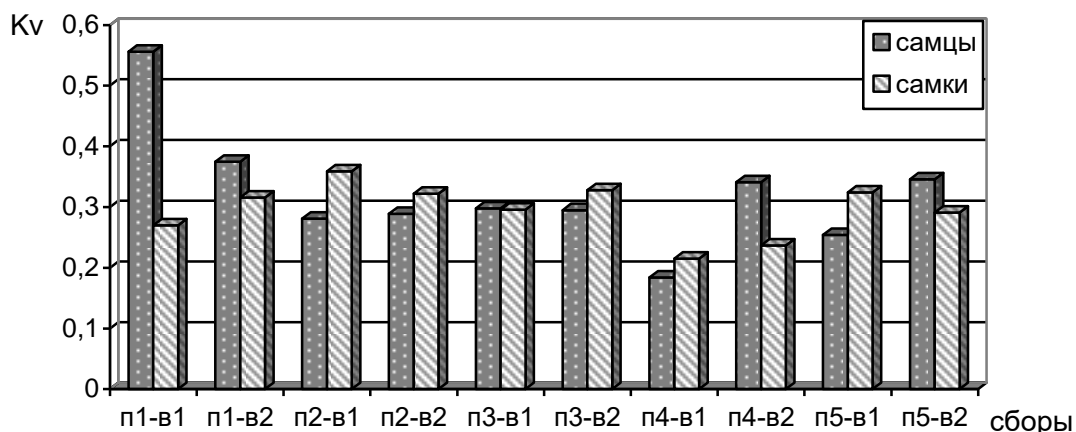


рис. Коэффициент встречаемости вариаций меланизированного рисунка переднеспинки клопа солдатика

В анализируемых выборках присутствуют особи с асимметричным меланизированным рисунком надкрыльев. В выборке 1-1 у самцов обнаружена асимметрия элемента А ($11,1 \pm 6,0\%$), у самок – элементов А ($10,1 \pm 3,2\%$), В ($11,2 \pm 3,3\%$), В-D ($1,1 \pm 1,1\%$) и D ($1,1 \pm 1,1\%$). В выборке 1-2 у самцов выявлена асимметрия 3-х элементов: В ($16,7 \pm 5,4\%$), А-В ($4,2 \pm 2,9\%$) и D ($2,1 \pm 2,1\%$). У самок присутствуют особи с асимметрией следующих элементов: А ($10,5 \pm 4,1\%$), В ($12,3 \pm 4,3\%$), А-В ($1,8 \pm 1,7\%$), D ($3,5 \pm 2,4\%$) и AD ($1,8 \pm 1,7\%$).

В выборке 2-1 у самцов выявлены следующие асимметричные элементы: А ($1,6 \pm 1,6\%$), В ($7,8 \pm 3,4\%$) и А-В ($1,6 \pm 1,6\%$). У самок обнаружена асимметрия таких элементов, как А ($2,6 \pm 2,5\%$), В ($5,1 \pm 3,5\%$), А-В ($2,6 \pm 2,5\%$) и В-D ($2,6 \pm 2,5\%$). В выборке 2-2 среди самцов присутствуют особи с асимметрией следующих элементов: А ($6,7 \pm 3,7\%$), В ($6,7 \pm 3,7\%$) и D ($2,2 \pm 2,2\%$). У самок – элементы В ($8,5 \pm 3,6\%$), А-В ($1,7 \pm 1,7\%$) и В-D ($1,7 \pm 1,7\%$).

В выборке 3-1 среди самцов встречаются особи с асимметрией элементов А ($4,3 \pm 2,9\%$), В ($12,8 \pm 4,9\%$) и А-В ($2,1 \pm 2,1\%$). Среди самок обнаружена асимметрия следующих элементов: В ($7,4 \pm 3,6\%$) и ВD ($1,9 \pm 1,8\%$). В выборке 3-2 среди самцов присутствуют особи с асимметрией элементов А ($2,3 \pm 2,2\%$) и В ($6,8 \pm 3,8\%$). Среди самок обнаружены особи с асимметрией элементов А ($12,5 \pm 4,1\%$), В ($1,6 \pm 1,6\%$) и А-В ($1,6 \pm 1,6\%$).

В выборке 4-1 у самцов обнаружена асимметрия только одного элемента А ($10,5 \pm 5,0\%$). Среди самок выявлены особи с асимметрией следующих элементов: А ($6,2 \pm 3,0\%$), В ($9,2 \pm 3,6\%$), D ($1,5 \pm 1,5\%$) и А-В ($1,5 \pm 1,5\%$). В выборке 4-2 присутствуют самцы с асимметрией таких элементов, как А ($13,6 \pm 5,2\%$), В ($11,4 \pm 4,8\%$), А-В ($2,3 \pm 2,2\%$), D ($6,8 \pm 3,8\%$), В-D ($4,5 \pm 3,1\%$) и А-В-D ($2,3 \pm 2,2\%$). Среди самок обнаружена асимметрия следующих элементов: А ($8,5 \pm 3,6\%$), В ($10,2 \pm 3,9\%$), D ($1,7 \pm 1,7\%$) и В-D ($1,7 \pm 1,7\%$).

В выборке 5-1 среди самцов встречаются особи с асимметрией элементов А ($10,2 \pm 3,9\%$), В ($3,4 \pm 2,4\%$) и А-В ($1,7 \pm 1,7\%$). Среди самок выявлены особи с асимметрией следующих элементов: А ($2,7 \pm 2,7\%$) и В ($5,4 \pm 3,7\%$). В выборке 5-2 у самцов обнаружена асимметрия следующих элементов: А ($1,9 \pm 1,9\%$), В ($9,6 \pm 4,1\%$), А-В ($3,8 \pm 2,7\%$) и В-В ($1,9 \pm 1,9\%$). Среди самок обнаружены особи с асимметрией элементов. А ($1,8 \pm 1,8\%$) и В ($12,7 \pm 4,5\%$).

Наши исследования подтверждают, что мужской и женский пол по-разному реагируют на изменение среды. Согласно существующей гипотезы В.А. Геодакяна, женские особи обладают более широкой нормой реакции, это позволяет им, на базе старого генотипа, только за счет онтогенетической пластичности, модификационно, создать более адаптивный фенотип, максимально “удалиться” от своих генотипов и покинуть зоны отбора. Узкая норма реакции мужских особей подобной возможности адаптации не дает (Геодакян, 1974).

Для определения уровня АВ на исследуемые биоты был проведен анализ средней частоты асимметричного проявления вариаций элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика (далее ЧА). Для этого использовали бальную шкалу оценки степени АВ на экосистемы по ЧА (Хорольская, 2006). Полученные результаты позволяют определить экологические условия обитания популяций №1 и №4 как места с повышенным уровнем АВ (1-1: ЧА=0,0539, 1-2: ЧА=0,0452; 4-1: ЧА=0,0413, 4-2: ЧА=0,0898). А в местах обитания популяций №2, №3 и №5 уровень АВ приравнивается к условной норме (2-1: ЧА=0,0364, 2-2: ЧА=0,0385; 3-1: ЧА=0,0396, 3-2: ЧА=0,0347; 5-1: ЧА=0,0391, 5-2: ЧА=0,0467)

На основании проведенного исследования представляется возможным сделать следующие выводы:

1. В качестве морфологических маркеров биоиндикационной оценки состояния изученных биот Старооскольского района возможно использование частот встречаемости вариаций меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика: П18 П26 и П30. Необходимо продолжить исследование с целью нахождения частот встречаемости маркеров-вариаций меланизированного рисунка переднеспинки клопа-солдатика.

2. Проявление спектра изменчивости самцов и самок зависит от экологических условий обитания популяции. При благоприятных экологических условиях самки обладают более широкой нормой реакции. Флуктуация меланизированного рисунка надкрыльев самок характеризуется большей частотой встречаемости асимметричных элементов.

3. Популяции №1 и №4 испытывают повышенный уровень АВ; популяции №2, №3, №5 обитают в биотах, экологические параметры которых соответствуют условной норме.

Литература

1. Батлуцкая И.В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: Монография / И.В. Батлуцкая. – Белгород, 2003. – С. 80–91.
2. Геодакян В.А. Дифференциальная смертность и норма реакции мужского и женского пола. Онтогенетическая и филогенетическая пластичность // Журн. общ. биологии 1974. Т. 35. № 3. С. 376-385.
3. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход) / В.М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
4. Криволицкий Д.А. Почвенная фауна биоиндикаторов радиоактивных загрязнителей. - В кн.: Радиоэкология почвенных животных. М.: Наука, 1985, с 20-52.
5. Мелехова О.П., Егорова Е.И. и др. 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.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М. Издательский центр «Академия», 2007. – С. 7-15.
6. Хорольская Е.Н. Экологический анализ флуктуирующей асимметрии в изменчивости элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика (*Pyrrhocoris apterus* L.) в различных экосистемах (на примере Белгородской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Н. Хорольская. – Саратов, 2006. – 22 с.

Л.В.Трубачева¹, С.Ю.Лоханина¹, А.В.Трубачев²

¹ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск

²Союз научных и инженерных общественных отделений
Удмуртской Республики, Ижевск

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ АСПЕКТЫ ВХОДНОГО И ПРОИЗВОДСТВЕННОГО АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ПО ОБРАБОТКЕ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрены основные задачи входного и производственного аналитического контроля на комплексах по обработке, утилизации и обезвреживанию опасных отходов, вопросы методического обеспечения, повышения качества и оперативности такого контроля, а также сформулированы проблемы, требующие проведения дополнительных научных исследований в данной области, решение которых позволит повысить безопасность функционирования производственно-технических комплексов.

Ключевые слова: входной аналитический контроль, производственный аналитический контроль, online-контроль, методика измерений, анализ диоксинов.

Производственно-технические комплексы по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности (ПТК) можно рассматривать как экологические значимые объекты, характеризующиеся постоянно возобновляемой химической опасностью за счет регулярного поступления на их территорию чрезвычайно- и высокоопасных отходов, в связи с чем большое значение приобретает система химико-аналитического контроля на таких объектах на всех стадиях их деятельности: прием отходов, временное складирование, обработка, обезвреживание, утилизация, получение конечной продукции, включая контроль состава газообразных выбросов и жидких стоков на производственных линиях в режиме «on-line».

В настоящее время существует определенный методический и приборный арсенал для анализа и исследования состава производственных отходов, позволяющий организовать входной контроль компонентного (морфологического) и химического состава поступающих на ПТК отходов. Согласно п.4 Порядка отнесения отходов I— IV классов опасности к конкретному классу опасности, утвержденного приказом Минприроды России от 05.12.2014 N 541, химический и (или) компонентный состав вида отходов устанавливается на основании сведений, содержащихся в технологических регламентах, технических условиях, стандартах, проектной документации. В случае отсутствия таких сведений в указанной документации, химический и (или) компонентный состав вида отходов устанавливается по результатам количественных химических анализов, выполняемых с соблюдением установленных законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений требований к измерениям и средствам измерений.

Перечень действующих методик количественного химического анализа (КХА) отходов включает методики измерений массовой доли неорганических (органических) компонентов, основанные на применении различных физико-химических методов. Для определения содержания неорганических компонентов используют, в основном, атомно-абсорбционную спектрометрию, фотометрию и инверсионную вольтамперометрию (например, методика измерений массовой доли алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, стронция, титана, хрома и цинка в пробах отходов производства и потребления атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией; методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в твердых отходах методом инверсионной вольтамперометрии). Для определения содержания

органических веществ применяют газовую и жидкостную хроматографию, хромато-масс-спектрометрию, а также фотометрию (например, методика измерений массовых долей хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в пробах отходов производства и потребления газохроматографическим методом с масс-селективным детектированием; методика измерений массовой концентрации хлористого метила, винилхлорида, винилиденхлорида, метиленхлорида, хлороформа, четырёххлористого углерода, 1,2-дихлорэтана, бензола, трихлорэтилена, 1.1.2-трихлорэтана толуола, орто-ксилола, суммарного содержания мета- и пара- ксилолов в твёрдых и жидких отходах производства и потребления газохроматографическим методом; методика измерений массовой доли летучих фенолов в пробах почв, осадков сточных вод и отходов фотометрическим методом после отгонки с водяным паром).

Применение тех или иных методик КХА для анализа отходов, поступающих на ПТК, будет зависеть как от их морфологического состава, так и от химического состава матрицы отходов, установление которого имеет особое значение для выбора оптимальных методик КХА отходов, поступающих с объектов накопленного экологического ущерба. В связи с этим представляется целесообразным проведение классификации современных методик и способов анализа химического состава неорганических, органических (водно-органических) отходов I и II классов опасности, создание каталога методик (в т.ч. аттестованных методик КХА) измерения состава техногенных отходов с целью разработки практических рекомендаций по использованию на ПТК оптимальных методических решений для анализа и исследования химического состава отходов с учетом их матрично-компонентной составляющей и аналитических возможностей контролирующих лабораторий. Это позволит улучшить экспрессность, точность и селективность входного аналитического контроля отходов, а также повысить оперативность принятия решений по схемам их обработки (переработки), усилению экологической и технологической безопасности обращения с отходами.

Отдельную проблему представляет производственный аналитический контроль, результатами реализации которого на ПТК будет определяться безопасность их функционирования. Работа с токсичными компонентами отходов предполагает контроль их содержания в воздухе рабочей зоны, в газовых выбросах и сточных водах в режиме реального времени во избежание возможного сверхнормативного загрязнения среды опасными веществами. Экспресс-online анализ токсичных компонентов позволит оперативно реагировать на превышение их концентраций в производственной зоне и окружающей среде и исключить развитие нештатных ситуаций. Например, современные физико-химические методы анализа позволяют решать задачи быстрого определения ультрамалых

содержаний вредных веществ в сточных водах предприятий на основе применения проточных вольтамперометрических систем, однако данный вопрос не проработан для выполнения экспресс-определений по целому ряду позиций.

В настоящее время требуют разработки вопросы online-аналитического контроля состава газо-дымовых выбросов от установок термического обезвреживания отходов по целому ряду проблемных компонентов, таких как соединения кадмия, никеля, хрома, свинца, ртути, мышьяка и ряда других токсичных элементов. Существующие измерительные системы позволяют вести оперативный контроль ограниченного набора параметров газовых выбросов, не включающих указанные выше позиции: это КИП для замера температуры, давления и расхода; измерительные приборы для твердых примесей, включая: взвешенные вещества, органические вещества-общий углерод (ТОС), алканы (углеводороды предельные C_{12} - C_{19} , углерод (сажа); система отбора для замера концентрации газов для определения газообразных компонентов дымовых газов (H_2O , O_2 , CO , HCl , SO_2 , NO_x , CO_2); компьютеризированная система сбора данных. Отдельного аналитического решения требует вопрос online-контроля концентрации диоксинов в гетерогенном газовом потоке. В России на сегодняшний день существует 5 аккредитованных лабораторий, профессионально выполняющих анализы на диоксины в стационарных условиях, при этом не существует портативных датчиков (сенсоров) на диоксины, способных вести их «on-line» контроль «на трубе» (действующий ПНДФ 13.3.64-08. «Методика выполнения измерений суммарного содержания полихлорированных дибензо-П-диоксинов и дибензофуранов в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлородибензо-П-диоксин в пробах атмосферного воздуха методов хромато-масс-спектрометрии»). В связи с этим не представляется возможным получать данные о содержании диоксинов в отходящих газо-дымовых потоках в реальном масштабе времени и оперативно реагировать на превышение их концентрации в выбросах в атмосферу. Контрольные замеры концентрации диоксинов с периодичностью 1 раз в год не решают проблему их объективного «on-line» мониторинга в газовых выбросах. Указанная задача усложняется также необходимостью контроля содержания диоксинов, адсорбированных на твердых частицах (пыль), присутствующих в большом количестве в отходящих газах. Решение поставленных научно-исследовательских задач позволит внести существенный вклад в обеспечение безопасности производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности.

Тхан Зо Хтай, Наинг Зо Хтун, А.В. Колесников

Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева, г. Москва,

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГИДРОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ХРОМА ИЗ ВОДНЫХ СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРОВ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ, БАРИЯ И ПАВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Исследован электрофлотационный процесс извлечения гидроксидов алюминия и хрома из сульфатных растворов в присутствии ПАВ различной природы и ионов кальция и бария используемых в качестве реагентов. Установлено, что ионы кальция и бария снижают степень извлечения гидроксида алюминия на 30 - 40%. Введение в раствор ПАВ интенсифицирует извлечение гидроксида алюминия (III), степень извлечения возрастает до 93 - 94%. Отмечено положительное влияние анионного ПАВ NaDDS на электрофлотационное извлечение гидроксида хрома (III), увеличивается степень извлечения на 30 - 40% и расширяется рабочая область pH до 7. Анионный ПАВ (NaDDS) оказывает положительное влияние на электрофлотационное извлечением гидроксидов алюминия и хрома в качестве реагентов кальция и бария (0,5 г/л).

Ключевые слова: электрофлотация, гидроксиды Al, Cr, поверхностно-активные вещества, сульфат натрия, гидроксид кальция, гидроксид бария.

В сточных водах, образующихся в химико-технологических процессах, обработки поверхности стальных изделий присутствуют ионы Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Cu^{6+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и ряд других металлов [1,2]. Фоновые электролиты в сточных водах формируются как правило за счет использования HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 после нейтрализации которых, в воде образуются NaCl, Na_2SO_4 (1-5 г/л). Несмотря на многообразие присутствующих ионов тяжелых и цветных металлов от 20 до 30% в сточной воде содержится оксиды и гидроксиды алюминия(III), хрома (III). Ряд исследователей разрабатывают основные направления улучшения экологических показателей производства чёрных металлов и концепцию безотходного металлургического производства [3]. Большая часть специалистов решают проблемы обезвреживания жидких, твёрдых и газообразных отходов с использованием современных технологий. Эффективным методом очистки промышленных сточных вод от ионов тяжёлых и цветных металлов является электрофлотация. В процессах водоочистки для отделения гидроксидов металлов (Fe, Al, Cr, Cu, Zn и др.) сточная вода подвергается обработке щелочными реагентами: NaOH, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ с целью формирования осадка. Для последующего отделения дисперсной фазы используются седиментация, фильтрация и флотация.

Эффективность электрофлотационного процесса оценивали степенью извлечения α (%), которую рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{C_{\text{исх}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{исх}}} \cdot 100\%,$$

где $C_{\text{исх}}$, $C_{\text{кон}}$ – исходная и конечная концентрация дисперсной фазы в водной среде, мг/л. Концентрацию ионов алюминия и хрома определяли атомно- адсорбционным методом в ЦКП им. Д.М. Менделеева на приборе «КВАНТ-АФА» (Россия).

В работе исследован процесс электрофлотационного извлечения гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$) и хрома ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) в различных системах:

- $\text{H}_2\text{O} - \text{Al}(\text{OH})_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{ПАВ}(\text{а.к.н})$;
- $\text{H}_2\text{O} - \text{Al}(\text{OH})_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+} - \text{ПАВ}(\text{а.к.н})$;
- $\text{H}_2\text{O} - \text{Cr}(\text{OH})_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{ПАВ}(\text{а.к.н})$;
- $\text{H}_2\text{O} - \text{Cr}(\text{OH})_3 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+} - \text{ПАВ}(\text{а.к.н})$;

Указанные системы часто встречаются в практике очистки сточных вод на предприятиях химико-технологического и горно-металлургического профиля.

Эффективность электрофлотации резко снижается в области концентраций до 500 мг/л, где адсорбция ионов Ca^{2+} , Ba^{2+} , на $\text{Al}(\text{OH})_3$ достигает максимальных значений. При более высоких концентрациях адсорбции Ca^{2+} , Ba^{2+} (>500 мг/л) практически не меняется в виду достижения максимальных предельных значений величин адсорбции.

Добавление в растворы ПАВ в первую очередь анионных приводит к росту степени извлечения $\text{Al}(\text{OH})_3$ в следствии адсорбции ПАВ путем замещения молекул воды и гидрофобизации поверхности. Так, при концентрации металлов 0,5 г/л степень извлечения возрастает до 90% в присутствии Ca^{2+} и 93% при Ba^{2+} .

Экспериментальные результаты по адсорбции ПАВ на гидроксидах представлены в работах [4,5].

В таблице 1 представлено влияние ПАВ различной природы на электрофлотационное извлечение $\text{Al}(\text{OH})_3$ в присутствии Ca^{2+} Ba^{2+} .

Таблица 1

Влияние природы ПАВ на электрофлотационное извлечение $\text{Al}(\text{OH})_3$ в присутствии избытка ионы кальция и бария

Время, τ , мин.	Степень извлечения, α , % $\text{Al}(\text{OH})_3$							
	Ca^{2+}				Ba^{2+}			
	Без ПАВ	кат.	ан.	неион.	Без ПАВ	кат.	ан.	неион.
5	11	10	81	25	26	40	80	80
10	14	18	83	38	30	52	92	82
20	18	22	90	52	44	73	93	94

Примечание: условия экспериментов; $c(\text{Al}^{3+})=100$ мг/л; $c(\text{Cr}^{3+})=100$ мг/л; $c(\text{Ba}^{2+})=0,5$ г/л; $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1$ г/л; $c(\text{ПАВ})=5$ мг/л; $i_v = 0,4$ А/л.

Установлено, что в введение реагентов на основе Ca^{2+} и Ba^{2+} приводит к подавлению электрофлотационного процесса извлечения, как в случае $\text{Al}(\text{OH})_3$, так и в случае с $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Степени извлечения достигают 16-18%. Экспериментальные данные по влиянию природы ПАВ на электрофлотационное извлечение $\text{Cr}(\text{OH})_3$ в присутствии избытка кальция и бария представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние природы ПАВ на электрофлотационное извлечение $\text{Cr}(\text{OH})_3$ в присутствии избытка ионы кальция и бария

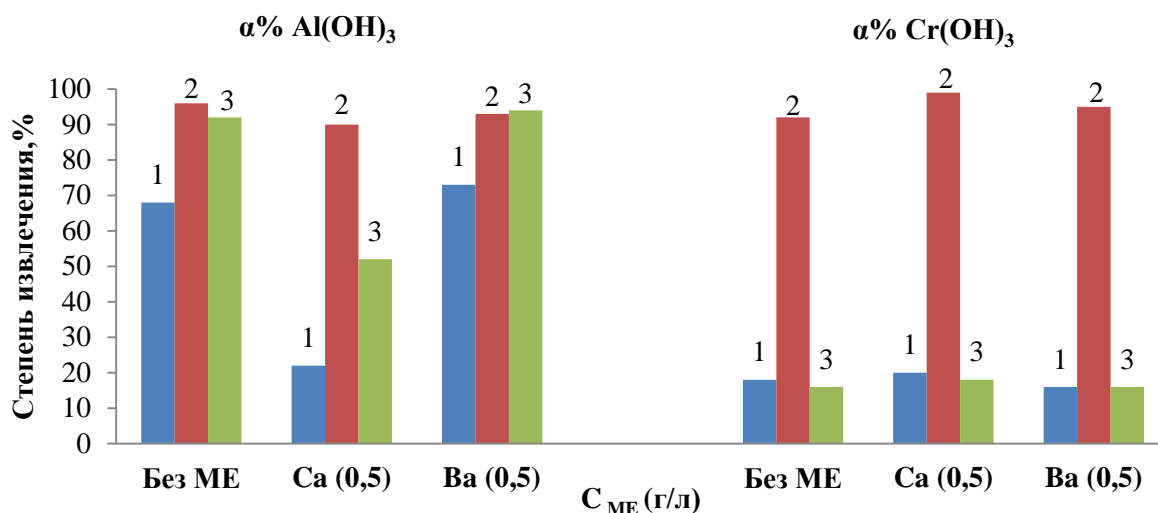
Время, τ , мин.	Степень извлечения, α , % $\text{Cr}(\text{OH})_3$							
	Ca^{2+}				Ba^{2+}			
	Без ПАВ	кат.	ан.	неион.	Без ПАВ	кат.	ан.	неион.
5	11	12	96	11	11	11	80	11
10	14	14	99	13	12	14	90	12
20	18	20	99	18	16	16	95	16

Примечание: условия экспериментов; $c(\text{Cr}^{3+})=100$ мг/л; $c(\text{Ca}^{2+})=0,5$ г/л; $c(\text{Ba}^{2+})=0,5$ г/л; $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1$ г/л; $c(\text{ПАВ})=5$ мг/л; $i_v = 0,4$ А/л

Добавление анионного ПАВ как в случае $\text{Al}(\text{OH})_3$ – гидрофобизирует поверхность гидроксида $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и приводит к повышению степени извлечения до 95-99% за время электрофлотации.

Сравнительное влияние природы ПАВ на эффективность электрофлотационного извлечения гидроксидов $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Cr}(\text{OH})_3$ представлено на рисунке.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что в введение реагентов на основе (Ca^{2+} и Ba^{2+}) и анионный ПАВ положительно влияют на процессе электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений алюминия (III) и хрома (III).



Влияние ионов кальция и бария на эффективность электрофлотационного извлечения гидроксидов Al(OH)₃ и Cr(OH)₃ в присутствии различных ПАВ; $c(\text{Al}^{3+}) = 100$ мг/л, $c(\text{Cr}^{3+}) = 100$ мг/л, $c(\text{Ca}^{2+}) = 0,5$ г/л, $c(\text{Ba}^{2+}) = 0,5$ г/л, $c(\text{ПАВ}) = 5$ мг/л, $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1$ г/л, $i_v = 0,4$ А/л, pH = 7, $\tau = 20$ мин.

1 - Катионные ПАВ ; 2 - Анионные ПАВ; 3 - Неионогенные ПАВ .

Литература

1. В. А. Колесников, В. И. Ильин, В. А. Бродский, А. В. Колесников. Электрофлотация в процессах водоочистки и извлечения ценных компонентов из жидких техногенных отходов. Обзор. Часть 1 // Теоретические основы химической технологии. 2017. Т. 51. № 4. С. 361–375. DOI: 10.7868/S0040357117040054.
2. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2015. № 2 (13). С. 97-109.
3. Дегель Р., Фредлинг К., Хансман Т., Каппес Х., Бароцци С. Концепция безотходного металлургического производства // Черные металлы. 2016. № 4. С. 40–49.
4. В.А. Колесников, Ю.Ш. Ладыгина, А.В. Колесников, Е.А. Мец, Д.В. Масляникова Основные закономерности электрофлотосорбционного извлечения анионных и катионных поверхностно-активных веществ из водных растворов // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2019. Т. 62, № 3. С. 114–120.
5. А. В. Колесников, А. Д. Милютина, Ю. Ш. Ладыгина, В. А. Колесников Разработка электрофлотационной технологии извлечения анионных поверхностно-активных веществ и ионов цветных металлов из сточных вод гальванохимических производств // Журнал прикладной химии. 2018. Т. 91, № 7. С. 939–948

А.А. Фомина

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ
ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ НА КАЧЕСТВО
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. САРАТОВА**

Теплоэнергетические установки относятся к числу основных источников загрязнения атмосферного воздуха такими веществами как оксиды азота, оксида углерода и бенз(а)пирена – вещества первого класса опасности. Проведен анализ рассеивания примесей загрязняющих веществ от котельных г. Саратова. Определено, что превышений ПДК по выбросам котельных на границе жилой зоны не наблюдается, объекты вносят незначительный вклад в загрязнение атмосферы Ленинского и Заводского района города Саратов.

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, котельная, бенз(а)пирен, качество атмосферного воздуха, Саратов

В современном мире каждый день в атмосферу поступают различные выбросы загрязняющих веществ. Выбросы происходят из естественных источников, к которым относятся: извержение вулканов, вынос морских солей, выветривание почвы, лесные и торфяные пожары, пыльные бури, которые на протяжении долгого времени формировали химический состав атмосферного воздуха на Земле. Однако наиболее значительными источниками загрязнения атмосферной среды городов уже давно стали антропогенные выбросы промышленных предприятий и транспорта.

Теплоэнергетические установки относятся к числу основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Процессы сжигания органического топлива, как правило, сопровождаются выбросами таких загрязняющих веществ, как диоксид серы, оксиды азота, летучие органические соединения, ароматические углеводороды, диоксины, фураны, тяжелые металлы, а также твердые частицы различного химического состава и размеров. При сжигании ископаемого топлива в атмосферный воздух также поступает большой объем парниковых газов.

Наибольшую опасность для биосферы и для здоровья человека представляют не имеющие средств очистки дымовых газов многочисленные теплоисточники малой мощности [1]. Тепло- и энергоснабжение в городе Саратов лежит на плечах «малой» энергетики, энергоснабжающие организации которой обеспечивают функционирование промышленного производства, образовательных учреждений, жилых домов и прочих потребителей. Загрязнение атмосферного воздуха от отопительных котельных носит локальный

характер и может создавать опасные концентрации вредных веществ над определенными территориями города.

В связи с этим целью нашей работы стала оценка влияния котельных тепло-электрогенерирующей компании на качество атмосферного воздуха г. Саратова.

Основным видом деятельности предприятия является производство пара и горячей воды (тепловой энергии) котельными. Котлы работают на природном газе. Промышленные площадки предприятия (№1 и №2) расположены Заводском и Ленинском районах г. Саратова. На площадке №1 находятся 2 организованных источника выбросов – это паровые котлы ДКВР 10/13. Технологический процесс – сжигание природного газа для выработки тепловой энергии. Расход газа – 4200,000 тыс.м³/год. На площадке № 2 организованный источник – котёл водогрейный ТВГ-8М. Годовой расход газа – 4000,000 тыс.м³/год. Котлы выбрасывают в атмосферу следующие загрязняющие вещества: азота диоксид, азота оксид, углерод оксид, бенз(а)пирен. Данные организованные источники выбросов не оборудованы газоочистными установками.

Среди выбрасываемых веществ в атмосферного воздуха от котельных наиболее опасным является бенз(а)пирен – представитель полициклических ароматических углеводородов, относящийся к веществам первого класса опасности. Бензапирен химически и термически устойчив, обладая свойствами биоаккумуляции, он накапливается в организме и действует в чрезвычайно малых дозах. Помимо канцерогенного, бенз(а)пирен оказывает мутагенное, эмбриотоксическое, гематотоксическое действие. Исследования в основном отмечают развитие рака легких у экспериментальных животных в результате поступления в организм бенз(а)пирена с воздухом [2].

По данным Доклада о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на территории Саратова в 2018 году составили 83,6 тыс. т, в том числе: от стационарных источников – 18,0 тыс. т; от автотранспорта – 65,6 тыс. т. По сравнению с предыдущим годом суммарный объем выбросов увеличился на 14,8 тыс. т (21,5%) – за счет увеличения выбросов от автотранспорта.

В целом по городу среднегодовая концентрация диоксида азота была на уровне 1,7 ПДК. Наблюдения за оксидом азота проводятся на двух постах Заводского района города. Уровень загрязнения атмосферного воздуха примесью низкий, содержание примеси на уровне 0,2 ПДК. Среднегодовая концентрация оксида углерода в целом по городу на уровне 0,6 ПДК. Бенз(а)пирен определялся на трех стационарных постах в Заводском и Волжском районах и среднегодовая концентрация примеси в течение года составила 0,2 ПДК [3].

Однако по данным исследователей [4], которые провели инструментальные замеры содержания бензапирена в городе в феврале 2018

года, установлено превышение ПДКс.с. по данному соединению в жилых кварталах, в промзонах, на автомагистралях и в зелёной зоне, что авторы связывают со значительными выбросами автотранспорта, а также предприятий теплоэнергетики.

В работе был использован нормативный метод расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе [5,6].

Было рассчитано максимальное значение приземных концентраций загрязняющих веществ от котельных. Проверку максимального вклада загрязняющего вещества в приземную концентрацию q_m определяли как отношение C_{M_i} /ПДКм.р. Для бенз(а)пирена нормированы только среднесуточные предельно допустимые концентрации ПДКс.с., в расчетах следует принять величину в 10 раз большую (ПДКм.р = 10 ПДКс.с).

Результаты расчетов подтвердили соблюдение действующих гигиенических стандартов качества атмосферного воздуха по всем вредным веществам, выбрасываемым котельными (табл.).

Таблица

Основные параметры рассеивания выбросов загрязняющих веществ от котельных в атмосферном воздухе

Номер площадки	u_m , м/с	X_m , м	q_m NO ₂	q_m NO	q_m CO	q_m C ₂₀ H ₁₂
№ 1	2,7	997,7	0,040	0,001	0,0016	0,24
№ 2	4,0	1812,8	0,046	0,001	0,0010	0,47

Был проведён расчёт опасной скорости ветра при неблагоприятных метеорологических условиях, который составил 2,7 м/с для первой площадки и 4,0 м/с для второй площадки. Определено расстояния X_m (м) от источника выброса, на котором приземная концентрация достигнет максимального значения. По обеим площадкам выявлено значительное расстояние, на которое распространяются выбросы, но учитывая результаты расчётов приземных концентраций, котельные не являются значительным источником загрязнения атмосферного воздуха.

Согласно СанПину 2.2.1/2.1.1.1200-03 для обеих площадок установлены санитарно-защитные зоны (СЗЗ) равные 300 м [7]. При проведении расчётов по уточнению СЗЗ показано, что при неблагоприятных метеорологических условиях загрязняющие вещества могут распространяться за пределы установленной предприятием СЗЗ в северном и южном направлении. Что особенно актуально для площадки №2 расположенной в Ленинском районе рядом с жилой застройкой. Но состоянию здоровья населения пограничной жилой зоны ничего не угрожает, так как выбросы имеют безопасный уровень концентрации.

Поскольку выбросы загрязняющих веществ от котельных не превышают санитарно-гигиенические нормативы, в том числе и по

наиболее опасному соединению – бенз(а)пирену, то необходимости в разработке природоохранных мероприятий нет. Теплоэнергетическое предприятие вносит незначительный вклад в загрязнение воздуха Заводского и Ленинского районов Саратова.

Литература

1. Белик А.В., Францева Т.П. Оценка воздействия предприятий малой энергетики и промышленности на атмосферный воздух: учеб. пособие. – М., 2015. – 118с.
2. Бенз(а)пирен – химико-экологическая проблема современности. [Электронный ресурс] URL: <http://www.hintfox.com/article/Benzapiren--himiko-ekologicheskaja-problema-sovremennosti.html> (дата обращения: 10.10.2020).
3. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2018 году. – Саратов, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.minforest.saratov.gov.ru/info/?SECTION_ID=65&ELEMENT_ID=2804 (дата обращения: 10.10.2020).
4. Макаров В.З. Бенз(а)пирен в атмосфере городов Саратовской области / В.З. Макаров, В.А. Гусев, Ю.В. Волков, В.А. Затонский, А.М. Неврюев // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 12-17.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух: учеб. / А.Ю. Недре и др. СПб: Питер, 2012. – 224с.
6. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ №273 от 6 июня 2017 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция».

Правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности

Н.В. Веденеева

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина

Ю.А.,

Саратовская государственная юридическая академия

ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ОБЪЕКТОВ, СВЯЗАННЫХ С РАЗМЕЩЕНИЕМ ОТХОДОВ

Статья посвящена правовому регулированию полигонов ТБО, а также особенностям проведения процедуры экологической экспертизы данных объектов.

Ключевые слова: экологическая экспертиза, утилизация отходов, полигоны ТБО

Развитие человеческого общества сопровождается все возрастающим уровнем потребления, приводящему к обострению экологических проблем, значительному сокращению запасов природных ресурсов, а также численности и видового разнообразия представителей животного и растительного мира. Активно развивающаяся несколько столетий антропогенная деятельность, направленная на извлечение максимальной экономической выгоды без учета последствий для окружающей среды, способствовала возникновению ряда экологических катастроф во многих регионах, и, как следствие, ухудшению качества жизни населения. Одной из важнейших экологических проблем, остро вставшей перед Российской Федерацией в последнее время, является проблема, связанная с негативным воздействием на окружающую среду огромного количества отходов, хранящихся либо в специально оборудованных объектах, либо на несанкционированных свалках. Сегодня в России на переработку отправляется только 3% от всей мусорной массы, а остальные отходы вывозят для захоронения на полигоны и свалки, которые обычно располагаются в пригородной зоне.

Полигон отходов ТБО на сегодняшний день является наиболее распространённой формой обезвреживания и захоронения твердых бытовых отходов, созданные в строгом соответствии со всеми необходимыми правилами и нормами по заранее согласованному проекту в состоянии предотвратить следующие санитарные и экологические проблемы.

Согласно неоднократным замечаниям ряда ученых одним из наиболее эффективных путей решения экологических проблем является

предупреждение негативного воздействия на окружающую среду. Экологическая экспертиза направлена на комплексную оценку возможных негативных последствий такого воздействия, выполняя функцию предупредительного экологического контроля. Экологическая опасность объектов размещения твердых бытовых отходов неоспорима, поэтому проект на их строительство должны пройти обязательную процедуру государственной экологической экспертизы.

Легализация строительства и ввода в эксплуатацию производственных объектов, функционирование большинства из которых затрагивает деятельность по размещению отходов регулируется Федеральным законом от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе», Градостроительным кодексом Российской Федерации.

Предметом такой экспертизы является оценка соответствия проектной документации требованиям технических регламентов, в том числе санитарно-эпидемиологическим, экологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия, пожарной, промышленной, ядерной, радиационной и иной безопасности, а также результатам инженерных изысканий, и оценка соответствия результатов инженерных изысканий требованиям технических регламентов.

Кроме того, в соответствии с ч. 2 ст. 10 Федерального закона № 89-ФЗ, строительство предприятий, зданий, строений, сооружений и иных объектов, эксплуатация которых связана с обращением с отходами, допускается при наличии положительного заключения государственной экспертизы, проводимой в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности, т. е. государственной экспертизы проектной документации указанных объектов [1].

Функции по проведению государственной экологической экспертизы также в соответствии с указом Президента РФ от 23 июня 2010 г № 780 возложены на Росприроднадзор.

Проект на полигон ТКО или ТБО обязательно должен содержать следующие разделы: Общая часть. Технический раздел, в котором указана необходимая емкость и приложен ее расчет и экспертиза земли. Сюда же прилагается расчет численности задействованного персонала и размера участка. Часть топографической съемки участка. Часть с санитарными и техническими требованиями. Сметный расчет. Определение экологического влияния на среду.

В соответствии со ст. 11 Федерального закона «Об экологической экспертизе» государственной экологической экспертизе подлежат объекты, одновременно связанных с размещением и обезвреживанием отходов I-V классов опасности.

Следует подчеркнуть, что федеральный закон РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» возлагает полную ответственность за любую деятельность по планированию и строительству объекта по размещению ТБО на Заказчика предполагаемых строительных работ и разработчика материалов обоснования. Заказчик документации ответственен за организацию и проведение оценки воздействия на окружающую природную среду объекта в течение всех этапов планирования и выполнения строительных работ. В сфере его ответственности находится и предоставление документации по оценке воздействия на окружающую природную среду объекта в государственные органы контроля, полнота и достоверность сведений [2].

Предоставление земельных участков под размещение промышленных объектов выполняется в строгом соответствии с п.8 ст.1 и п.3 ст.7 Земельного кодекса РФ. Размещение полигонов ТБО на землях промышленности производится в связи с установлением вида разрешенного использования. Выбор земельного участка под размещение полигона ТБО осуществляется в соответствии с инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, согласно которой: «в выборе земельных участков учитываются геологические, гидрогеологические и санитарные аспекты, а также производится согласование с компетентными органами» [3].

В случае соответствие проектной документации экологическим требованиям должно быть выдано положительное заключение. Положительное заключение государственной экологической экспертизы не должно содержать замечаний. Выводы могут содержать рекомендации, если они не меняют существа предложенных заказчиком (разработчиком) документации проектных решений. При наличии замечаний экспертов по проекту сводного заключения экспертной комиссии, документ (или сводное заключение) дорабатывается и подписывается руководителем, ответственным секретарем экспертной комиссии и всеми ее членами. В случае отрицательного заключения реализация объекта не допускается.

Литература

1. Кудинкин С.И., Левитанус Б.А. Проблемы правового регулирования государственной экологической экспертизы проектной документации объектов, связанных с размещением отходов I-V классов опасности // Управленческое консультирование. 2015. №6 (78). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-pravovogo-regulirovaniya-gosudarstvennoy-ekologicheskoy-ekspertizy-proektnoy-dokumentatsii-obektov-svyazannyh>.

2. Колупаева О.Н. Юридическая ответственность за нарушения заказчиком документации законодательства российской федерации о государственной экологической экспертизе // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова.– 2015. – Т. 21. – № 5. – С. 156-160.

3. Чудакова, А. В. Правовые и экологические аспекты предоставления земельных участков под полигоны ТБО / А. В. Чудакова. — Текст : непосредственный // Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра : материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Казань, май 2018 г.). — Казань : Молодой ученый, 2018. — С. 6-9. — URL: <https://moluch.ru/conf/earth/archive/293/14232/> (дата обращения: 09.11.2020).

В.В. Солдатова, А.А. Фомина

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ОТХОДОВ В г. САРАТОВЕ НА ПРИМЕРЕ ЛУЧШИХ ЭКОИНИЦИАТИВ

В статье рассмотрены наиболее успешные методы и подходы к экологическому образованию населения, приведены примеры экологической и социальной ответственности бизнеса в России. На основе рассмотренных инициатив сформулированы рекомендации по улучшению экологической обстановки региона путем просвещения граждан.

Ключевые слова: экологическое образование, социальная ответственность, экологические инициативы.

В настоящий момент, по заключению Счетной палаты, в России утилизируется только семь процентов отходов, а девяносто процентов твердых коммунальных отходов (ТКО) вывозится на полигоны. На территории Саратовской области ситуация с мусорными полигонами одна из худших в стране по итогам анализа «мусорной реформы», начавшейся в 2019 году. Саратовская область также не добилась достижений в мероприятиях по раздельному сбору ТКО, исследованию на морфологический состав, просветительской деятельности, стимулированию в сфере обращения с ТКО, применению наилучших доступных технологий [1].

Об обращении с отходами должны заботиться все домохозяйства. Распространенное повторное использование и более эффективное планирование покупок – простые меры, которые могут дать отличные результаты. Важный аспект – просвещение, так как гражданам надо понимать, почему переработка, утилизация отходов и стремление к сокращению их количества так важны.

В России есть успешные примеры реализации расширенной ответственности производителя. Coca-Cola более трех лет реализует федеральную программу "Разделяй с нами". Установлено более 6,4

тысячи контейнеров для раздельного сбора в 55 городах и переработано более 86 тысяч тонн отходов упаковки. Цель - к 2030 году обеспечить сбор и переработку 100 процентов эквивалента потребительской упаковки, выпускаемой на рынок.

В 2018 году производители и импортеры, самостоятельно выполняющие нормативы по утилизации отходов от использования товаров и упаковки, объединились в ассоциацию «РусПРО». За год переработано более 35 тысяч тонн отходов упаковки. В 2020 году «РусПРО» планирует инвестировать в сбор и переработку до 400 миллионов рублей в 17 регионах страны [2].

Переработчики делают упор на образовании школьников: Казань стала первым городом в России, где стартовал пилотный проект по установке фандоматов для приема тары из-под напитков в школах. Планируется создать полный цикл обращения с твердыми бытовыми отходами. В Оренбурге мусоросортировочный комплекс запустил линию по переработке отдельных фракций отходов и внедрил раздельный сбор в оренбургских школах: установили контейнеры для сбора бумаги, пластика, старых батареек и электроники. «Экоспутник» планирует ввести селективный сбор отходов во всех школах Оренбурга [3].

Подобные инициативы не только прибыльны, но и позволяют повышать экологическую грамотность населения и вовлеченность в раздельный сбор отходов (РСО).

Кроме того, сейчас набирают популярность экологические волонтерские инициативы по сбору вторсырья в крупных городах страны.

Проект «РАЗДЕЛЯЙ и УМНОЖАЙ» – это система просветительских и практических занятий со школьниками по формированию устойчивого навыка раздельного сбора отходов в игровой форме, а также содействию осознанию детьми экономического эффекта раздельного сбора с точки зрения личной финансовой стратегии и экономической стратегии государства. Дети – участники проекта – становятся проводниками идеологии раздельного сбора для своих родителей и близких взрослых, сами активно участвуют в раздельном сборе отходов и сдаче вторсырья [4].

Экологическое движение «Раздельный Сбор» стимулирует появление и развитие новой системы обращения с отходами в России, основанной на принципах 3R (reduce, reuse, recycle), и формирует осознанное, рациональное отношение людей к природным ресурсам. Сегодня штабы движения работают от Сочи до Владивостока [5].

Набирают популярность интерактивные средства привлечения населения к проблемам экологии. Проект +1Город: первая онлайн-карта и городская навигация по полезным сервисам в вашем городе: раздельно сдать отходы, в т.ч. и опасные, сдать одежду для нуждающихся либо на вторичную переработку, прием продуктов для малообеспеченных семей, акции по благоустройству общественных и придомовых территорий, стать

волонтером для оказания помощи людям и домашним животным, соцмаркетинговые или экомаркетинговые акции в поддержку благотворительных и экологических инициатив.

Продвинутым экоактивистам будет полезна карта с отмеченными актуальными пунктами приема вторсырья, созданная Greenpeace «recyclemap». В Саратове есть довольно много возможностей для самостоятельной сдачи некоторых фракций отходов, в основном это пластиковые бутылки, бумага и металлолом, но также можно найти пункты по приему батареек и аккумуляторов, старой электроники, одежды, отслуживших лампочек.

Экологические мероприятия, повышающие экосознательность граждан через непосредственное участие также очень эффективны. «Чистые Игры» – это командные соревнования по очистке природных территорий от мусора и разделению отходов. Увлекательная игра с призами, где участники ищут артефакты, решают экологические загадки, собирают и разделяют мусор, получая за это баллы. В рамках одной игры собирается в среднем от 1 до 3 тонн мусора [6].

Своп – мероприятия по обмену вещами и предметами быта: можно принести одежду, косметику или предметы быта – от электроники до посуды, находящиеся в хорошем, рабочем состоянии, но уже не используемые владельцем, и обменять их на другие [7].

В Саратове тоже есть подобные экологические инициативы. «Зеленый Бык» — волонтерское движение, направленное на популяризацию экологической культуры, разумного потребления и ответственности за сохранение природных ресурсов. Принимается порядка 20 фракций вторичного сырья, отсортированного и подготовленного к сдаче населением по инструкциям в социальных сетях группы и рекомендациям волонтеров на акции.

PureLand – магазин экологичных альтернатив привычным одноразовым вещам и продуктов без упаковки. Способствует популяризации и укреплению идеологии сокращения количества отходов, приобщает жителей города к разумному потреблению, организует свопы и просветительские мероприятия.

Проект Экологизатор – молодой саратовский проект, призванный нести экологическое просвещение в массы, приобщать людей к РСО путем организации различных мероприятий.

Существование таких сообществ в городе свидетельствует о заинтересованности граждан в подобных экоинициативах. Следовательно, необходимо заниматься работой по экологическому просвещению как можно большей части населения для успешной реализации проектов по отдельному сбору отходов в городе, создавать четкие и наглядные инструкции, социальные ролики и проекты по вовлечению граждан в РСО.

На основе приведенных существующих успешных проектов по повышению экологической осведомленности населения предлагается: наглядная реклама в/на общественном транспорте, на уличных стендах и остановках; трансляция простых и информативных роликов по местным каналам и радиостанциям; инструкции и информационные материалы в социальных сетях, СМИ; ясные крупные инструкции и иллюстрации на баках для РСО, создание больших информационных стендов около контейнерных площадок накопления отходов; разъяснительные беседы с домохозяйствами через ТСЖ и домоуправления; просветительская работа в образовательных учреждениях, начиная с самой младшей ступени, привлечение нового поколения к участию в различных мероприятиях и квестах (Чистые игры, RiverCleanUp, экологические уроки от волонтеров экодвижений, студентов профильных направлений); организация просветительских мероприятий для старшего поколения (лекции экоактивистов, студентов, демонстрация тематических фильмов и видеороликов в кинотеатрах); поддержка волонтерских движений (обеспечение необходимым инвентарем, предоставление площадок, размещение информации о них на правительственных ресурсах); поддержка и стимулирование бизнеса к принятию опережающих законодательство мер по снижению количества образования и переработке отходов.

Литература

1. Новая газета – новость от 2020/10/05 – Режим доступа: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/10/05/87372>. Дата обращения 18.10.2020
2. Российская газета – новая концепция РОП– Режим доступа: <https://rg.ru/2020/03/31/novaia-koncepcia-rop.html> Дата обращения 18.10.2020
3. Официальный портал Казани – новость о фандоматах– Режим доступа: <https://www.kzn.ru/meriya/press-tsentr/novosti/v-shkolakh-kazani-poyavilis-pervye-v-rossii-fandomaty-dlya-sbora-tary-iz-pod-napitkov/> Дата обращения 19.10.2020
4. Новая газета – новость от 2019/04/21 – Режим доступа: <https://novayagazeta.ru/articles/2019/04/21/80307> Дата обращения 19.10.2020
5. Официальный сайт RSBOR – Режим доступа: <https://rsbor-msk.ru/> Дата обращения 20.10.2020
6. Официальный сайт движения Чистые игры – Режим доступа: <https://cleangames.org/about> Дата обращения 20.10.2020
7. Официальный сайт ВАО Москвы – Режим доступа: <https://www.vao-moscow.ru> Дата обращения 20.10.2020

Е.А. Сухинина

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

ТРЕБОВАНИЯ ЭКОСТАНДАРТОВ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье рассматриваются проблема обращения с отходами в строительстве, анализируется состояние российской законодательной базы по данному вопросу. Изучаются требования международных и российских экологических стандартов для зданий. Выявляется процентное соотношение экологических мероприятий по обращению с отходами относительно других требований в системах экологической сертификации для объектов недвижимости.

Ключевые слова: отходы; строительство; экологический стандарт; экологические мероприятия; устойчивое проектирование.

Рациональное обращение с бытовыми и строительными отходами с возможностью последующей их переработки на сегодняшний день является проблемой общемирового значения.

К примеру, в России все бытовые отходы свозят на полигоны за городом, при этом окурок от сигареты разлагается – 25 лет, а пластиковая бутылка – более 100 лет, для города неизбежен эффект «бумеранга», так как нет безопасного расстояния для природы. Ежегодно россияне выбрасывают 70 млн тонн бытового мусора (при этом перерабатывается только 4% отходов), через 10 лет площадь свалок увеличиться в два раза.

По данным Минприроды площадь несанкционированных свалок на природе составляет 20 тыс. Га [1]. Единственным решением может стать переработка мусора, разделенного по типам (к примеру, из одной автомобильной шины можно получить 1 кв.м. покрытия детской площадки).

В развитых странах действует мощная политика по переработке и вторичному использованию отходов, в Германии – 60% мусора подлежит переработке, в некоторых городах Японии – перерабатывается до 80% отходов. Развитые зарубежные страны стараются перейти на «безотходные технологии» и экономику замкнутого цикла.

В России принят ряд документов, относительно обращения с отходами, к примеру: ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст.22); «Об охране окружающей среды» (ст.51); «Об отходах производства и потребления» (ст.11-13); статьи «Водного кодекса» и «Положения о водоохранных объектах и прибрежных защитных полосах»; СанПиН 42-128-4690-88 «Содержание территорий населенных мест» и др.

При анализе законодательной базы РФ относительно требований касающихся экологического проектирования количество документов по рациональному обращению с отходами в строительстве относительно других законодательных актов составляет всего лишь 2% [4]. Значительная часть экологических нормативов посвящена регулированию вредных выбросов в производственной сфере.

В России есть площадка для переработки отходов в г. Москва, компания «Сатори» производит рециклинг строительных отходов – повторное промышленное использование отходов производства и потребления [2], но таких компаний в нашей стране явно недостаточно.

В настоящий момент роль экологических стандартов в строительстве очень значительна, они регулируют многие аспекты – снижение эксплуатационных затрат на энерго- и водопотребление, выбор безопасных материалов, уменьшение выбросов CO₂, *рациональное обращение с отходами и сохранение трудно возобновляемых природных ресурсов.*

Система экологической сертификации для зданий – это набор критериев, создающий определенный сценарий проектирования, строительства и эксплуатации объекта без пагубного давления на природу, с экономической выгодой и соблюдением постулатов устойчивого развития.

После укрепления на мировом строительном рынке трех базовых систем экологической сертификации – BREEAM (Великобритания, 1990 г.), LEED (США, 1998 г.), DGNB (Германия, 2010 г.) в развитых государствах стали разрабатываться национальные или адаптироваться международные экологические стандарты в строительстве. В нашей стране с 2008 года Советом по экологическому строительству RU GBC адаптированы стандарты BREEAM и LEED, в 2010 году – DGNB.

К 2020 году разработаны российские эко стандарты: Корпоративный Олимпийский Зеленый Стандарт; «Зеленые стандарты», НП-СПЗС 1.1.М-2011 «Малозэтажное строительство»; САР-СПЗС «Административные здания; СТО-НОСТРОЙ 2.35.4-2011; ГОСТ Р 54964-2012; СДС «РУСО. ФУТБОЛЬНЫЕ СТАДИОНЫ»; Eco Village; GREEN ZOOM.

Во всех вышеперечисленных документах рассматриваются вопросы хранения и сбора вторсырья, сортировки и переработки отходов, утилизации строительного мусора, использованию материалов с переработанной составляющей, повторного использования элементов здания, таблица 1.

При сравнительном анализе экологических стандартов: BREEAM, LEED, DGNB, «Зеленые стандарты», САР-СПЗС, GREEN ZOOM по предложенному автором алгоритму, определена доля требований в процентном соотношении критериев и мероприятий, установленных в системах экологической сертификации для зданий, относительно обращения с отходами, таблица 2.

Требования экологических стандартов по обращению с отходами

Название экологического стандарта	Раздел: требование
Международные эко стандарты	
BREEAM International New Construction – 2016, Великобритания [5]	Раздел «Отходы»: – управление строительными отходами; – переработанные составляющие; – отходы после эксплуатации; – специальная отделка пола и потолка; – адаптация к изменению климата; – функциональная адаптивность.
LEED v4 for Building Design and Construction - 2018, США [8]	Раздел «Материалы и ресурсы»: – хранение и сбор вторсырья; – планирование управления отходами при строительстве и сносе; – повторное использование здания - поддержание существующих стен, полов и крыши; – повторное использование здания - поддержание внутренних неструктурных элементов; – управление отходами строительства и сноса.
DGNB system – 2018, Германия [6]	Раздел «Техническое качество»: простота демонтажа, утилизация и демонтаж.
Российские эко стандарты	
«Зеленые стандарты» - 2017	Раздел «Материалы и ресурсы»: – вторичное использование строительных отходов; – использование материалов вторичной переработки на основе отходов потребления и отходов производства. Раздел «Качество и комфорт среды внутри помещений»: обеспечение герметичности мест хранения пищевых продуктов и мест сбора пищевых отходов с последующей переработкой. Раздел «Отходы, выбросы и хранение опасных материалов»: организация раздельного сбора отходов по категориям.
САР-СПЗС. Административные здания, 2013 [3]	Раздел «Отходы»: – организация вывоза мусора; – оборудование площадок для сбора отходов; – управление отходами при строительстве; – управление отходами при эксплуатации.
GREEN ZOOM «Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. Новое строительство» - 2019 [7]	Раздел «Экологически рациональный выбор строительных материалов и управление отходами»: – сбор и хранение утилизируемых отходов; – использование материалов с переработанной составляющей; – управление строительными отходами.

Таблица 2

Сравнительный анализ зарубежных и российских эко стандартов

Название экологического стандарта	Количество требований в эко стандарте относительно отходов в %
BREEAM International New Construction – 2016, Великобритания	10,92
LEED v4 for Building Design and Construction - 2018, США	6,00
DGNB system – 2018, Германия	2,04
Среднее:	6,32
«Зеленые стандарты» - 2017	2,80
САР-СПЗС. Административные здания, 2013	7,15
GREEN ZOOM «Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. Новое строительство» - 2019	4,26
Среднее:	4,74

При комплексном анализе критериев зарубежных и российских экологических стандартов в процессе научного исследования выявлено, что меньше оценочных категорий по отходам в российских эко стандартах (4,74%), чем в зарубежных (6,32%).

Требования российских экологических стандартов в строительстве способны повлиять на борьбу с загрязнением окружающей среды, отдельный сбор мусора с последующей переработкой или повторным использованием, возможность повторного применения конструкций здания и материалов после его демонтажа.

Сегодня необходимым становится доработка экологических нормативов в России и стимулирование экологического строительства на законодательном уровне, ведь эко устойчивое проектирование – это наше будущее.

Литература

1. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 10.10.2019)
2. Сатори. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://satori.ru/> (дата обращения: 15.10.2020).
3. СПЗС. Совет по «зеленому строительству». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://tsabc.ru/> (дата обращения: 10.02.2019).
4. Сухина Е.А. Экологические нормативы в архитектурно-градостроительном проектировании: дис. ... канд. арх.: 05.23.20. – Саратов, 2014. – 165 с.

5. BREEAM. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.breeam.com/> (дата обращения: 16.10.2020).
6. DGNB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.dgnb.de/en/index.php> (дата обращения: 16.10.2020).
7. GREEN ZOOM. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://greenzoom.ru/> (дата обращения: 02.09.2020).
8. LEED. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.usgbc.org/leed> (дата обращения: 16.10.2020).

А. А. Хвостов

СРОО «Центр социально-правовых и природоохранных инициатив»,
Саратов, Россия

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье рассматриваются законодательные акты, касающиеся охраны окружающей среды, опасных производственных объектов и отходов. Отмечены региональные особенности эколого-просветительской деятельности для населения и проблемы проведения социологических исследований на экологические темы в условиях пандемии. Предлагается авторский проект по проведению экологических подвижных игр и квестов с учащейся молодёжью на тему опасных промышленных объектов.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, опасные промышленные объекты, отходы, НКО, экопросвещение, общественный контроль, экологическая мобильность, учащаяся молодёжь

В Федеральном законе «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ в статье 71 (Всеобщность и комплексность экологического образования) помимо профессиональной подготовки говорится про «распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма».

Исходя из опыта работы нашей организации в регионе на протяжении последних нескольких лет можно констатировать, что практически никто из общественных организаций не занимается эколого-просветительской деятельностью на постоянной основе (особенно в сельских районах Саратовской области). Связано это, главным образом, с пресловутым недостатком финансирования, а также отсутствием материально-технической базы и энтузиастов-просветителей (в тех же музеях, библиотеках и т.д.), которые могли бы в своих районах информировать население о тех или иных экологических датах население и проводить с людьми на местах регулярные природоохранные мероприятия.

Поэтому не удивляет тот факт, что подавляющая часть нашего населения вообще не знакомо с содержанием ФЗ «Об охране окружающей среды» и, в частности, со статьёй 68. Общественный контроль в области охраны окружающей среды (общественный экологический контроль). А там в пункте 4 сказано, что «Граждане, изъявившие желание оказывать органам государственного надзора содействие в природоохранной деятельности на добровольной и безвозмездной основе, могут осуществлять общественный контроль в области охраны окружающей среды (общественный экологический контроль) в качестве общественных инспекторов по охране окружающей среды». И им даже выдаются удостоверения! Но механизм их получения далеко не всем понятен – даже тем, кто давно находится в теме экологии. Из-за чего появляются небеспочвенные подозрения, что на сегодняшний день даже десяток совершеннолетних человек в регионе не смогли получить соответствующие корочки. Всё из-за того же информационного голода, касающегося нормативно-правовой базы по охране природы. Ведь далеко не все люди готовы самостоятельно искать и читать в интернете природоохранные законы и сайты. Их для этого нужно постоянно просвещать и убедительно мотивировать. Но таких наставников из государственных и муниципальных учреждений, желающих заниматься этим на безвозмездной основе, сейчас довольно сложно найти.

Что касается НКО, то в их работе в последние годы большим подспорьем выступают различные гранты и субсидии, с помощью которых им можно себе позволить заниматься эколого-просветительской деятельностью для разных слоёв населения, но главным образом – для учащейся молодёжи. Ведь в школах и вузах проще организовать и собрать большую аудиторию, чем по месту жительства обычных граждан. Такие мероприятия нужны для того, чтобы обучать ребят, доводить до них объективную информацию о конкретных экологических проблемах региона, давать базовые знания для всех желающих, кто всерьёз намерен стать общественным экологическим инспектором.

Так сложилось, что в последнее время одним из важных и актуальных вопросов для населения нашего региона является тема опасных промышленных объектов и безопасного обращения с отходами. В конце прошлого века по этому поводу были приняты соответствующие законодательные акты (например, см. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 №116-ФЗ и Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ), которые по давней причине правового нигилизма до сих пор малознакомы широкому кругу лиц.

По идее, сейчас как раз то время, когда нужно регулярно и правдиво информировать население с помощью СМИ и экопросветительских мероприятий (конференции, «круглые столы», выставки, экскурсии и т.д.)

о количестве и деятельности опасных производств, об их обращении с отходами и т.п. Но, к сожалению, органы региональной власти не особо спешат делиться информацией по этой проблематике, а общественным независимым экологическим организациям в настоящий момент мешают довольно продолжительные (почти на протяжении всего 2020 года) ограничения на проведение массовых акций и проектов из-за не вовремя появившегося пресловутого COVID-19, что играет на руку определённым чиновникам.

Вместе с тем, давно назрела необходимость проведения регионального социологического исследования об оценке актуальности экологических проблем населением Саратовской области. Ведь важной характеристикой природоохранного сознания граждан являются представления об экологических проблемах, актуальных для среды их обитания. С помощью массового анкетирования жителей можно было бы предложить оценить степень актуальности ряда экологических региональных тем, в том числе и проблемы загрязнения окружающей среды промышленными и бытовыми отходами. Но такое исследование в настоящий момент затруднительно из-за эпидемиологической обстановки в Саратовской области, связанной с коронавирусом.

Пока же мы можем предложить заинтересованным лицам и организациям присоединиться к проведению дней экологической мобильности. Проект планируется реализовать на территории летних оздоровительных лагерей, общеобразовательных школ и колледжей, школ-интернатов с адаптированными образовательными программами, детских домов и т.п., когда будут окончательно сняты многочисленные ограничения, связанные с COVID-19.

В настоящее время детям явно не хватает двигательной активности. Поэтому для них нами были подготовлены специальные игровые сюжеты и квесты по экологическим проблемам их непосредственных территорий, где они учатся и проживают, с целью расширить их представления об окружающей среде и близлежащих опасных промышленных объектах. Особенно мобильные игры важны для детей с ограниченными возможностями здоровья, которые, по тем или иным понятным причинам, вынуждены вести малоподвижный образ жизни, ограничиваясь лишь еженедельными и привычными уроками лечебной физкультуры.

Вместе с тем, проект помимо игровой формы рассчитан и на теоретическую подготовку аудитории. Поэтому перед каждой экологической игрой учащиеся будут с помощью презентаций и видеороликов ознакомлены с тем или иным опасным промышленным объектом своего конкретного района (населённого пункта), который по окончании экоквеста должны будут коллективно изобразить на плакате.

Помимо этого, для экопросвещения детей, подростков и, соответственно, их родителей на тему опасных промышленных объектов

целесообразен показ научно-популярных и любительских видеофильмов, издание и распространение листовок, буклетов и других информационных материалов, рассказывающих о мерах по обеспечению экологической безопасности населения в Саратовской области.

В конечном итоге, критерием эффективности экологического воспитания и информационного обеспечения подрастающего поколения могут служить как система знаний на региональном, локальном уровнях, так и реальное улучшение окружающей среды своего конкретного населённого пункта, достигнутое усилиями местных жителей.

P.S. Статья написана в рамках проекта «Экологическая мобильность в регионе» с использованием гранта Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества, предоставленного Фондом президентских грантов.

С.В. Бобырев, Е.И. Тихомирова

Областной научно-методический центр экологического мониторинга
Волгоградского водохранилища Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ОКОЛОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ, ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ДВИЖЕНИЯ «ЧИСТЫЙ БЕРЕГ – ЧИСТАЯ ВОЛГА»

В работе на основании опыта работы Областного научно-методического центра экологического мониторинга Волгоградского водохранилища СГТУ имени Гагарина Ю.А. дано описание современных экологических проблем водных объектов и предложены мероприятия по улучшению природоохранных мер при хозяйственной и природопользовательской деятельности на Волгоградском водохранилище.

Ключевые слова: экология, водохранилище, загрязнение, реабилитация, мониторинг

Одним из многочисленных загрязнений водных объектов являются береговые антропогенные загрязнения, возникающие в процессе бытовой деятельности населения, не связанной с производством (рис. 1).

Бытовая деятельность населения на берегах водных объектов практически не контролируется, в силу чего берега зачастую покрыты бытовым мусором широкого спектра (рис.2 слева), который при повышении уровня воды смывается в воду и переносится течением по всему руслу, выпадая на дно в местах с медленным течением. Это можно отнести не только к Волгоградскому водохранилищу, но и ко всем малым рекам региона (рис. 2 справа).

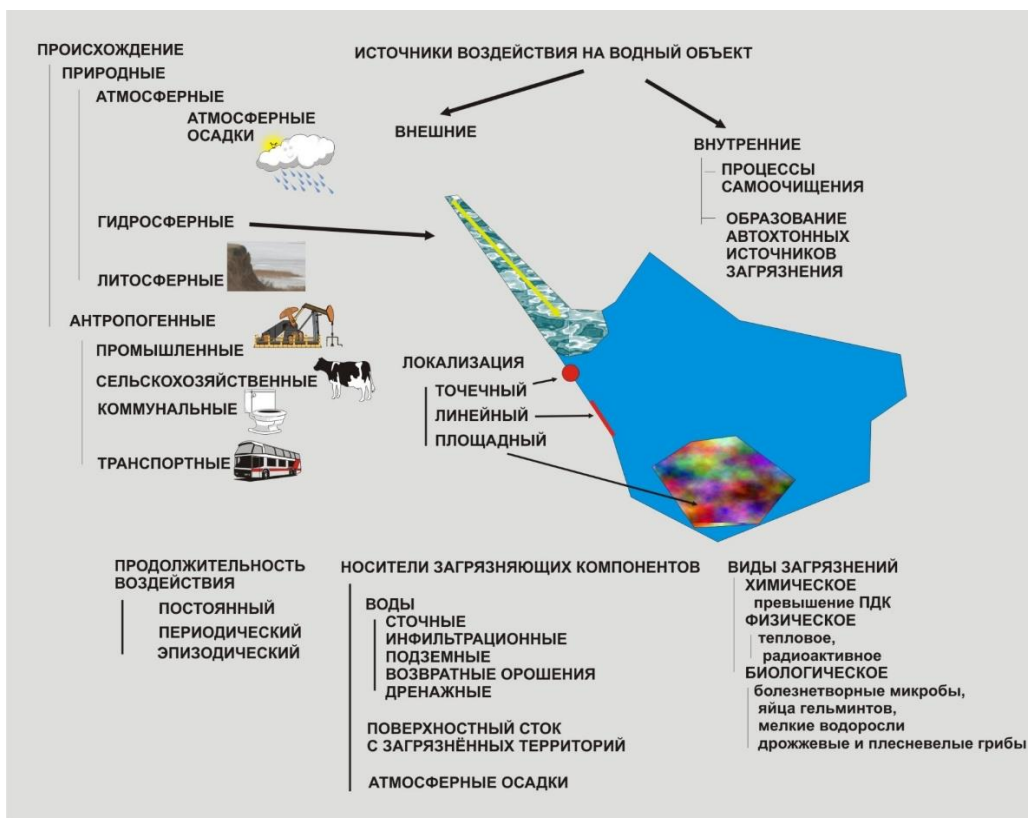


Рис. 1. Функциональная структура формирования загрязнений водного объекта



Типовое состояние берега реки в зоне туризма

Речная сеть Саратовской области

Рис.2. Реки Саратовской области и Волгоградское водохранилище

Для пресечения такого рода действий граждан в масштабе всей России установлены водоохранные зоны, в которых нельзя размещать транспорт, устраивать свалки и в некоторых случаях запрещено даже ловить рыбу.

Водоохранные зоны указаны на кадастровых картах, в интернете, и обозначены на местности соответствующими знаками (рис. 3). Детальное обнаружение и пресечение нарушений производится инспекторами, которые определяют по факту, на каком расстоянии от береговой линии граждане производят природопользование.

Однако, на практике проведение в жизнь этих важнейших и по идее эффективных мероприятий наталкивается на многочисленные трудности в правоприменении. Главная трудность –определение на местности, где же всё-таки реально проходит граница водоохранной зоны. Далеко не везде имеются соответствующие указатели, которые, конечно, наиболее убедительно указывают границу. Кроме того, сложно фактически точно определить, на каком расстоянии человек или транспортное средство находится от береговой линии. Береговая линия, как всем известно, существенно меняет своё положение с изменением уровня воды и даже при ветре соответствующего направления. Поскольку в случае установления факта нарушения речь идёт о наложении многотысячных штрафов, такая неопределённость создаёт правовое напряжение, недовольство граждан и является благоприятным условием для коррупции.

Выход из положения видится в существенном расширении и изменении методики мониторинга экологического состояния берегов и разработке природоохранных мероприятий, основанных и являющихся неотъемлемой составной частью сложившегося процесса природопользования на территории.



Рис.3. Проблемы указания водоохранных зон для возможности их реального соблюдения

Кроме того, участие в общественных акциях по уборке береговой линии, в которых сотрудники кафедры «Экология» СГТУ имени Гагарина Ю.А. имеют многолетний опыт (рис.4), помимо всего прочего является весьма эффективным средством для получения объективной и регулярной информации о текущем экологическом состоянии берегов. Облэкоцентр, привлекающий к своей работе большое количество студентов и любителей природы, существенно усиливает эффективность подобных акций.



Рис 4. Очередная акция «Чистый берег – чистая Волга», ежегодно неоднократно проводимая кафедрой «Экологии» совместно с областными службами ГИМС и Рыбоохраны

Выводы и рекомендации:

1. Одним из важнейших факторов загрязнения Волгоградского водохранилища является первичное антропогенное загрязнение береговой линии как на основном русле, так и на островах.

2. Загрязнения данного типа в настоящее время интенсивно возрастают за счёт увеличивающегося потока туристов и рыбаков, которые в подавляющем большинстве относятся к сохранению берегов безответственно, а существующие меры экологического воспитания оказываются неэффективными. Можно предположить, что антропогенные загрязнения будут с течением времени возрастать лавинообразно.

3. Периодические очистки берегов силами общественности оказываются неэффективными, т.к. население загрязняет берега гораздо быстрее, чем их может очищать любая экологическая общественность. Даже осуществлять экологический мониторинг водохранилища общественностью с целью определения состояния известных традиционных мест загрязнений и обнаружения новых (количество которых постоянно возрастает) представляется весьма проблематичным прежде всего из-за отсутствия у общественных организаций технических средств мониторинга, и неспособности общественности организовать мониторинг и очистку берегов системно и в необходимых масштабах.

4. Необходимо разработать более широкие и эффективные комплексные мероприятия на государственном уровне как в направлении организации и маркировки водоохраных зон, так и в направлении привлечения к мониторингу и очистке берегов многочисленных структур экологического туризма и туристических баз на берегах водохранилища. Особое внимание следует обратить при этом на управляемость процесса и на объективный анализ эффективности данных мероприятий

5. Представляется перспективным расширение масштабов деятельности Облэкоцентра как в направлении собственно экологического мониторинга, так и развитие методической работы при подготовке специалистов в области природопользования и природоохраны. Для этого требуется дополнительно оснастить Облэкоцентр современными аппаратно-программными средствами, разработать свои собственные, оказать помощь в издании научно-методической литературы. Перспективным может оказаться также повышение организационного уровня Облэкоцентра, связав его с областными экологическими структурами. При этом за Облэкоцентром необходимо закрепить право постановки исследовательских задач, а также разработки и реализации программ обучения общественных организаций и работников экологических служб администрации. Заметим, что такого рода обучение вполне может быть организовано с широким привлечением дистанционных форм, что особенно актуальным оказывается в период карантина по коронавирусной инфекции.

И.И. Янбаева

БГПУ им. М. Акмуллы, Уфа

СИБАЙСКО-БАЙМАКСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ УЗЕЛ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В научной работе рассмотрен Сибайско-Баймакский промышленный узел, который включает в себя следующие месторождения: Сибай, Баймак, Семеновское, Кульюртау. Приведены ближайшие перспективы развития выбранных месторождений Баймакского района.

Ключевые слова: промышленный узел, промышленность, полезные ископаемые, экономическое развитие, месторождение, перспектива.

Цель работы: анализировать состояние и перспективы развития Сибайско-Баймакского промышленного узла.

Задачи:

- охарактеризовать главные отрасли района;
- проанализировать полученные результаты.

Промышленный узел – это территориально приближенная и тесно взаимосвязанная по экономическим показателям и взаимодополняющая группа промышленных центров и пунктов, которая опирается на общие условия размещения и развития производства [4].

Сибайско-Баймакский промышленный узел объединяет в себе следующие месторождения: Сибай, Баймак, Семеновское, Кульюртау. Промышленный узел по производственному профилю считается

добывающим узлом. Данное явление связано с тем, что территория района богата залежами цветных металлов: имеются крупные запасы полудрагоценных камней: яшмы, родонита, пиррофиллита, добываются марганец, известняк. Известны месторождения медноколчеданных руд на Сибайском, Балтауском, Бакыртауском, Таштауском и Камаганском месторождениях, рассыпного золота на Шуралинском, Карасазском и Туяласском месторождении, рудного золота на Восточно-Семеновском, Юлалинском, Каинтубинском и Сибайском руднике, марганца на Култубанском и Файзуллинском, также имеются 20 месторождений с неограниченными запасами поделочных камней, известняка, глины, песка [1].

ОАО «УГМК-Холдинг» – один из трёх самых крупных горно-металлургических холдингов Российской Федерации, который занимает второе место по добыче меди в России. В его минерально-сырьевой комплекс входят следующие уральские горнодобывающие предприятия: ПАО «Гайский ГОК», АО «Сафьяновская медь», АО «Учалинский ГОК», ООО «Башкирская медь», ЗАО «Бурибаевский ГОК», АО «Сибайский ГОК», ЗАО «Шемур».

Сибайское месторождение медноколчеданных руд было открыто по выходам бурых железняков в 1913 году недалеко от деревни Старый Сибай. В 1915 году на месторождении начинаются активные разведочные работы, которые подтвердили существующие залежи медноколчеданных руд. В 1918 году, в связи с Гражданской войной, геологоразведочные работы на руднике были прекращены, возобновившись в 1925 году. В период с 1926 - 1939 года месторождение активно изучается и одновременно производятся лабораторные испытания по обогащению руд и плавке добытых медных руд на Баймакском медеплавильном заводе.

На сегодняшний день АО «Сибайский ГОК» разрабатывает подземным способом Сибайское медноколчеданное месторождение. Предприятие стабильно добывает порядка 18 тыс. т меди в год. Обеспеченность балансовыми запасами высокая – около 20 лет. Однако, 2019 год стал переломным для АО «Сибайский ГОК»: в карьере из-за окисления руды началось тление. В ноябре 2018 года местные жители чувствовали резкий запах серы и жаловались на ухудшение здоровья.

Таналык-Баймакские золотые прииски, которые находились в бассейне рек Таналык и Большая Уртазымка, к западу от хребта Ирэндык. Таналык-Баймакское месторождение действовало с 1830 после исследования территорий экспедицией ученого И.П.Чайковского. И начиная с 1837 года, после указа Правительства месторождение начало разрабатываться частными лицами [9].

На сегодняшний день Таналык-Баймакское месторождение разрабатывается частным предприятием ООО «Таналык». В 2017 году стало известно, что в запуск усовершенствованного золотодобывающего

производства инвестор вложил более 30 млн. рублей. Весной был смонтирован промывочно-сортировочный комплекс, эта система позволяет добиться высокой производительности и максимального извлечения металла из глинистых, труднопромывистых песков Таналыкского месторождения. Предприятие имеет лицензию на разработку россыпей до 2021 года. Сейчас на нем работают более 40 человек, большинство — местные жители. Среднемесячная зарплата — 20 — 25 тысяч рублей, это выше среднего заработка в районе [7].

«Таналык-Баймакское» предприятие показало свою заинтересованность в увеличении мощностей и приросте запасов. Оно подало в «Башнедра» заявки на разработку новых, перспективных участков с запасами россыпного золота в Баймакском районе. А это привлечение дополнительных инвестиций в район и создание новых рабочих мест.

Кульюртау – еще недавно данное месторождение было основным рудником, богатым медью, серебром и золотом. Месторождение разведано в 1912 году, основная выработка рудника приходилась на времена СССР, при руднике существовал посёлок, сейчас, к сожалению, на месторождении осталось только озеро и глубокая воронка [11].

Месторождение Кульюртау находится недалеко от озера Графское, один из вариантов происхождения названия рудника – затопленные выработки песка, который содержит золото.

По укрупненной геолого-экономической оценке извлекаемая потенциальная стоимость недр Зауралья, в том числе г. Баймак, составляет сотни миллионов американских долларов. В результате геолого-поисковых работ помимо традиционных полезных ископаемых выявлены месторождения прозрачного жильного кварца высокой чистоты, отнесенного к стратегическим видам сырья. Имеются благоприятные геологические предпосылки для открытия месторождений этого сырья.

Перспективными для обнаружения золото-кварцевого оруденения являются следующие площади:

- Западно-Ирендыкская площадь, охватывающая часть Ирендыкской тектонической зоны, протягивающейся примерно от широты д.Куянтау на севере до широты Семеновской группы месторождений на юге.

- Тубинско-Талкасская площадь, охватывающая часть Восточно-Ирендыкской тектонической зоны от месторождения Тубинского на севере – в юго-восточном направлении до широты месторождения Графское.

- Файзуллинско-Аралтауская площадь, охватывающая часть Восточно-Ирендыкской тектонической зоны.

- Гадельшинско-Траташская площадь, охватывающая также часть тектонической зоны Восточно-Ирендыкского разлома [14].

Семеновское месторождение является одним из самых известных месторождений Баймакского района. Данное месторождение имеет лицензии на следующие виды деятельности:

- разведка и добыча золото-медно-цинковых руд Восточно Семеновском на месторождении, горный отвод расположен в 12 км юго-восточнее города Баймак, срок действия — до апреля 2026;

- геологическое изучение, разведка и добыча рудного золота на месторождении Юлалы, геологический отвод расположен в 16 км южнее города Баймак, срок действия — до апреля 2027.

"Семеновский рудник" принадлежит на паритетных началах двум кипрским компаниям: Kuznetskiy Alatau Investors Holding Ltd и Ralmor Enterprises Ltd. Запасы участка площадью 1,99 кв км оставляют по категории С1 — 3,27 млн тонн руды с 3,285 тонны золота, 40,3 тонны серебра; по категории С2 — 304 тысячи тонн руды с 202 кг золота, 800 кг серебра.

В июле 2019 года глава Республики Башкортостан сообщил, что ООО "Семеновский рудник" намерена построить фабрику для переработки руды Восточно-Семеновского месторождения, в Баймакском районе. Мощность фабрики составит 900 тысяч тонн руды в год. Конечным продуктом станут медный и цинковый концентраты, передают местные СМИ [4].

Таким образом, в соответствии с поставленной целью и задачами, проанализированы состояние и перспективы развития Сибайско-Баймакского промышленного узла, охарактеризованы основные отрасли, месторождения, предприятия района. На основе анализа и полученных практических результатов можно сделать вывод о том, что Сибайско-Баймакский промышленный узел развит, и является одним из основных баз цветной металлургии Республики Башкортостан.

Литература

- 1.Администрация Баймакского района РБ [Сайт]
- 2.Гринберг, Р. Есть ли несырьевое будущее у России? / Р. Гринберг // Вестник Института экономики РАН. – 2008. – № 1.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утверждена распоряжением правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р).
- 4.Масленников В.В. Литогенез и колчеданобразование. Миас: Изд-во ИМин УрО РАН, 2006. 384 с.
- 5.Обзор о состоянии окружающей среды на подконтрольной территории Сибайского территориального управления экологической безопасности в 2004 г. Сибай, 2004. 156 с.
- 6.Узиков Ю. А. Сказание о земле Баймакской: к 60-летию г. Баймака / авт.-сост. Ю. А. Узиков. - Уфа: Слово, 1998. - 7 с.

Разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий

А.В. Алексашин, А.В. Кошелев, Е.И. Тихомирова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И НЕФТЕШЛАМОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛИГОНА БИОКОМПСТИРОВАНИЯ

В статье представлено обоснование технологии биологической рекультивации нефтезагрязненных земель и нефтешламов в условиях полигона биокomпостирования. Приведено описание полигона, доставка и подготовка к рекультивации нефтезагрязненных земель и нефтешламов. Даны результаты процесса рекультивации в течение 6 месяцев с использованием добавок, комплексного органического удобрения и структураторов. Рекультивация в условиях полигона биокomпостирования по разработанной технологии для накопленного грунта и нефтешламо, со средним уровнем загрязнения 72 г/кг показала 88% очистку за период с апреля по октябрь.

Ключевые слова: биологическая рекультивация, нефтезагрязненная земля, нефтешламы, полигон биокomпостирования

Загрязнение природных объектов нефтепродуктами является наиболее распространенным видом загрязнения, что приводит к нарушению нормального экологического равновесия. Углеводороды нефти попадают в окружающую среду при ее добыче, транспортировке и переработке, а также хранении и использовании нефтепродуктов. Поэтому всегда есть вероятность аварийных ситуаций и необходимость принятия неотложных мер по очистке загрязненных объектов [1].

Опасность нефтяных углеводородов как загрязнителей окружающей среды обусловлена не только их биологической активностью, но и чрезвычайной подвижностью, что приводит к распространению жидких и газообразных углеводородов на значительные расстояния от источника загрязнения. Вследствие своей высокой миграционной активности они быстро перемещаются за пределы контура первичного загрязнения, что значительно увеличивает площади как поверхностного, так и внутрипочвенного поражения. Благодаря высокой адсорбирующей способности почвы нефтепродукты сохраняются в ней длительное время, вызывая порой необратимые изменения: образование битуминозных солончаков, гудронизацию, цементацию и т. д. [2].

В различных почвенно-климатических условиях концентрация нефти, при которой почвы можно считать загрязненными, различна. Она зависит от природных условий, способности данного вида почв к

самоочищению, от вида и скорости распада нефти и ее токсичности. Весьма значительно влияет на скорость разложения нефти плотность микробной популяции в почве, развитие и видовой состав растительного покрова, а также особенности химического состава загрязнителя (остаточных нефтепродуктов). Показатели очистки грунта, которые можно считать окончательными, позволяющими прекратить очистку и использовать грунт по назначению, зависят от его дальнейшего использования [3].

Очищенными от нефтяного загрязнения до допустимого уровня считаются грунты, в которых произошло снижение уровня остаточного загрязнения до следующих показателей [11-13]:

- для сельскохозяйственного использования (пашня) содержание остаточной нефти и нефтепродуктов независимо от типа почвы не должно превышать 1 г/кг почвы;

- для сельскохозяйственного использования под сенокосы и пастбища, содержание остаточной нефти и нефтепродуктов не должно превышать 2 г/кг почвы, учитывая способность 3,4-бензпирена концентрироваться в растениях;

- в случае лесохозяйственного использования, учитывая возможное использование растений и грибов в пищу населением, содержание остаточных нефтепродуктов не должно превышать 5 г/кг почвы;

- для строительного использования (промплощадки), содержание остаточной нефти и нефтепродуктов не должно превышать 10 г/кг грунта. В этом случае можно рассчитывать на самовосстановление почвы (грунта), хотя и не ранее, чем через 2-3 года в случае развития растительного покрова и не ранее, чем через 4-5 лет при его отсутствии.

- при вывозе грунта для доочистки методом фиторемедиации (по отдельному согласованному проекту), содержание остаточной нефти и нефтепродуктов не должно превышать 10 г/кг грунта, при обязательной проверке по показателю прорастания растений, значение которого должно достигать не менее 70%.

Цель настоящего исследования – разработка технологии биологической рекультивации нефтезагрязненных земель и нефтешламов в условиях полигона биокomпостирования в Самарской области.

Биотехнология *ex situ* (с извлечением грунта) с использованием аборигенной микрофлоры включает обработку в биобуртах загрязненного субстрата с внесением питательных веществ и механическим перемешиванием с определенными интервалами во времени для обеспечения аэрации.

Объектом исследования являлись нефтезагрязненные земли и нефтешламы. Анализы образцов (объединенных проб) проводили в аккредитованной лаборатории по аттестованным методикам. В каждой объединенной пробе определялось содержание нефтепродуктов в пробах

почв по методике измерений на анализаторе «Флюорат-02» (ПНД Ф 16.1.21-98), а также основных фракций (парафинов, нафтен, ароматических соединений) в соответствии с общепринятыми методиками [7-8].

Для точного расчета объема необходимых стимулирующих добавок (т.е. для определения их минимального числа и количеств) в отобранных пробах проводили анализы на содержание питательных веществ (азота и фосфора), величины рН и количества аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов.

По результатам обобщенных данных анализов:

- определялась необходимость предварительного перемешивания всего объема грунта и нефтешламов для усреднения концентрации нефтепродуктов.

- выполнялся расчет норм внесения стимулирующих добавок для биологической рекультивации;

- разрабатывалась схема размещения грунта на площадках полигона.

Полный комплекс анализов позволял прогнозировать сроки и результаты биологической рекультивации грунта.

В качестве добавок на полигоне использовали: неионогенное поверхностно-активное вещество Неонол АФ₉-12 в растворенном виде (1:100) для полива буртов; меласса (отход производства сахара из свеклы) для внесения 5 – 10 г на 1 кг грунта; комплексное минеральное удобрение с повышенным содержанием азота (азофоска + аммиачная селитра 1:1). Количество и состав минерального удобрения и других питательных веществ корректировалось в зависимости от состава минеральных элементов в грунте. Использовали также структуратор (опилки, как отход лесоперерабатывающих производств) и известь для повышения рН грунтов.

В основе разработанной технологии биологической рекультивации нефтезагрязненных земель и нефтешламов лежат классические приемы методов биобуртов и компостирования. Отличительной особенностью является использование мелассы в качестве органического питания для увеличения количества нефтеокисляющих микроорганизмов в грунте. Кроме того, особенностью технологии является использование неионогенных поверхностно активных веществ (НПАВ) с хорошей биоразлагаемостью. Присутствие в загрязненном грунте НПАВ повышает доступность для микробного окисления большого ряда нефтепродуктов, например тяжелых парафинов, которые в значительных количествах присутствуют в нефтешламах предприятий. Выбор неолола АФ₉-12 обусловлен тем, что в почве – по результатам выполненных химических анализов – он разлагается приблизительно за 2-4 недели. Данного времени достаточно для начала активного окисления нефтяных углеводородов.

Грунт, загрязненный нефтепродуктами, и/или нефтешламом после извлечения с места хранения транспортировали на территорию полигона. Территория специализированного полигона для биокомпостирования представляла собой огороженный участок, на котором расположены 2 заглубленных площадки с твердым покрытием дна и боковых откосов площадью 880 и 2600 м² (рисунок 1). Площадка №1 имеет бетонное днище и откосы, укрепленные железобетонными плитами, гидроизоляция площадки №2 обеспечена за счет пленки-мембраны Carbofol 406 толщиной 1,5 мм в сочетании с экраном из песчаного грунта толщиной 50 см. Для откачки избыточных вод на площадке № 2 имеется бетонный приямок, на площадке №1 - дренажный колодец. Для сбора избыточных ливневых и дождевых вод предусматривается резервуар. Вода откачивается в емкость погружным насосом. Для съезда техники (бульдозера, экскаватора) имеются пандусы с цементобетонным покрытием. Бетонированное или пластиковое покрытие исключает контакт рекультивируемого грунта с окружающей почвой и проникновение нефтепродуктов в грунтовые воды. Кроме того, на территории полигона расположены емкости для воды, мелассы и разбавления компонентов. Имеется трубопровод для подачи воды от емкости к площадкам, подъездные пути и емкость для сбора избытков воды на площадке.

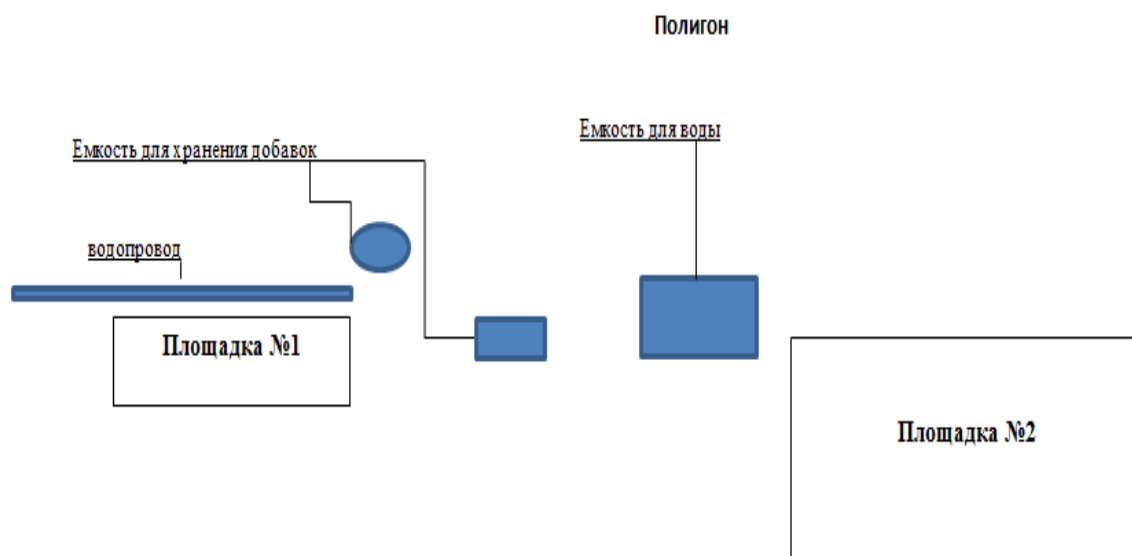


Рис. 1 Схема полигона биокомпостирования

На полигоне проводили предварительное перемешивание всего объема завезенного грунта с целью выравнивания концентрации загрязнителя и внесения структуратора, при необходимости – известкование.

После полного перемешивания всего объема нефтезагрязненного грунта, нефтешламов и структуратора полученный продукт распределяется по площадкам полигона как показано на рисунке 2.

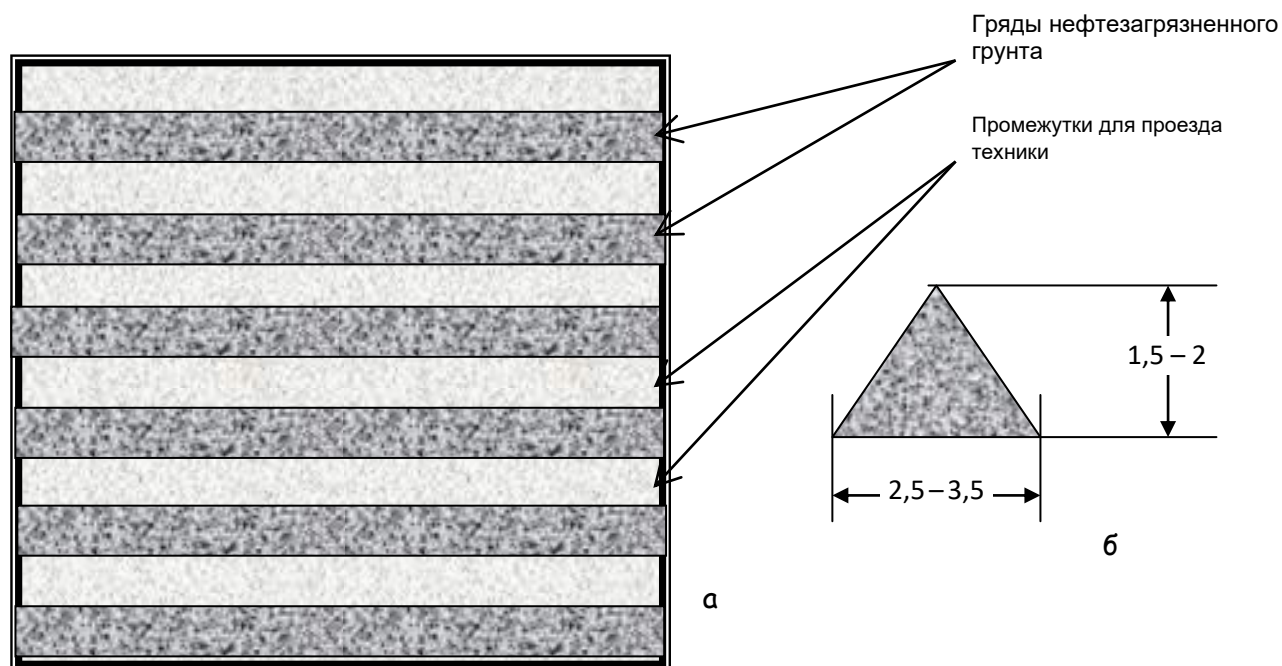


Рис. 2 Расположения гряд (буртов) на площадках полигона (а). Размеры бурта в сечении (б)

Формируются бурты или гряды высотой от 1,5 до 2 м. Высота бурта определяется тем, что аэрация грунта предполагает его переворачивание и перемешивание экскаватором. Принудительная постоянная аэрация через стационарные трубопроводы не используется по экономическим соображениям. Ширина бурта у основания составляет 2,5-3 м. На площадке №1 может быть размещено около 250 м³, на площадке №2 – около 750 м³ грунта с внесенным структуратором.

К этапу рекультивации в условиях полигона относятся формирование буртов, внесение удобрений, мелассы, ПАВ, с периодическим орошением, перемешиванием и проведением контрольных анализов. Комплексное минеральное удобрение вносили в 2 приема за сезон. Для быстрого увеличения численности аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры в загрязненный субстрат вносилась меласса. В лаборатории экологической биотехнологии была определена концентрация мелассы, оптимальная для стимуляции нефтеокисляющей микрофлоры. Эта концентрация составляет 5-10 г/кг грунта. Таким образом, учитывая высокое, но недостаточное количество аборигенных нефтеокисляющих микроорганизмов (10^5 - 10^6 КОЕ/г), производили ее дополнительную стимуляцию источником органического углерода – мелассой.

Кратковременное присутствие неонала в грунте приводит к эмульгированию гидрофобных компонентов нефти и повышению их доступности для микроорганизмов, а также к повышению деструктивной активности нефтеокисляющей микрофлоры. В результате лабораторных опытов была определена концентрация неонала АФ₉-12, оптимальная для стимуляции нефтеокисляющей микрофлоры. Эта концентрация составляет 50 мг/кг грунта. При этом неонал полностью исчезает (разлагается) из грунта через 2 – 4 недели.

После внесения всех добавок осуществляли перемешивание грунта для интенсивного аэрирования. Для поддержания нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходимо поддержание влажности почвы порядка 60%. Полив производили из расчета 20 л/м³ один раз в 7 дней. В условиях жаркого засушливого лета объем полива увеличивали в 1,5-2 раза. Норма полива корректировалась и с учетом естественных осадков.

В период рекультивации грунта и нефтешламов в условиях полигона биокомпостирования проводили анализы на содержание нефтепродуктов, результаты которых по шести объединенным пробам представлены в таблице. Проводившаяся в условиях указанного полигона рекультивация накопленного грунта и нефтешламов, со средним уровнем загрязнения 72 г/кг показала 88% очистку за период с апреля по октябрь.

Содержание нефтепродуктов в объединенных пробах грунта с полигона биокомпостирования

Место отбора проб	Содержание нефтепродуктов (г/кг) в буртах до проведения работ (апрель)	Содержание нефтепродуктов (г/кг) в буртах в период проведения работ (июнь)	Содержание нефтепродуктов (г/кг) в буртах после проведения работ (октябрь)
Точка № 1	121 ± 2	46 ± 2	8 ± 2
Точка № 2	102 ± 2	33 ± 2	10 ± 2
Точка № 3	51 ± 2	21 ± 2	8 ± 2
Точка № 4	68 ± 2	26 ± 2	9 ± 2
Точка № 5	38 ± 2	17 ± 2	7 ± 2
Точка № 6	54 ± 2	24 ± 2	9 ± 2

Заканчивался процесс рекультивации принятием решения о дальнейшем использовании очищенного продукта биокомпостирования в зависимости от достигнутого уровня очистки. Таким направлениями может быть использование на промплощадке (строительное направление использования): отсыпка территорий, обвалование емкостей. Грунт может быть направлен на доочистку методом фиторемедиации, после чего при достижении соответствующих значений очистки (< 1 г/кг для сельскохозяйственного использования под пашни, < 2 г/кг – под сенокосы

и пастбища и < 5 г/кг для лесохозяйственного использования), он может быть возвращен в природную среду или использован другим образом по отдельному согласованию с Управлением федеральной службы по надзору в сфере природопользования по субъекту Российской Федерации.

Материалы работы могут быть использованы для дальнейших исследований при разработке комплексных технологий по восстановлению нефтезагрязненных почв, завершающей стадией которых является биологическая рекультивация. Применение биокомпостирования для активизации деструкции нефтяных углеводородов нефтезагрязненных почв и нефтешламов подтверждено актом на содержание нефтепродуктов в буртах на полигоне.

Литература

1. Мелехина, Е.Н. Оценка состояния загрязнённых нефтью экосистем Европейской Субарктики: мультидисциплинарный подход /Е.Н. Мелехина, В.А. Канев, М.Ю. Маркарова и др. // Теоретическая и прикладная экология, 2020. №2. С. 123–129. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-2-123-129.

2. Лупачёв, А.В. Анализ загрязнения нефтепродуктами и хлорорганическими соединениями почв и грунтов в окрестностях российских антарктических станций / А.В. Лупачёв, Н.Ф. Деева, Д.Ю. Аладин, С.М. Севостьянов, Д.В. Дё // Теоретическая и прикладная экология, 2017. №2. С. 49–53. DOI: 10.25750/1995-4301-2017-2-049-053

3. Глазовская, М. А. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. / Под. ред. М. А. Глазовской. – М.: Наука, 1988. 239 с.

4. Konning, M. Comparative investigations into the biological degradation of contaminants in fixed-bed and slurry reactors/ Konning M., Hupe K., Luth J.C. // Contaminated Soil 98 / Thomas Telford, London, 1998. P. 531-538.

5. Аренс, В.Ж. Очистка окружающей среды от углеводородных загрязнений / В.Ж. Аренс, А.З. Саушин, О.М. Гридин. – М.: "Интербук", 1999. 371 с.

6. Porta, A. Degradation of saturated and polycyclic aromatic hydrocarbons and formation of their metabolites in bioremediation crude oil-containing soils // Situ and Onsite Bioremediation: Vol. 1 / Porta A., Trovato A., McCarthy K. / Eds. Alleman B.C., Leeson A. – Battelle press, Columbus, OH, 1997. P. 505-510.

7. Коршунова, Т.Ю. Перспективы использования консорциума углеводородокисляющих микроорганизмов для очистки нефтезагрязнённой почвы крайнего Севера / Т.Ю. Коршунова, С.П. Четвериков, О.Н. Логинов // Теоретическая и прикладная экология, 2016. №1. С. 88–94. DOI: 10.25750/1995-4301-2016-1-095-097

8. Дегтярева, И.А. Эколого-токсикологическая оценка процесса биоремедиации нефтезагрязнённой почвы / И.А. Дегтярева, Т.Ю. Мотина, Э.В. Бабынин, А.М. Ежкова, А.Я. Давлетшина // Теоретическая и прикладная экология, 2020. №3. С. 196–202. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-196-202.

СОВРЕМЕННЫЕ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Проведен анализ безопасных технологий по утилизации отходов нефтехимического производства термическими методами. Выявлены наиболее перспективные технологии по нейтрализации кислых гудронов, к которым относятся плазменная газификация и плавление. Методы позволяют решить проблему замещающего топлива на электростанциях и производство топлива для собственных систем производства, являясь при этом наиболее экологичными и экономически выгодными.

Ключевые слова: отходы производства нефти; утилизация нефтепродуктов; обезвреживание нефтеотходов; технологии рециклинга отходов нефти; кислые гудроны; термодеструкция нефтешламов

Согласно современным требованиям природопользования, выполнение любой хозяйственной деятельности не должно приводить к необратимым нарушениям природной среды. Добыча, транспортировка, хранение и использование нефтепродуктов относятся к наиболее агрессивным отраслям по сумме техногенных факторов, оказывающих воздействие на окружающую среду. Последствия подобного воздействия могут повлечь за собой экологические проблемы, которые охватывают практически все компоненты природной среды: поверхностные и подземные воды, почвенный покров, атмосферный воздух, животный и растительный мир, а также население региона. В настоящее время для утилизации нефтеотходов широко используются термические: термодесорбционные и термодеструкционные методы, которые позволяют значительно снизить объемы отходов и получать товарные продукты. Процесс термодесорбции сопровождается газовыми выбросами и образованием значительного количества твердого остатка, обезвреживание которых является сложной экологической и технологической проблемой. Объемы технологических газов, образующихся при анаэробной термодесорбции и термодеструкции отходов, масса образующихся твердых остатков зависят от температуры проведения процесса и состава смеси нефтеотходов. Оптимизация схем по временному хранению, утилизации или обезвреживанию нефтеотходов, содержащих 1 и 2 классы опасности веществ, основанные на инновационных технологиях, является актуальной задачей, поскольку способствует минимизировать или полностью сократить негативное воздействие на все компоненты окружающей среды.

Кислые гудроны – один из основных отходов нефте-

перерабатывающей промышленности. Представляют собой высокотоксичные вязкие смолоподобные массы, которые содержат тяжелые углеводороды, серную кислоту и воду. Кислые гудроны относятся ко II классу опасности и как правило накапливаются в емкостях или специальных прудах, вблизи крупных нефтеперерабатывающих заводов.

Обезвреживание опасных отходов предусматривает использование как минимум двухстадийных технологий — на этапе эксплуатации локальных установок, функционирующих в местах образования отходов, и централизованных станций. Ключевая трудность переработки таких отходов — содержание серной кислоты, которая приводит к быстрой коррозии оборудования и препятствует получению кондиционного продукта. Технология основана на пиролизе — высокотемпературном расщеплении кислых гудронов без доступа кислорода. Продуктом переработки является синтетическая нефть (жидкое котельное топливо). Переработка производится на «Установке термической деструкции» непрерывного действия (УТД-2-200; УТД-2-800) (рисунок 1) [1].



Рис. 1. Установка термической деструкции УТД-2-800

Отличительной чертой технологии является отсутствие стадии предварительной подготовки отходов: нейтрализация и перемешивание гудронов осуществляется непосредственно в установке, весь процесс проходит на одной технологической линии и контролируется автоматикой. Кроме того, установка типа УТД-2 предназначена для извлечения из кислых гудронов углеводородной составляющей в виде кондиционного котельного топлива. Стадии термической деструкции включают: автоматическое перемешивание и нейтрализация простыми химическими реагентами, которые подбираются индивидуально для каждого предприятия; отход поступает в реактор, где происходит его нагрев и термическое разложение с образованием пиролизного газа и жидкого топлива. На последнем этапе осуществляется нейтрализация и очистка дымовых газов в многоступенчатой системе фильтрации. Пиролизный газ направляется в горелочные устройства для поддержания автономной работы оборудования. Топливо поступает в накопительную емкость. Таким образом, переработанное сырье на углеводной (органической) основе используется в качестве: котельного (печного) топлива; получения компонента бензина, дизельного топлива; обогрева помещений (около 150 кВт/ч); пиролизного газа — для работы

установки. Сухой остаток 4 класса опасности используется на местные строительные и рекультивационные нужды. На одной из серийных установок УТД-2 (УТД-2-200) проведено несколько испытаний по переработке кислых гудронов, в том числе по заказу ЗАО «ОЗСМ» (Филиал ООО «Газпромнефть – Смазочные материалы») и европейской компании ЕКО OSTA [2].

Одной из успешных компаний в области санации кислого гудрона является MUEG – крупнейшее предприятие Европы. Головной офис располагается в Германии (Geiseltalstraße 1 06242 Braunsbedra). Компания MUEG разработала собственные процессы и технологии переработки и утилизации нефтесодержащих отходов (гудрона, кислого гудрона, нефтешламов и т.д.) с целью решения проблемы восстановления окружающей среды на производствах экономичными и экологически оправданными методами (рисунок 2) [3]. Стадии процесса переработки кислых гудронов на мобильной установке MUEG включают: поступление гудрона из ковша погрузчика в пневматически закрывающуюся приемную емкость; добавление нейтрализующих добавок; нейтрализация и отвержение в реактивном барабане. В конце процесса получается твердое кусковое замещающее топливо. Весь процесс протекает в закрытой системе. Высвобождающиеся вредные вещества (пыль, газы) собираются через специальную систему трубопроводов и обрабатываются в специальной многоступенчатой установке по очистке отходящих газов.



Рис. 2. Конфигурация мобильной установки на проекте санации в Словении, выполненном MUEG

Обогащённый кислый гудрон, предназначенный для изготовления замещающего топлива, подготавливается для вывоза в закрытой емкости и, если необходимо измельчается на величину зерна менее 40 мм, далее вывозится грузовым транспортом для сжигания на электростанцию Schwarze Pumpe.

Одной из перспективных, передовых, безопасных и эффективных технологий утилизации отходов, включая кислые гудроны, является плазменная газификация — высокотемпературный термический процесс (5000 °С) с использованием электродуговой плазмы, при котором вещество разрушается на молекулярном уровне и расщепляется до газообразных

углеводородов и оксида углерода. На выходе из установки образуется смесь водорода, монооксида углерода с примесями других горючих газов, а также экологический безопасный шлам – остеклованный материал, из которого можно извлекать ценные металлы. Получаемый синтез-газ служит топливом для электростанций, сырьем для получения метанола и высших спиртов, аммиака, азотных удобрений, синтетического моторного масла и горючего. Уничтожение в термической плазме является более экологичной альтернативой обычным методам низкотемпературного сжигания.

Метод плазменной газификации является более эффективным не только при переработке сильно хлорированных, но и трудно горючих соединений. На сегодняшний день плазменные технологии успешно внедрены за рубежом и внедряются в России. Система ПЛАЗАРИУМ TPS (ООО «ПЛАЗАРИУМ», г. Москва, рисунок 3) [4] предназначена для плазменного крекинга сырой нефти, тяжелой нефти и моторных масел. Преимущества установки заключается в экологичности процесса переработки отработанных нефтепродуктов, получение чистой топливной фракции или смеси топливных фракций на выходе из установки плазменного крекинга при отсутствии смол, диоксинов и фуранов. Возможность эксплуатации непосредственно в месте сбора и накопления тяжелых нефтяных остатков. Предельно допустимые выбросы (ПДВ) соответствуют ГОСТ СанПиН 2.2.112.1.1.567-96 и нормативам директивы ЕС (Таблица) [4].



Рис. 3. Установка плазменного крекинга тяжелой нефти и отработанных масел модели ПЛАЗАРИУМ PCS

Пароводяная плазма состоит только из водорода и кислорода, оба компонента являются активными реагентами в окислительно-восстановительных реакциях, при этом экстремально высокая температура плазменной струи в большом объеме более 5000 °С способна разрушить любые органические и биологические материалы, гарантированно

уничтожить самые токсичные яды, переплавить и испарить самые тугоплавкие неорганические соединения.

Таблица

Экологические показатели

Загрязняющие примеси	Концентрация загрязняющих примесей в выбросе, мг/м ³	
	Предельно допустимая по норме ЕС	При паровой плазменной газификации, не более
Пыль	10	0,3
Диоксид серы	50	1
Оксиды азота	200	20
Оксид углерода	50	2
Хлорид водорода	10	0,2
Фторид водорода	1	0,1
Общий углерод	10	0,6
Ртуть	0,03	0,005
Кадмий/таллий	0,5	0,001
Сумма тяжелых металлов	0,5	0,01
Диоксиды/фураны	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,002 \cdot 10^{-6}$

Зарубежные аналоги технологии плазменной газификации, демонстрируют многие компании: PEAT International, (США); Westinghouse Plasma Corporation (США); AlterNRG Plasma Gasification (США); SMS Infrastructures Limited (Индия); Sunshine Kaidi (Китай); Tetronics Limited (Великобритания); Kawasaki (Япония), предлагая собственные технологии для обработки токсичных и опасных отходов, позволяют перерабатывать любой тип отхода, включая [5-7]:

- шлам химической промышленности;
- остатки шлама сырой нефти – очистки резервуара для хранения;
- фармацевтические отходы – жидкость, твердые вещества или осадок;
- промышленные отходы с высоким содержанием серы и хлора;
- отходы химических производств – красители, краски;
- аккумуляторы;
- пиротехнические – высокофосфористые отходы;
- военные отходы.

Удешевление и активное внедрение технологии газификации и плавления при переработке токсичных отходов решила компания Мицубиси (Япония) за счет использования солнечных батарей, производящих дополнительную энергию во время пиковой нагрузки и использовании газа, образующегося из отходов (рисунок 4).



Рис. 4. Внедрение технологии газификации и плавления золы компании Мицубиси

Кроме того, государство поддерживает субсидиями предприятия, которые выпускают и используют остатки от производства при строительстве дополнительного производства (завода), использующего зольный остаток — в цементном производстве или гражданском строительстве. Такая технология позволила эффективно перерабатывать и сами отходы, и зольный остаток [8].

Таким образом, утилизация токсичных и опасных отходов — проблема многих государств, решить которую можно при комплексном подходе и проведении совокупности природоохранных мероприятий, государственной поддержке и участии населения. Наиболее перспективными технологиями по нейтрализации кислых гудронов является плазменная газификация и плавление, которые позволяют решить проблему замещающего топлива на электростанциях и производство топлива для собственных систем производства, являясь при этом наиболее экологичными и экономически выгодными.

Литература

1. Ладыгин К. В., Стомпель С.И., Спектор Ю.Л. Безопасная утилизация нефтяных отходов // Neftegaz.RU. — № 9, Сентябрь 2017.
2. Испытания установки для утилизации кислых гудронов на площадке технопарка «БТ Арсенальная» [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://zaobt.ru/news/ispytaniya-ustanovki-dlya-utilizacii-kislyx-gudronov-na-ploshhadke-texnoparka-bt-arsenalnaya> Дата обращения: 14.06.2020.
3. Никитина Ф.Ф., Беляева А.С., Кунакова Р.В. и др. Опыт утилизации кислого гудрона в странах Европы и США [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-utilizatsii-kislogo-gudrona-v-stranah-evropy-i-ssha/viewer>
4. Плазменная система ПЛАЗАРИУМ TPS (ООО «ПЛАЗАРИУМ», г. Москва [электронный ресурс]. — Режим доступа: www.plazarium.ru Дата обращения: 14.06.2020.
5. PEAT International, (США), Технология для обработки токсичных и опасных

отходов («PTDR»). — [электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.peat.com>
Дата обращения: 14.06.2020.

6. Advanced Plasma Power (APP), Технология для обработки токсичных и опасных отходов (Tetronics Limited). — [электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://tetronics.com/> Дата обращения: 14.06.2020.

7. Westinghouse Plasma Corporation, AlterNRG Plasma Gasification Технология для обработки токсичных и опасных отходов. — [электронный ресурс]. — Режим доступа: www.alternrg.com Дата обращения: 14.06.2020.

8. Об образовании и переработке ТБО (2013 год) от 23.01.2015, секретариат Министерства экологии, подготовлено отделом по разработке мер по рециклингу и отходам.

О.В. Атаманова, А.В. Кошелев, Е.И. Тихомирова, А.В. Алексашин

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ПЕСЧАНОГО ГРУНТА

Раскрывается проблема экологической безопасности ландшафтов после их техногенного использования. Предлагается новая технология рекультивации техногенного песчаного грунта. Приводятся результаты экспериментальных исследований эффективности предлагаемой технологии рекультивации техногенного песчаного грунта.

Ключевые слова: регенерация, техногенный песчаный грунт, сорбционный материал, бентонит, адсорбция.

Проблема экологической безопасности ландшафтов после их использования для добычи полезных ископаемых или иных вскрышных работ является актуальной в настоящее время и требует рационального решения. Существующие способы рекультивации техногенного грунта при восстановлении антропогенно нарушенных территорий, рекультивации земель предприятий оборонного и химического профиля, производивших ранее высокотоксичные вещества не всегда являются приемлемыми ввиду значительной стоимости мероприятий и недостаточности их эффективности. Поэтому в настоящее время обустройство неорганизованных полигонов захоронения промышленных отходов, карьерных выработок и других объектов накопленного в прошлом экологического ущерба требует особого внимания экологов, специализирующихся в области рекультивации грунта и захоронения опасных отходов.

Проведенный анализ литературных источников и проектной документации позволил установить, что наиболее распространенным при рекультивации песчаных грунтов является способ с применением бентонитовых составов [1], в котором используется композиция «Север».

Эта композиция получается путем смешения бентонитового порошка со связующими компонентами, такими как натрий-карбоксиметилцеллюлоза, гумат калия, минеральные удобрения и др. При изготовлении композиции «Север» используется способность глинистых растворов, приготовленных из бентопорошков, полимеров и гуматов образовывать устойчивую рецептуру, прилипать к наклонным сыпучим песчаным поверхностям, образовывать пленку на поверхности рекультивируемых грунтов. Такие растворы способны связывать, структурировать, кондиционировать песчаные субстраты, обеспечивать минеральное питание растительности, регулировать водно-воздушный режим, укреплять наклонные поверхности насыпей, оврагов, карьеров с применением одновременного посева семян многолетних злаковых трав. Однако рассматриваемый способ рекультивации с применением композиции «Север» имеет недостатки. Основным недостатком предложенного способа является получаемая по факту малая толщина (менее 100 мм) рекультивируемого слоя, а также возможность его растрескивания и деградации при отсутствии влаги. Способ не обеспечивает создание потенциально плодородного грунта толщиной не менее 300 мм для полноценного биологического восстановления рекультивируемого грунта.

Для создания надежного, экологически чистого и экономически эффективного способа рекультивации техногенных грунтов с созданием потенциально плодородного грунта толщиной не менее 300 мм для полноценного биологического восстановления рекультивируемого грунта, без использования завозного плодородного слоя земли на кафедре «Экология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. разработана новая технология рекультивации техногенного песчаного грунта. Уникальная сорбционная способность бентонита ранее была установлена экспериментально и теоретически [2-5].

Предлагаемая технология рекультивации техногенного песчаного грунта заключается в формировании потенциально плодородного слоя грунта толщиной не менее 300 мм путем внесения в рекультивируемый грунт органо-минерального мелиоранта в пропорции от 10:1 (примерно 45 кг мелиоранта на квадратный метр) до 15:1 (примерно 30 кг/м²) с тщательным перемешиванием, при этом, органо-минеральный мелиорант состоит из двух частей бурового шлама и одной части продукта биокомпостирования нефтяного шлама (НШ) и нефтезагрязненных грунтов (НГ), получаемого при смешении НШ, НГ, органического структуратора и нефтеокисляющей микрофлоры. Биокомпостирование НШ и НГ, получаемого при смешении НШ, НГ, органического структуратора и нефтеокисляющей микрофлоры проводят на специально подготовленном полигоне с периодическим перемешиванием компоста, увлажнением и контролем содержания нефтепродуктов. При этом посадки многолетних травянистых растений в первый сезон регулярно поливают растворами

солей гуминовых кислот с разведением концентрата в пропорции 1:200.

Биокомпостирование НШ и НГ, получаемого при смешении НШ, НГ, органического структуратора и нефтеокисляющей микрофлоры проводят на специально подготовленном полигоне с периодическим (1 раз в 7-10 дней) перемешиванием компоста, увлажнением (до 5 литров на кв. м) и контролем содержания нефтепродуктов.

Для обоснования эффективности реализации предлагаемой технологии были проведены производственные испытания. В качестве техногенного грунта выбран карьерный песок, который часто используется для отсыпки производственных площадок на Северных нефтегазовых месторождениях. Класс опасности песка (образец 1 в таблице 1) – 5. Образцы бурового шлама представляли собой объединенные пробы из пяти мест хранения (шламовых амбаров) длительностью не менее 20 лет и имели следующий состав: глина бентонитовая – 8%; сода кальцинированная – 0,25%; сода каустическая (NaOH) – 0,25%; карбоксиметилцеллюлоза – 0,5%; конденсированная сульфитспиртовая барда – 1%; смазочная добавка лубризол – 1%; пеногаситель ПЭС (полиэтиленсилоксан) – 0,05-0,1%; хлористый калий – 7-7,5%; феррохромлигносульфонат – 0,5%; вода – 60%; остальное - выбуренная порода и абразив от износа бура – около 20%. Класс опасности бурового шлама – 4.

Таблица 1

Биологическая активность и класс опасности полученных образцов

№ образца	Среда в растительне	Всхожесть, %	% к контролю	Класс опасности
1	Контроль П	94	100	5
2	БШ:П=10:1	81	86	4
3	ОММ:П=10:1	91	97	5
4	ОММ:П=15:1	94	100	5

Далее 200 грамм бурового шлама тщательно перемешивали с 2 кг песка. У полученной смеси (образец 2) определялся класс опасности и биологическая активность. Биологическую активность модельной композиции определяли по ГОСТ 13038-84 «Метод определения всхожести» [6]. В качестве объекта были выбраны семена мягкой пшеницы. Контрольная среда в растительне – песок (образец 1) фракции 0,4-0,8 мм. Семена проращивали на песке влажностью 60%. Полученные результаты для образца 2 приведены в таблице 1.

Техногенный грунт и состав бурового шлама в образце 3 аналогичен образцу 2. При этом 200 грамм бурового шлама смешали со 100 г продукта биокомпостирования нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов (ПБ). Продукт биокомпостирования был получен из нефтяного шлама и

нефтезагрязненных грунтов при смешении с органическим структуратором 30 % (опилками) и нефтеокисляющей микрофлоры (аборигенные нефтеокисляющие микроорганизмы в концентрации 10^5 - 10^6 КОЕ/г). Буровой шлам перешел из вязко-текучего состояния в сыпучий, полностью ушел запах. Полученный органо-минеральный мелиорант тщательно перемешали с 2 кг песка. Результаты по определению класса опасности и биологической активности представлены в таблице 1 (образец 3).

Образец 4 аналогичен образцу 2, только песка взято 3 кг. Результаты по образцу 4 – в таблице 1. Влажность образцов 3 и 4 поддерживали на уровне 60% путем добавления раствора солей гуминовых кислот при разбавлении концентрата 1:200.

Результаты проведенных испытаний позволили сделать вывод о положительном влиянии предложенного органо-минерального мелиоранта на биологическую активность испытуемых модельных техногенных грунтов. Таким образом, использование предложенного способа позволяет: 1) решить важную экологическую задачу – утилизировать буровой шлам, продукты биокомпостирования нефтяного шлама и нефтезагрязненных грунтов; 2) обеспечить рекультивацию техногенного песчаного грунта.

Литература

1. ВРД 39-1.13-058-2002. Применение бентонитовых составов в рекультивации техногенных песчаных субстратах на северных месторождениях: Технологический регламент. М.: УННТиЭ ОАО «ГАЗПРОМ». Режим доступа: <http://adept-inform.ru/client/document/view/databaseRevisionToDocumentsId/22543>
2. Atamanova O.V., Tikhomirova E.I., Koshelev A.V., Aleksashin A.V., Podolsky A.L. Method of transforming unauthorized dump into municipal solid waste landfill // E3S Web of Conferences. Volume 161, 15 April 2020, Номер статьи 01071. **DOI:** 10.1051/e3sconf/202016101071.
3. Koshelev A.V., Atamanova, O.V., Tikhomirova E.I. Effect of Bentonite Modification with Glycerol on Adsorbent Structure and Physicochemical Characteristics // Russian Journal of Physical Chemistry B. Volume 13, Issue 6, 1 November 2019, Pages 1051-1056. **DOI:** 10.1134/S199079311906006X.
4. Тихомирова Е.И., Истрашкина М.В., Атаманова О.В., Косарев А.В., Кошелев А.В. Исследование механизма адсорбции орто-фенилендиамина на бентонитах в статических условиях // Фундаментальные исследования. 2018. № 1. С. 18-23.
5. Бобырев С.В., Истрашкина М.В., Косарев А.В., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Подольский А.Л. Моделирование процесса адсорбции аминов на модифицированном бентоните в системе очистки сточных вод // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. Бишкек, 2016. Т.16, № 5. С.127-131.
6. ГОСТ 13038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. Режим доступа: https://allgosts.ru/65/020/gost_12038-84.

О.В. Атаманова, З.А. Симонова, А.С. Глубокая, А.А. Подоксенов

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ДЕСОРБЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ИОНОВ Cu^{2+} и Fe^{2+}) ИЗ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА

Для разработки технологии регенерации отработанного сорбционного материала были проведены исследования десорбции ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} из гранул модифицированного бентонита. Результаты исследований показали, что прочность закрепления, поглощенных модифицированным бентонитом ионов Fe^{2+} выше, чем Cu^{2+} . Наиболее слабое закрепление ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} на крупной фракции бентонита.

Ключевые слова: регенерация, ионы металлов, сорбционный материал, бентонит, десорбция.

Производственные сточные воды предприятий текстильной и др. видов промышленности содержат значительное количество тяжелых металлов, в том числе ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} [1]. Современные технологии адсорбционной очистки производственных сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, реализуют использование высокоэффективных сорбционных материалов. Одним из таких материалов является бентонит, модифицированный разными способами. Лабораторные исследования, реализованные в СГТУ имени Гагарина Ю.А. в научно-образовательном центре «Промышленная экология» по проекту Госзадание МНиВО РФ (заявка № 5.3922.2017/ПЧ), показали, что бентонитовые сорбционные материалы обеспечивают очистку сточных вод, загрязненных ароматическими соединениями и тяжелыми металлами, на 80-99% [2].

Целью настоящего исследования являлось обоснование возможности десорбции тяжелых металлов из бентонитовых адсорбентов после полного цикла адсорбции ионов изучаемых металлов на модифицированных бентонитах.

Состав исходного бентонита представлен в таблице 1 [2].

Таблица 1

Химический состав Саригюхского бентонита

Химическое соединение	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	CaO	MgO	MnO	K_2O	Na_2O
Доля, %	65,86	9,98	7,57	0,43	0,46	0,91	0,49	0,04	2,32	1,75

Исходный бентонит был модифицирован глицерином и подвергнут обжигу при температуре 550 °С [3-6]. Именно этот сорбционный материал является одним из наиболее эффективных по отношению к тяжелым металлам. К исследованиям были приняты три разные по размерам гранул фракции модифицированного бентонита: мелкая (0,1-0,5 мм), средняя (0,5-1,0 мм) и крупная (1,0-3,5 мм) фракции.

Для того, чтобы продлить срок службы этих сорбционных материалов, необходимо было решить вопрос регенерации отработанного адсорбента. Для разработки технологии регенерации отработанного сорбционного материала необходимо было провести исследования процесса десорбции ионов тяжелых металлов из гранул модифицированного бентонита.

В процессе исследований нами было установлено, что при протекании адсорбции ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} на модифицированных бентонитах происходит достаточно сложный сорбционный процесс, в основе которого имеет место физическая адсорбция, о чем свидетельствуют значения средней свободной энергии адсорбции, изменяющиеся в диапазоне от 16 кДж/моль до 20 кДж/моль (например, для ионов Cu^{2+} - $17,1 \pm 0,85$ кДж/моль; для ионов Fe^{2+} - $18,8 \pm 0,94$ кДж/моль). Поскольку адсорбция является физической, а не хемосорбцией, можно предположить возможность обратного процесса (десорбцию) адсорбированных веществ с поверхности адсорбентов при определенных условиях.

Для реализации исследований десорбции навески модифицированного бентонита насыщали в статических условиях Cu (II) и Fe (II) до содержания этих элементов, соответствующих максимальным значениям сорбционного извлечения ими этих элементов из водных растворов. Навеску бентонита уравнивали с раствором, содержащим около 1 г/дм³ каждого из элементов при соотношении бентонит:раствор = 1:25 (10 г бентонита и 250 мл раствора). Временной период экспозиции составлял 12 часов. По истечении 12 часов раствор декантировался и фильтровался через многослойный (3-5 слоев) бумажный фильтр. Далее полученные образцы бентонита высушивались и использовались для исследований десорбции.

Приготовленные образцы бентонита, содержащие ионы Cu^{2+} и Fe^{2+} , загружались в делительные воронки, имеющие диаметр 4 см, высоту 19 см и общий объем 125 мл. Через воронки с образцами бентонита пропускали дистиллированную воду с постоянной скоростью 0,2 м/сут.

Далее в процессе эксперимента последовательно отбирались порции фильтрата, в которых определялось содержание ионов исследуемых элементов. Их остаточное содержание в адсорбенте рассчитывалось по разнице между исходным количеством ионов исследуемых элементов и вынесенным количеством каждого из этих элементов в процессе фильтрации. Величина предельно-возможной десорбции ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} для каждого из исследуемых образцов бентонита оценивали по результатам фильтрации, когда прекращался вынос элемента из образца.

Структурный состав образцов бентонита изучался с помощью энергодисперсионного спектрометра, встроенного в растровый электронный микроскоп. Выявлялись химические элементы, которые

присутствуют в образце путем облучения высокоэнергетическим пучком электронов в спектре характеристического рентгеновского излучения.

Результаты исследований процессов десорбции ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} из насыщенных этими элементами сорбентов приведены в таблице 2 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 2

Количественные характеристики сорбционно-десорбционных процессов ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} на образцах разных фракций модифицированного бентонита

Образцы бентонита, модиф. глицерином, разных фракций	Cu^{2+}		Fe^{2+}	
	сорбция, м-экв/г	десорбция, %	сорбция, м-экв/г	десорбция, %
Бентонит мелкой фракции	$0,0095 \pm 0,0005$	24 ± 4	$0,0212 \pm 0,0012$	25 ± 3
Бентонит средней фракции	$0,0109 \pm 0,0005$	29 ± 1	$0,0230 \pm 0,0012$	31 ± 2
Бентонит крупной фракции	$0,0080 \pm 0,0004$	41 ± 4	$0,0202 \pm 0,0010$	38 ± 5

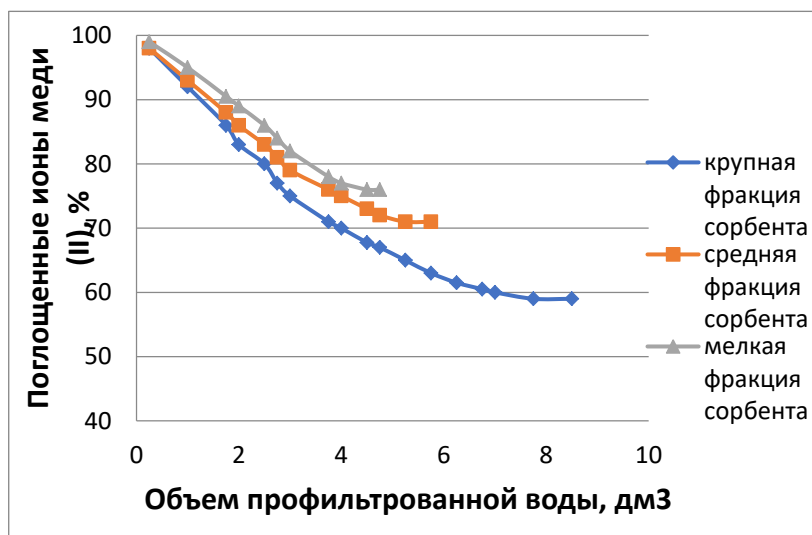


Рис. 1. Десорбция поглощенных ионов Cu^{2+}

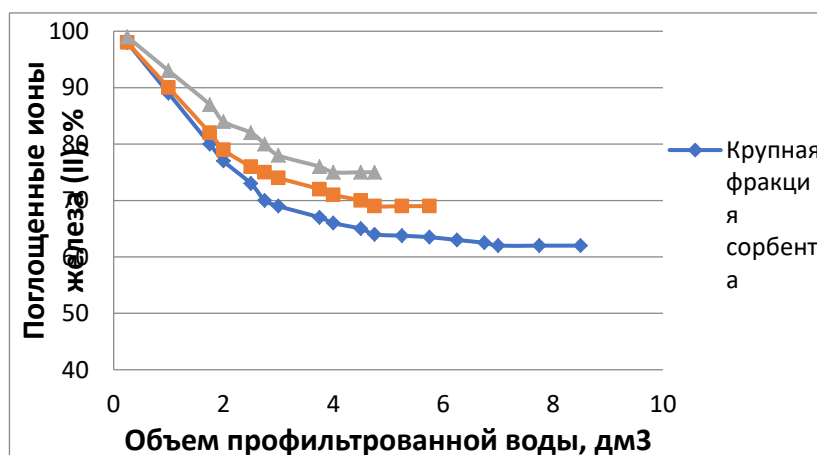


Рис. 2. Десорбция поглощенных ионов Fe^{2+}

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что прочность закрепления, поглощенных модифицированным бентонитом ионов Fe^{2+} несколько выше, чем Cu^{2+} . Наиболее слабое закрепление ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} на крупной фракции бентонита. На средней фракции бентонита закрепление ионов как Cu^{2+} , так и Fe^{2+} сильнее, а самое сильное закрепление ионов обоих элементов на мелкой фракции бентонита.

Литература

1. Когановский А.М., Клименко Н.А., Левченко Т.М. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. М.: Химия, 1983. 288 с.
2. Истрашкина М.В., Атаманова О.В., Косарев А.В., Тихомирова Е.И. Применение фильтрующих загрузок в системах водоотведения для очистки сточных вод // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2017. Т. 17. № 5. С. 149-152.
3. Истрашкина М.В., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И. Особенности адсорбции ароматических аминосоединений на различных вариантах модифицированного бентонита // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2(2). С. 381-384.
4. Тихомирова Е.И., Истрашкина М.В., Атаманова О.В., Косарев А.В., Кошелев А.В. Исследование механизма адсорбции орто-фенилендиамин на бентонитах в статических условиях // Фундаментальные исследования. 2018. №1. С.18-23.
5. Бобырев С.В., Истрашкина М.В., Косарев А.В., Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Подольский А.Л. Моделирование процесса адсорбции аминов на модифицированном бентоните в системе очистки сточных вод // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2016. Т. 16. № 5. С. 127-131.
6. Атаманова О.В., Тихомирова Е.И., Истрашкина М.В., Подоксенов А.А. Изучение механизма адсорбции *n*-динитробензола модифицированными бентонитами при водоочистке в статических условиях // Вода и экология: проблемы и решения. 2020. 2 (82). 3-11.

Г.М. Ахмадиев

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Набережные
Челны

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Экологическая безопасность, как составная часть национальной безопасности является обязательным условием устойчивого развития общества и выступает основой сохранения природных систем и поддержания требуемого качества окружающей среды. Обеспечение экологической безопасности в Республике Татарстан зависит от состояния и степени безопасности отдельных ее регионов, где складывается та или

иная экологическая ситуация и включая экологическую безопасность во всех отраслях народного хозяйства региональных районов, городов и сел.

Ключевые слова: экологическая безопасность, технология, население, урбанизированные территории.

Постоянное и регулярное обеспечение экологической безопасности на региональном уровне предполагает проведение эффективной экологической политики, сбалансированное и рациональное использование природных ресурсов, комплексный контроль состояния окружающей среды. При этом важным моментом является разработка региональных специфических экологических нормативов, организацию и устройство территории, внедрение экологически безопасных технологий и систем экологического менеджмента на предприятиях городской среды, и заброшенных сельских не воспроизводимых продукцию территориях современного агропромышленного комплекса. Больше всего обращает на себе внимание что, трудоспособное население, только частично занято сельскохозяйственной деятельностью из-за реорганизации отраслей сельского хозяйства: растениеводства и животноводства.

Важным условием реализации комплекса мер, предусмотренных Концепцией, является развитие фундаментальных и прикладных исследований в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, расположенных на урбанизированных территориях биотехносферы. Важнейшим механизмом, реализуемым Академией наук Республики Татарстан по консолидации научного сообщества на решение актуальных экологических проблем республики, является развитие исследований по направлению "Научное обоснование экологической безопасности населения и среды их обитания в Республике Татарстан". Это направление должно соответствовать приоритетному направлению развития науки, технологий и техники Российской Федерации "Рациональное природопользование", а проблемы, решаемые в рамках данного направления, входят в Перечень критических технологий на регионах Российской Федерации.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие важнейшие задачи.

В области охраны окружающей среды и здоровья населения жизненно важным приоритетным научным и практическим направлением является выявление особенностей формирования и прогнозирование развития эколого-гигиенической обстановки в сельской местности, в муниципальных районных центрах, городах, где больше происходит изменения состояния здоровья населения под воздействием комплекса неблагоприятных факторов среды обитания. Текущим и перспективным планом должна являться разработка комплекса приоритетных эколого-гигиенических и медико-социальных мероприятий направленных на снижение химического техногенного, бактериального, вирусного,

токсикогенного и канцерогенного риска здоровья населения и профилактики заболеваемости всей категорий населения начиная женщин предродового состояния и до старшего поколения.

Целью настоящей работы является разработка организационных, управленческих и технологических принципов обеспечения экологической безопасности населения и среды обитания человека и всех видов живых организмов на урбанизированных территориях Республики Татарстан. Фундаментальным и прикладным основанием для выполнения настоящей работы были взяты такие документы, как концепция экологической безопасности Республики Татарстан (на 2007-2015 годы) (утв. постановлением Кабинета Министров РТ от 3 сентября 2007 г. N 438) и постановление КБ РТ от 14.05.2020 г, № 371 о реализации государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий в РТ». Правовой основой Концепции являются Конституция Российской Федерации, Конституция Республики Татарстан, указы Президента Российской Федерации, указы Президента Республики Татарстан, федеральные законы "Об охране окружающей среды", "Об охране атмосферного воздуха", "Об экологической экспертизе", "Об особо охраняемых природных территориях", "Об отходах производства и потребления", "О животном мире", Водный кодекс Российской Федерации, Лесной кодекс Российской Федерации, Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях, законы Республики Татарстан "Об охране окружающей среды в Республике Татарстан", "Об охране и рациональном использовании атмосферного воздуха", "Об особо охраняемых природных территориях", "Об отходах производства и потребления", "Об охране и рациональном использовании животного мира", Кодекс Республики Татарстан об административных правонарушениях.

Отработавшие свой срок эксплуатации здания – это не просто «крупногабаритные отходы», которые нужно удалить для освобождения ценного пространства, но еще и объекты, имеющие немалый экономический потенциал. Потому для их демонтажа применяются специальные методики, технологии работы, позволяющие максимально этот потенциал объективно раскрыть, а главное не дать уничтожить ценные ресурсы в процессе.

Цель и задача демонтажа зданий весьма актуальная проблема, так как здания, отработавшие свой срок эксплуатации, являются дополнительным материально затратным объектом для владельца. Они занимают не производимую экономически не целесообразную территорию, которая могла бы использоваться более эффективной отдачей, а также являются источником целой группы факторов риска, связанных с наличием выведенных из эксплуатации объектов на территории (затраты на охрану, риск разграбления, заселения бездомных и т.п.). Известно, что

ликвидация зданий, строений, сооружений и иных объектов, оказывающих прямое или косвенное негативное воздействие на окружающую среду, должна осуществляться в соответствии с требованиями в области экологической и экономической безопасности и на затраты содержание комфортной среды обитания человека и флоры и фауны. Нельзя забывать, что могут быть предусматриваться дополнительные мероприятия по охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности. Отходы, получаемые при ликвидации химически и биологически зараженных зданий и сооружений, относятся к токсичным отходам. Размещение подобных отходов предусмотрено на организованных полигонах по захоронению токсичных промышленных отходов. Загрязненные почвы техногенных территорий, отнесенные к категории «чрезвычайно опасные», подлежат вывозу и утилизации на специализированных полигонах. При наличии значительного количества зараженных производственных зданий, строений и земельных участков на территории ликвидируемого предприятия возможно многократное использование полигона [1-4]. Проблема заключается в том, что при использовании эффективных сорбентов загрязнитель остается в почве в составе сорбента и, таким образом, его валовая концентрация не изменяется, а при прямой экстракции, без гидроизолирующего слоя, есть опасность проникновения загрязняющих веществ, в грунтовые воды. Желаемым результатом предлагаемого технического решения является полное обеззараживание строительных материалов и грунта без вывоза их на специализированные полигоны захоронения при ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению просроченных удобрений, производству гербицидов, пестицидов и высокотоксичных веществ, включая рекультивацию прилегающей территории. Способ рекультивации объектов накопленного экологического ущерба заключается в следующем: разбор зданий и сооружений (включая фундамент) осуществляют механически с минимальным выбросом пыли. Последнее достигают организацией водного пылеподавления. Измельчение фрагментов конструкций производят в стандартных дробильных установках до размера не более 30 мм. Полученный щебень складывают на площадке с гидроизолирующим покрытием, построенной до начала разбора сооружений в непосредственной близости от зараженной территории. Прилегающую к зданию зараженную почву извлекают и размещают на площадке с гидроизолирующим покрытием. Строительство полигона по детоксикации осуществляют на месте полученного при изъятии грунта и строительных конструкций котлована. Стены и дно котлована выравнивают и гидроизолируют, дно формируют с уклоном в сторону специально оборудуемых коллектора с колодцем для сбора сточных вод и

системой их подачи на станцию водоочистки. На дно котлована ровным слоем укладывают зараженный щебень в качестве дренажа, а выше - загрязненный грунт. Уровень уложенного и выровненного грунта на 20 см ниже уровня окружающей почвы. Поверх уложенного грунта по всей площади собирают систему орошения. Рядом с котлованом во временном строении размещают станцию водоочистки, в которой готовят раствор для выщелачивания (экстракции) загрязнителей из почвы и щебня, а также осуществляют очистку сточных (продуктовых) вод. Процесс выщелачивания проводят специально подобранным растворителем путем непрерывного пролива содержимого котлована, при этом растворитель с загрязнителем и механическими примесями проходит многоступенчатую очистку на станции водоподготовки и после корректировки состава вновь подается на систему орошения до достижения безопасного уровня концентрации загрязнителя [5]. Поставленная проблема решается тем, что на месте изъятых фундамента строения и прилегающего загрязненного грунта устраивают полигон детоксикации в виде котлована описанным выше способом, в котором происходит очистка грунта и измельченных строительных материалов от загрязнителей путем промывания (выщелачивания, экстракции) растворителем, сборе полученного раствора в колодце (через коллектор) с принудительной подачей его на станцию очистки растворителя.

Литература

1. Патент РФ 2283705, кл. В09С, опубл. 2006.
2. Патент РФ 2296016, кл. В09С, G21F, опубл. 2007
3. Патент РФ 2552831, кл. В09В 3/00, опубл. 2015
4. Патент РФ 2393310, кл. E04G 23/08, опубл. 2010
5. Патент РФ 2633397, кл. В09В 3/00 (2006.01). Способ рекультивации объектов, оказывающих негативное действие на окружающую среду. Опубликовано: 12.10.2017, Бюл. № 29

А.Т. Глухов, В.Д. Таирова, А.П. Мартиросян

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

УГОЛЬ КУЗБАССА – ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В статье описывается применение методов пылеподавления на угольных разрезах и при транспортировке угля потребителям, как в России, так и за рубежом.

Ключевые слова: горнодобывающие предприятия, угольные разрезы, угольная пыль, загрязняющее вещество, мокрое обеспыливание, пылеподавление, пылеудаление, реагент, защитные экраны, пылевые барьеры, снегогенераторные пушки, зелёные насаждения.

Уголь, как сырье, используется предприятиями внутреннего рынка России, которые занимаются коксовым и химическим производством, а также при сжигании в котельных для производства тепловой энергии. Активными потребителями угля являются предприятия Западной Сибири, Урала, Европейской части России [6].

Зарубежными странами уголь приобретает и используется с теми же целями что и в России. Российский уголь Кузбасса экспортируется в Японию, Великобританию, Турцию, а также вывозится в Финляндию, Нидерланды, Корею, Китай [5]. Для перевозки угля к потребителям внутри страны и к границам на экспорт используется железнодорожный транспорт. В погрузо-разгрузочных точках при перевалке угля из железнодорожных вагонов в трюмы морских судов появляется пыль, которая загрязняет природные и городские ландшафты, а также акватории морских портов [2]. Проблема угольной пыли в мировом масштабе была озвучена даже не Кузбассом или Донбассом, а Дальним Востоком [2,7]. “Над поселками нависла черная туча — ветер уносит угольную пыль прочь от порта. Видимо, вся Россия уже наслышана о приморских митингах. Уголь здесь не добывают – зато идёт открытая его перевалка”.

На угольных разрезах Кузбасса, имеющая место пыль в сочетании с ненастной погодой, создали невыносимые условия на городских улицах. “Когда в конце лета на Новокузнецк обрушился ураган, местные жители в соцсетях распространили жуткие фото – сваленные деревья, сорванные щиты – это буйство стихии”. Конечно, последствия можно и устранить, но ветер поднял ввысь тучи угольной пыли. Небо над регионом Кузбасса почернело [7]. Наибольшее количество пыли образуется при ее добыче открытым способом в разрезах и на предприятиях обогатительных фабрик. Следует отметить, что практически все горнодобывающие предприятия пылят – не только угольные шахты или угольные транспортно-перевалочные комплексы. Пыль черного цвета является наиболее распространенной и заметной [7,9,10].

Что же такое – угольная пыль? Насколько она вредна для окружающей среды и человека? Можно ли нейтрализовать ее вредное воздействие?

Уголь – это углерод, который, как свидетельствуют ученые – медики [9], “в чистом виде не представляет опасности, легко отхаркивается, в лёгких не задерживается. Однако в угольной пыли много силикатов и алюмосиликатов, они и представляют опасность, вызывая силикоз лёгких”. Кроме того, в пылевых облаках каменного угля находится “большое количество канцерогенов – фенолы, перен, бензаперен, пек. Они-то и являются загрязнителями. Помимо этого, мелкая пыль поднимается в воздух, образуя смог, ухудшает видимость на дорогах – затрудняет передвижение транспорта и пешеходов. Размер частиц пыли составляет от 1 мм до доли микрона. Чем пылинка мельче, тем она активнее, тем дольше

остаётся в воздухе в состоянии броуновского движения. Воздух, который мы называем чистым, также содержит пыль, но менее одного миллиграмма на кубический метр. Но если уровень запыленности высок, то в одном кубе уже находятся сотни или даже тысячи миллиграммов. [7] “Выделение пыли на разрезах происходит при всех основных технологических процессах. Крупные фракции осаждаются внутри разреза. Фракция менее 50 микрон выносятся воздушным потоком за пределы разрезов. Загрязнение воздуха зависит от горно-геологических и климатических условий. Так, при скорости ветра 2 м/с сухая пыль переносится на значительные расстояния”. Сооружение высоких отвалов также способствует росту выбросов, так как скорость ветра увеличивается по мере роста их высоты.

Распоряжением правительства РФ [9] “от 10 мая 2019 года №914-р внесены изменения в перечень загрязняющих веществ: *угольную пыль считать загрязняющим веществом*”. Теперь предприятия, загрязняющие атмосферу пылью каменного угля, обязаны вносить экологический сбор. Это обстоятельство коснется предприятий, которые ведут добычу угля открытым способом, а также обогатительных фабрик и предприятий, где ведутся погрузо-разгрузочные операции с углем. Однако плата за загрязнение окружающей среды не спасает эту среду от загрязнения, но полученные средства можно потратить на разработку мероприятий по пылеподавлению.

Вредное воздействие угольной пыли горняки пытаются нейтрализовать. Мокрое обеспыливание для разрезов является классическим вариантом. По дорогам проезжают поливающие машины (создаются на базе самосвалов), пыль после увлажнения, становится тяжелее и перестает летать над разрезом [3]. Однако сегодня все чаще считается, что этот метод малоэффективен. Поэтому производители химических реагентов предлагают использовать не только воду, но и специальные добавки – средство двух составов: абсорбирующего и плёнкообразующего [3]. Абсорбирующий состав используется для увлажнения поверхности пыления и формирования тумана на горных разработках. Пленкообразующий состав рекомендуют использовать при низких температурах, так как он имеет тенденцию к замерзанию. Начинать его использование следует при плюсовой температуре, а после завершения полимеризации он работает в широком диапазоне температур. Применение реагентов помогает не только улучшить экологическую обстановку, но и увеличивает эффективность перевозок. Антипылящие железнодорожные составы с углем при перевозках снижают свои потери. Реагент способен удерживать частицы угля при скорости движения 90 км/ч [1].

Эффективность использования реагента подтверждена проведением испытания в Березовском разрезе. Эффект достигался за счет длительности действия: во время эксперимента было проведено всего шесть поливов за

месяц, и с каждым разом количество реагента уменьшалось, так как уменьшение потребления воды требует меньшего времени работы машины.

На шахте «Рудная» разработчики провели еще одно испытание [8]. Компания «ПАРАГОН», создающая пыле-понижающие составы, использует их для решения проблемы на технологических дорогах. Преимущество перед традиционным "мокрым пылеподавлением" состоит в более продолжительном действии реагента, уменьшении количества поливов и укреплении поверхности грунта (проезжей части технологических дорог), то есть наблюдается синергетический эффект. Состав, наносимый любым устройством, обеспечивает равномерное распределение водного раствора. За 2-3 подхода расход составляет 0,4 - 0,7 кг/м². Перед подачей полотно дороги разрыхляется грейдером, а затем укатывается катком [8].

На выставке "Уголь в России и Майнинг" участники круглого стола обсуждали проблему эффективности использования реагентов для подавления пыли на угольных разрезах [8]. Эксперты выразили сомнение в безопасности таких соединений для людей, работающих в угольных разрезах и жителей населенных пунктов. Эти сомнения являются причиной того, что химические реагенты используются для решения "пыльных" вопросов не так активно, как обычная вода. В особенности, остро стоит вопрос о процессе туманообразования. Однако специалисты компании-производителя реагентов возражали. Для создания тумана используется вода с химическим содержанием 1-5 % вещества, которое имеет паспорт безопасности, выписанный московской лабораторией. То есть состав реагента "многокомпонентный и экологически чистый, безопасный для людей и окружающей среды" [1].

Другим методом защиты от угольной пыли является создание защитных экранов или пылевых барьеров [4], которые способствуют ограничению распространения пыли на большие расстояния. Перфорация в стенках позволяет значительно снизить скорость ветра. В результате частицы угольной пыли оседают быстрее, а площадь распространения пыли уменьшается. Метод используется в порту Ванино, который является крупнейшим транспортным узлом Хабаровского края, где осуществляют разгрузо-погрузочные операции с углем. Используются защитные экраны и комплексное оборудование по пылеподавлению и пылеудалению [9].

Для защиты местных жителей от угольной пыли используются зелёные насаждения [10].

Следует отметить весьма необычный подход к решению проблемы пылеподавления – зеленые насаждения на отвалах горных пород. Вариант является экспериментальным. Появляются вопросы, ответы на которые можно получить в ходе эксперимента: приживутся ли растения на грунтах отвалов, имеющие крутые склоны? Однако есть и положительный опыт,

который говорит о том, что таким образом можно сделать два дела разом: уменьшить пыление и добавить эстетичности горному объекту — последнее особенно важно, если работы ведутся вблизи населённых пунктов [8].

Компания "Стройсервис" стала первой в Кузбассе, применившей "снегогенераторные пушки" в качестве средства борьбы с угольной пылью на разрезе «Берёзовский». Их производительность составляет 100 м³/ч, а дальность распыления суспензии составляет 100 метров при развороте в 360 градусов вокруг своей оси. Один генератор обрабатывает площадь в 4 га [1].

Выводы.

1. Добыча и промышленное использование угля не сокращают, а наращивают потребление.
2. Применяемые методы борьбы с пылью на угольных разрезах, при транспортировке угля и на разгрузо-погрузочных терминалах являются эффективными при условии их активного использования.
3. Правильным и своевременным является распоряжение правительства о том, что угольная пыль - загрязняющее вещество, а предприятия, загрязняющие атмосферу пылью каменного угля, обязаны вносить экологический сбор.
4. Однако плата за загрязнение окружающей среды не спасает среду обитания от загрязнения, но полученные средства можно потратить на разработку мероприятий по пылеподавлению.

Литература

1. В Кузбассе «Распадская» тестирует новую установку пылеподавления. Режим доступа: <https://kuztoday.ru/v-kuzbasse-raspadskaya-ustanovila-novuyu-ustanovku-pylepodavleniya/>
2. Глухов А.Т., Истомина Д.А., Феоктистова М.С. Мониторинг экологических процессов для проектирования городских территорий // Сборник трудов седьмого международного экологического конгресса (девятой международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ 2019", 25-28 сентября 2019 г., г. Самара – Тольятти, Россия: Издательство "ЕЛРПТ". Отпечатано в АНО "Издательство СНЦ". 2019. Т.4, Научный симпозиум "Экологический мониторинг промышленно-транспортных комплексов" – С. 32-37.
3. Компания «Сорбенты Кузбасса» запатентовала новую технологию. Режим доступа: <https://kuztoday.ru/startovavshee-v-2017-godu-v-kuzbasse-proizvodstvov-sorbentov-zapatentovalo-nanotekhnologiyu/>
4. Корейские экологи предложили Кузбассу способ борьбы с угольной пылью. Режим доступа: <https://www.kem.kp.ru/daily/27063/4131425/>
5. Кузбасс. Где используется и куда поставляется уголь, добытый в кузнецком угольном бассейне? Режим доступа: <https://otvet.mail.ru/question/204753983>
6. Кузнецкий угольный бассейн - бесспорный лидер в России по масштабам

добычи угля. Режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/dobycha-uglya/kuzneckij-ugolnyj-bassejn.html>

7. Нас смешали с угольной пылью. Режим доступа: <https://kuzpress.ru/ecology/04-06-2019/67958.html>

8. Пылеподавление на угольных предприятиях. Задача и возможные решения. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/dpromonline/pylepodavlenie-na-ugolnyh-predpriatiiah-zadacha-i-vozmojnye-resheniia-5dccbf1ad6012e2d16165b11>

9. Угольную пыль включили в список загрязняющих веществ. Режим доступа: <https://kuztoday.ru/ugolnuyu-pyl-vklyuchili-v-spisok/>

10. Чистый уголь – зеленый Кузбасс. Режим доступа: <https://kuztoday.ru/chistyj-ugol-zelenyj-kuzbass-chto-budet-sdelano/>

Ю.С. Гринфельдт

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИТОК ВОДЫ И БАЛАНС НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ

Наводнения и засухи, эрозия почв, осадконакопление и перенос твердых наносов, имели всегда экологическое и социальное значение. Изменение климата и антропогенная деятельность служат основными факторами, оказывающими влияние на гидрологические циклы. Количество и частота выпадения атмосферных осадков напрямую контролируют речной сток, эрозию почвы и, таким образом, влияют на накопление твердых речных наносов (осадконакопление). Глобальное потепление может привести к ускорению таяния ледников, выветриванию горных пород. Трансформации в структуре землепользовании стран, имеющих выход к береговой зоне, изменяют свойства почвы, поверхностный сток, влияют на частоту наводнений. Урбанизация в береговой зоне увеличивает образование поверхностного стока, но сокращает естественное осадконакопление.

Ключевые слова: береговая зона, твердый сток, речной сток, эстуарии, баланс наносов, осадконакопление, антропогенное воздействие.

Всестороннее использование речного стока резко нарастает в наши дни. Оценки естественных тенденций и изменений речного стока приводят к заключениям как о постоянстве средней величины речного стока а течение последних 2-3 тыс. лет и затруднительности обоснованного суждения об устойчивости тенденций изменения стока в современный период, так о направленном снижении стока веоковго и порядка для ряда обширных территорий. Вместе с тем текущее потребление воды человечеством составляет около 2600 км³ в год, а безвозвратно потребляется 1600 км³ [1]. Сток наносов состоит из стока взвешенных наносов (наносов, переносимых в толще речного потока во взвешенном состоянии) и стока влекомых наносов (наносов, переносимых потоком по речному дну во влекомом состоянии) [2].

Суммарное уменьшение стока основных рек составляет примерно 60 км^3 в год, или всего 2% от водных ресурсов рек [3]. Учитывая степенную зависимость твердого стока от жидкого, можно прогнозировать значительное сокращение твердого стока рек к берегам океана.

В том же направлении действует и эффект загрязнения береговой зоны, ведущий к снижению притока биогенного материала в береговую зону. Одновременно устрашающе нарастает объем стока загрязнений.

Чрезвычайно затруднительно определить эффект загрязнителей различных типов, поскольку их токсичность невозможно прямо соотнести по объему и весу. Все экстраполируемый объем только сточных вод достигает 2% общего стока рек мира. В 1970 г. с морского дна (в основном из береговой зоны) было получено 19% мировой добычи нефти, тогда как к настоящему времени уже около 1/3 нефти и конденсата добывается со дна морей. Общая площадь нефтяного загрязнения составляет около 30% поверхности Мирового океана.

При региональном рассмотрении динамики берегов, а также при обзоре техногенного воздействия на берега можно убедиться в многогранном воздействии человека на изменение условий перемещения наносов. Усиление такого воздействия связано, в первую очередь, с ростом тоннажа флота и потока грузов, увеличением использования ресурсов Мирового океана.

Рост добычи минеральных ресурсов на подводном склоне в сочетании с резким увеличением объема землечерпательных работ на трассах подходных каналов к портам приводят к катастрофическому нарастанию демпинга – увеличения мутности прибрежных вод, сброса наносов на значительных площадях береговой зоны океана. Этот процесс сопровождается массовой гибелью биоты, прежде всего бентосного населения, резким снижением видового разнообразия.

Твердые отбросы человеческой «цивилизации» в наши дни на значительных пространствах покрывают дно моря обширных пригородных районов. Экстраполируемая величина поступлений этих материалов в прибрежные воды составляет 7% общего твердого стока суши. Экстраполируемые размеры искусственного притока твердого материала в береговую зону достигают 32% мирового поступления твердого вещества с суши. Добыча песка и гравия достигнет 23% глобальной величины поступлений наносов. Между тем только около 10% осадков твердого стока рек поступает во фракциях песка и гравия, остальная часть твердого стока представлена алевропелитом, неподходящим для пляжей или в качестве строительного материала.

В связи с наметившимися тенденциями к усилению размыва берегов в ближайшее время резко возрастут расходы на проведение берегоукрепительных мероприятий. Тем более необходимо в целях

экономии ресурсов рационально спланировать будущую берегоукрепительную политику.

Главной чертой ближайшего будущего береговой зоны океана является дефицит наносов и размыв берегов, что определяется подъемом уровня океана, сокращением твердого стока на порядок величины, уменьшением биогенной составляющей баланса наносов и увеличением техногенной нагрузки на береговую зону.

Мощность потребления энергии человеком более чем в 5 раз превышает общее количество энергии, диссипируемой на мелководьях Мирового океана. В то время, как потери тепла электрогенераторами, поступающего в прибрежную зону, в несколько раз превосходят энергию, передаваемую естественными механизмами диссипации. Следует отметить, что источники производственного тепла располагаются в периферических частях континентов, где сосредоточены основные производственные мощности большинства стран мира. При этом значительная часть техногенного тепла поступает в береговую зону или со стоком рек, или непосредственно при использовании прибрежных вод для охлаждения систем электростанций.

Большие опасения вызывают перспективы кумулятивного действия различных видов загрязнений в условиях возрастающего повышения температуры прибрежных вод вследствие роста производства и потерь энергии.

Общее ухудшение баланса наносов в береговой зоне, а также подъем уровня океана в ближайшие десятилетия обеспечат размыв ряда береговых аккумулятивных форм, прежде всего, кос, и более интенсивное отступление баров. Данный процесс приведет к сокращению эстуариев и мелководных лагун. Дополнительным мощным фактором сокращения акваторий мелководий является хозяйственное освоение территорий эстуариев и лагун. Усиление использования природных ресурсов прибрежной зоны в настоящее время приводит к исчезновению маршей и открытых участков эстуариев и других морских мелководий. Только за 20 век потеря прибрежных земель штата Луизиана и дельтовой равнины Миссисипи составила 270 км² [4].

Например, за последние два десятилетия годовой твердый сток и накопление осадочной массы через речные системы Азии резко и одновременно снизились, причем переходные годы были определены как 2006 и 2002 гг., соответственно. По сравнению с постпереходным периодом твердый сток сократился на 14,7%, а аккумуляция твердых осадков - на 63%. Изменение климата является основным вкладом в снижение стока, что объясняет 56,3% сокращения, а затопление крупных водохранилищ и водопотребление внесли 18,6% и 2,7% соответственно. Остальные 22,5% были отнесены к водно-почвенным и другим факторам. В отличие от водных ресурсов, деятельность человека была

доминирующей в сокращении твердых осадков, в том числе 44,9% вызвано крупными водохранилищами, 1% - увеличением потребления воды и 35% - мерами по сохранению и другими потенциальными факторами. Примечательно, что, начиная с 2013 года, почти 90% твердого стока может иметь антропогенное происхождение (следствие строительства и эксплуатации плотин) [5].

Эстуарии, будучи в наибольшей степени подвержены влиянию континентальных факторов – стока рек, инженерному воздействию, загрязнению вод и осадков - оказываются наиболее уязвимыми участками береговой зоны океана.

Образование динамически устойчивых систем дельтовых водотоков, которые в настоящее время аккумулируют от 10 до 85% стока взвешенных наносов, изменило баланс последних в береговой зоне Мирового океана. В настоящее время неаккумулированная часть речных наносов распределяется волнами и течениями на шельфе и накапливается у подножья [6].

Сокращение твердого стока рек приводит к тому, что наиболее значительной статьёй приходной части баланса наносов становится биогенная составляющая. Уже в настоящее время, например, для пополнения запасов пляжеобразующего материала в ряде районов перспективно искусственное культивирование наиболее продуктивных моллюсков. Ценность этого направления укрепления берегов состоит в попутном использовании и биологических ресурсов, поскольку бентос представляет собой важнейшую кормовую базу для ряда ценных видов рыб [7].

Сток тепла, наряду с другими формами воздействия на климат, по всей видимости, приведет к существенному глобальному потеплению, что в свою очередь будет сопровождаться ускорением повышения уровня океана. Тенденция к усилению размыва берегов будет только увеличиваться.

Экстремальные явления в береговой зоне (ураганы, штормы, аварии и пр.) представляют собой дополнительный разрушительный фактор.

Литература

1. Львович М.И., Соколов А.А. Антропогенные изменения в гидросфере //XXIII международный геогр.конгр. М., 1976
2. Сумина А.В. Строение и геоэкология гидросферы: учебное пособие. - Абакан: Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, 2019. - 119 с.
3. Шикломанов И.А., Леонов Е.А. Влияние хозяйственной деятельности на сток в различных физико-географических условиях //XXIII международный геогр.конгр. М., 1976
4. Сафьянов Г.А. геоэкология береговой зоны океана: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2000 г. – 155 с.
5. Piao S., Ciais P., Huang Y., Shen Z., Peng S., Li J., et al. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China, Nature, 2010, 467 (7311), p.43

6. Коротчаев В. Н., Рмский-Корсаков Н. А. Устьевые осадочные системы // Современные методы и средства океанологических исследований (МСОИ-2013). Т. 1. АПР Москва, 2013. С. 238–245
7. Stone R.B. Artificial reefs // Sea Front., 1974, 20, №1

К.В. Карасева, А.И. Николаенко, О.В. Атаманова, З.А. Симонова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены современные способы утилизации продуктов фармацевтической промышленности в России. Намечаются пути решения проблемы утилизации медицинских отходов на государственном уровне.

Ключевые слова: утилизация, фармацевтические отходы, лекарства.

В современном мире, как никогда актуальна тема утилизации отходов. Особое место в решении проблемы утилизации отходов занимает поиск путей и новых технологий утилизации фармацевтических и медицинских отходов. Современная фармацевтическая индустрия является поставщиком достаточно объемного блока лекарственных препаратов, материалов и средств [1].

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) еще в 1979 г. медицинские отходы были отнесены к группе опасных отходов. Такие отходы нуждались в специальных методах переработки и утилизации. Базельской конвенцией, разработанной в 1992 г, сорок пять видов отходов были внесены в список опасных клинических отходов [2].

Современные ученые-фармацевты ежегодно разрабатывают новые более эффективные лекарственные препараты для борьбы с многочисленными заболеваниями людей. Однако постоянный рост лекарственных препаратов одновременно приводит к увеличению медицинских отходов. В настоящее время особого решения на государственном уровне требует задача и утилизации просроченной, а также некачественной фармацевтической продукции.

В августе 2001 г. по рекомендации Росздравнадзора Федеральным законом № 128 [3] медицинские препараты, которые не пригодны к использованию, были вынесены в категорию опасных для людей и окружающей среды. Обращение с этими отходами было отнесено к виду деятельности, которые подлежат лицензированию.

На современном этапе развития фарминдустрии ведется активная работа в направлении поиска новых технологий способных в полной мере заменить импортные лекарственные средства, чтобы минимизировать

зависимость Российского потребителя от иностранных фармацевтических компаний. В основу всех отечественных технологий по утилизации отходов фармацевтической индустрии положен ряд правил:

1. Медицинские препараты и изделия признаются Росздравнадзором к изъятию из обращения, если обнаружены побочные действия, которые не указаны в инструкции по применению или руководстве по эксплуатации, либо выявлены нежелательные реакции при применении препарата, или нежелательные особенности взаимодействия медицинских препаратов между собой. Факты об обстоятельствах, создающих угрозу здоровью, жизни людей и, в частности, медицинским работникам от применения зарегистрированных медицинских изделий являются прецедентом медицинской организации о решении невозможности дальнейшего применения этих средств и изделий, а также о сообщении этой информации в Росздравнадзор.
2. Утилизация или уничтожение осуществляется в соответствии с нормативными, техническими и эксплуатационными документами производителя медицинского изделия.
3. Некачественные, поддельные и небезопасные медицинские средства должны изыматься из обращения и уничтожаться силами лиц, осуществивших их изготовление или ввоз на территорию реализации.
4. В случае несвоевременной утилизации и уничтожения медицинских изделий, лица, не обеспечившие требуемые мероприятия по утилизации несут ответственность в соответствии с ФЗ-61 [4].

Известно [5], что все медицинские отходы классифицируют по 5 классам:

Класс А - эпидемиологически безопасные отходы, приближенные по составу к коммунальным бытовым отходам (далее - КБО).

Класс Б - эпидемиологически опасные отходы.

Класс В - чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы.

Класс Г - токсикологически опасные отходы 1 - 4 классов опасности.

Класс Д - радиоактивные отходы.

Для разработки новых более эффективных способов и технологий утилизации медицинских отходов необходимо было провести анализ современных технологий. В настоящее время реализуются 4 основных способа утилизации фармацевтических отходов, которые регламентированы инструкциями Министерства природных ресурсов и экологии РФ:

- способ сжигания фармацевтических отходов;
- способ слива фармацевтических отходов в промышленную канализацию;
- дробление фармацевтических отходов;

– размещение фармотходов на специально оборудованных санитарных полигонах.

Все перечисленные способы не являются экологически безопасными. Проанализируем сущность каждого из названных способов.

Способ сжигания фармацевтических отходов. Сжигание фармацевтических отходов приводит, как правило, к образованию токсичных веществ. Для устранения этой проблемы современными технологиями используются герметичные печи-модули, обеспечивающие герметизацию содержимого и температуру внутри модуля до 1100 °С. Технология является достаточно затратной и реализуется лишь на немногих крупных предприятия РФ.

Способ слива отходов в канализацию. Способ имеет ограничения по применению, поскольку применим только для хорошо растворимых медицинских препаратов. При этом на сегодня отсутствуют нормативы для расчета максимально допустимой концентрации токсикантов в водном растворе.

Дробление фармацевтических отходов. Этот способ является в настоящее время самым экологичным способом переработки фармотходов. Процесс измельчения лекарственных средств с последующей их упаковкой осуществляется в шредере. Персонал, выполняющий операции по утилизации, одевается в специальные костюмы, носит респираторы. Практически все операции по утилизации этим способом автоматизированы, а сами операторы отделены от действующей установки защитным водным потоком. Переработанная масса медицинских отходов перемешивается вместе с другими измельченными отходами и далее используется в строительной индустрии, например в дорожном строительстве.

Размещение фармотходов на специально оборудованных санитарных полигонах. На полигонах размещаются отходы после обеззараживания и только с низкой степенью опасности. Вывозить и утилизировать фармацевтические отходы имеют право только организации с государственной лицензией на этот вид деятельности, и обладающие для этого необходимой технической базой. Вывоз отходов осуществляется в герметичных контейнерах для фармацевтических отходов на специальных автомашинах.

Для вывоза значительных объемов медицинских отходов необходимо составление паспорта и номенклатурного списка-перечня вывозимых веществ. По завершении процесса утилизации должен быть составлен соответствующий акт. Акт в 5-дневный срок должен быть предоставлен в Федеральную службу по надзору в сфере здравоохранения и социального развития.

Методы обеззараживания отходов фармакологии включают:

1. **Физический метод** состоит в воздействии насыщенным водяным паром под высокой температурой, радиационным, электромагнитным излучением или давлением при помощи специальных установок для обеззараживания фармацевтических отходов.

2. **Химический метод** обычно включает применение дезинфицирующих растворов с фунгицидными, бактерицидными и вирулицидными свойствами. Выполняется специальными аппаратами или полным погружением отходов в раствор дезинфектанта.

Независимо от реализуемого способа обеззараживания, организация, утилизирующая медикаменты, должна использовать средства и оборудование, разрешенные на территории Российской Федерации, строго соблюдая инструкции по их применению. Процедуре утилизации отходов должна предшествовать процедура обеззараживания.

В настоящее время в Российской Федерации проблема утилизации отходов фармацевтической индустрии требует применения новых технологий, реализуемых на федеральном уровне. Для этого необходимо, прежде всего, на государственном уровне решить ряд вопросов:

- разработать новые подходы к реализации термического способа для утилизации непригодных продуктов фарминдустрии;
- организовать эффективные пути изъятия из обращения фальсифицированных лекарственных средств;
- усовершенствовать законодательную базу и ввести уголовную ответственность за подделку лекарственных средств;
- разработать единую информационную систему оборота медикаментов.

Решение этих и других задач на федеральном уровне позволит выйти нашей стране на качественно новый уровень в области утилизации опасных отходов фармацевтической индустрии.

Литература

1. Якунина А.В., Якунин С.В., Атаманова О.В. Тенденции и факторы инновационного развития фарминдустрии // Инновационная деятельность. Саратов, 2015. № 3 (34). С. 10-17.

2. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Chatelaine: International Environment House, 2011. 138 с.

3. Федеральный Закон от 08.08.2001 г. № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности». Режим доступа: <https://medspecial.ru/wiki>

4. Федеральный Закон от 12.04.2010 г. № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350

5. Приказ МЗ РФ от 28 марта 2003 г. № 127 «Об утверждении Инструкции по уничтожению наркотических средств и психотропных веществ, входящих в списки II и III Перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации, дальнейшее использование которых в медицинской практике признано нецелесообразным». – Режим доступа: http://crbverhot.ru/load/federalnye/prikaz_mz_rf_prikaz_ot_28_03_2003g_n_127

Г.В. Лобкова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ СВИНЦА, КАДМИЯ И МЕДИ В СОСТАВЕ РАЗЛИЧНЫХ СОЛЕЙ

Изучено влияние различных солей кадмия, свинца и меди на поглонительную способность *Ceratophyllum demersum* и *Elodea canadensis*. Установлено, что процесс фитопоглощения зависит от катиона металла. Влияние анионов на этот процесс отмечено для солей кадмия и свинца.

Ключевые слова: фиторемедиация, тяжелые металлы, водные растения, ионы.

Соединения тяжелых металлов, поступающие в природные водоемы с промышленными отходами, при достижении концентраций выше жизненно необходимых, представляют значительную опасность для водных организмов разных уровней организации. Среди предлагаемых биологических методов очистки перспективными являются методы фиторемедиации, основанные на способности высших водных растений к накоплению, утилизации и трансформации веществ различной химической природы. Подбор растений, наиболее активно и избирательно поглощающих токсичные вещества, инактивирующих и накапливающих их в биомассе является актуальной задачей.

Целью данного исследования было изучение способности высших водных растений поглощать ионы свинца, кадмия и меди из растворов различных солей.

Способность к фиторемедиации изучали у роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* L.) и элодеи канадской (*Elodea canadensis* L.). Для чего жизнеспособные экземпляры растений длиной около 2,5 см с равномерной окраской помещали в 200 мл емкости с водными растворами сульфатов, нитратов и ацетатов Pb^{2+} , Cd^{2+} и Cu^{2+} с концентрациями по металлу 0,25, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 и 4,0 ПДК (ПДК_{Pb} – 0,03 мг/л; ПДК_{Cd} – 0,001 мг/л; ПДК_{Cu} – 1 мг/л). Контрольные образцы культивировали в отстоянной водопроводной воде. Опыты проводили в трех повторностях. По истечении 1, 5, 9, 11, 14 суток с помощью иономера И-500 определяли остаточное содержание ионов в растворе. Поглонительную активность растений оценивали в зависимости от концентрации ионов металлов в растворах и времени экспозиции (рис. 1, 2, 3).

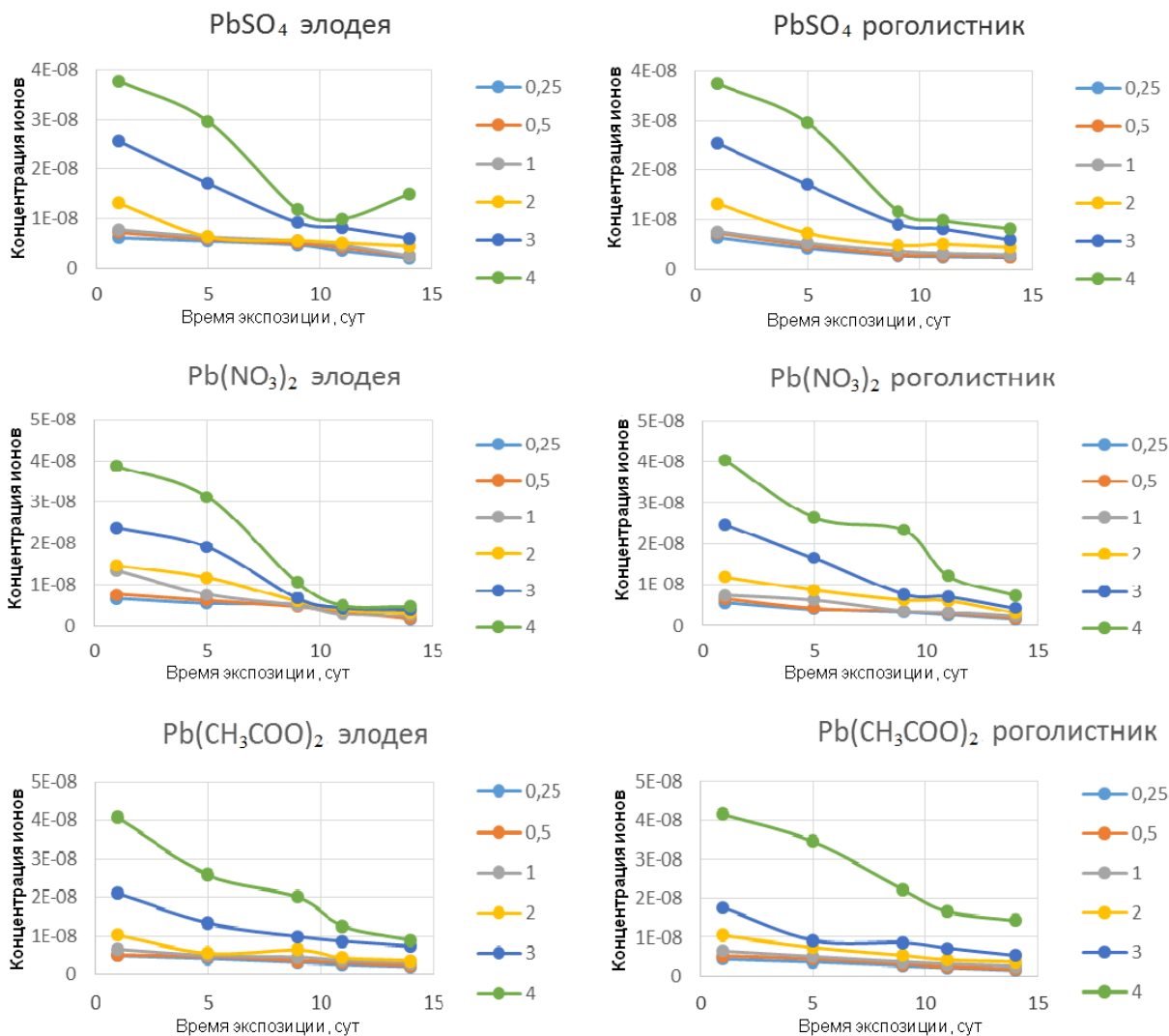


Рис.1. Зависимости изменения концентрации ионов Pb^{2+} во времени для *E. canadensis* и *C. demersum*

Как видно из приведенных зависимостей, наиболее активное поглощение характерно для растворов с высокой начальной концентрацией любой соли – 3 и 4 ПДК по металлу.

На рисунке 1 представлено изменение концентрации Pb^{2+} для трех разных его солей во времени в присутствии элодеи и роголистника соответственно. Сравнение графиков позволяет заключить, что переход ионов Pb^{+2} из раствора в ткани элодеи проходит активнее, чем у роголистника. Этот процесс более выражен в растворах с концентрациями всех солей равных 4ПДК_{Pb}, при 3ПДК_{Pb} – скорость поглощения несколько ниже. Что касается поглощения солей с одинаковой концентрацией катионов и разной анионов, следует отметить, что количество поглощенной соли ацетата ниже, чем сульфата и нитрата – это характерно для обоих растений. Из графиков также видно, что поглощение всех солей

заканчивается примерно при достижении одного и того же уровня концентрации.

Зависимости изменения концентрации ионов Cd^{2+} в исследуемых растворах приведены на рисунке 2. Получены аналогичные Pb^{2+} закономерности при содержании высоких начальных концентраций солей Cd^{2+} . Элодея поглощает активнее, чем роголистник. Ионы кадмия из растворов с концентрациями 3-4 ПДК_{Cd} всех солей, интенсивно поглощаются в первые 7 дней опыта. У обоих растений, культивируемых в растворах с концентрациями 0,25 ПДК_{Cd}, 05 ПДК_{Cd}, 1 ПДК_{Cd} процесс поглощения менее выражен.

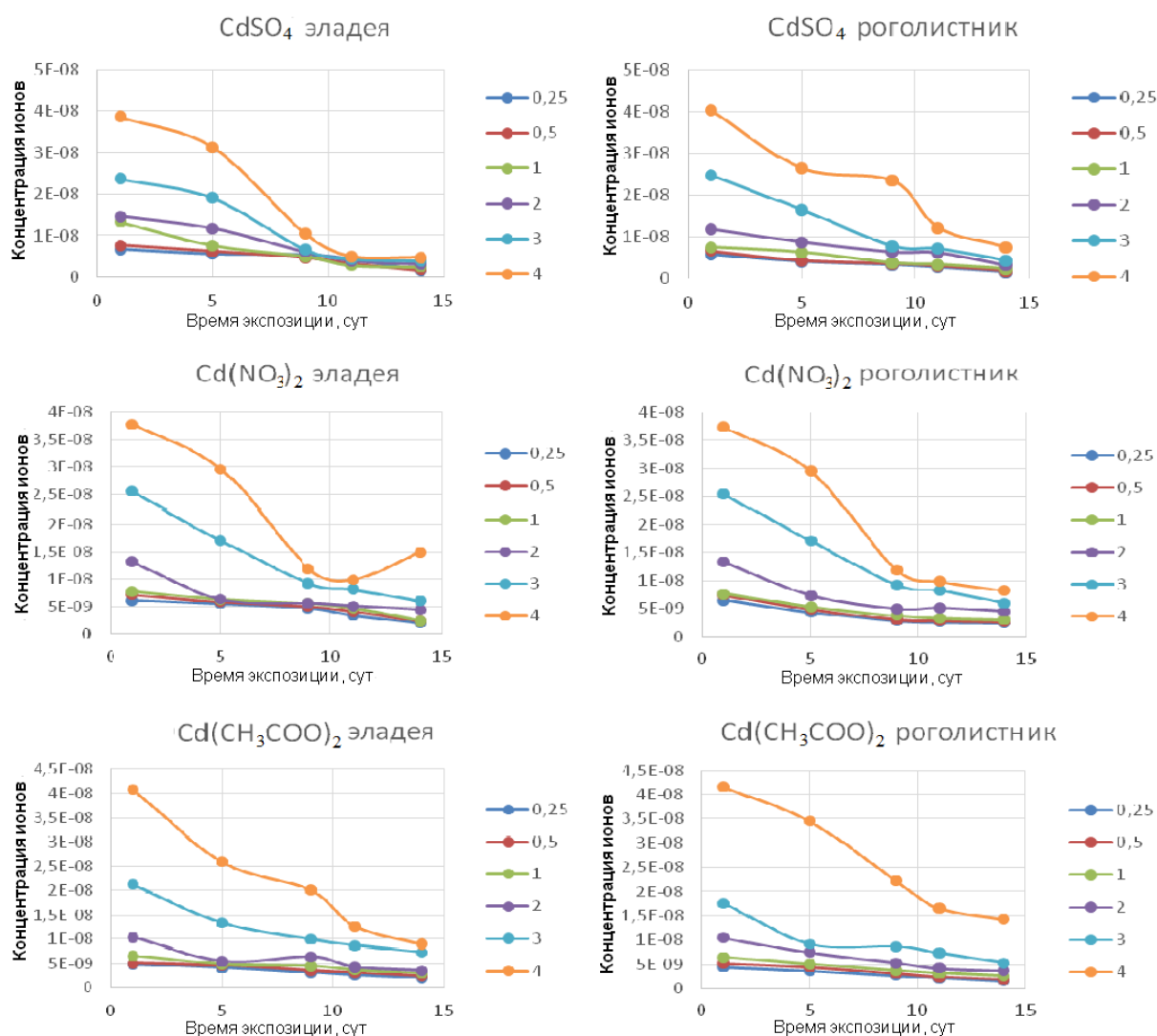


Рис. 2. Зависимости изменения концентрации ионов Cd^{2+} во времени для *E. canadensis* и *C. demersum*

Результаты исследования поглощающей способности элодеи и роголистника по отношению к ионам Cu^{2+} представлены на рисунке 3. Поскольку медь менее токсична, чем кадмий и свинец, начальные

концентрации солей этого металла, соответствующие значениям ПДК, намного выше, чем ПДК свинца и кадмия. Для меди поглощение обоими растениями идет быстрее и практически через сутки достигает постоянного уровня (снижение концентрации происходит с 4 мг/л до 0,1-0,12 мг/л). Для всех солей меди поглощение идет одинаково, независимо от состава аниона.

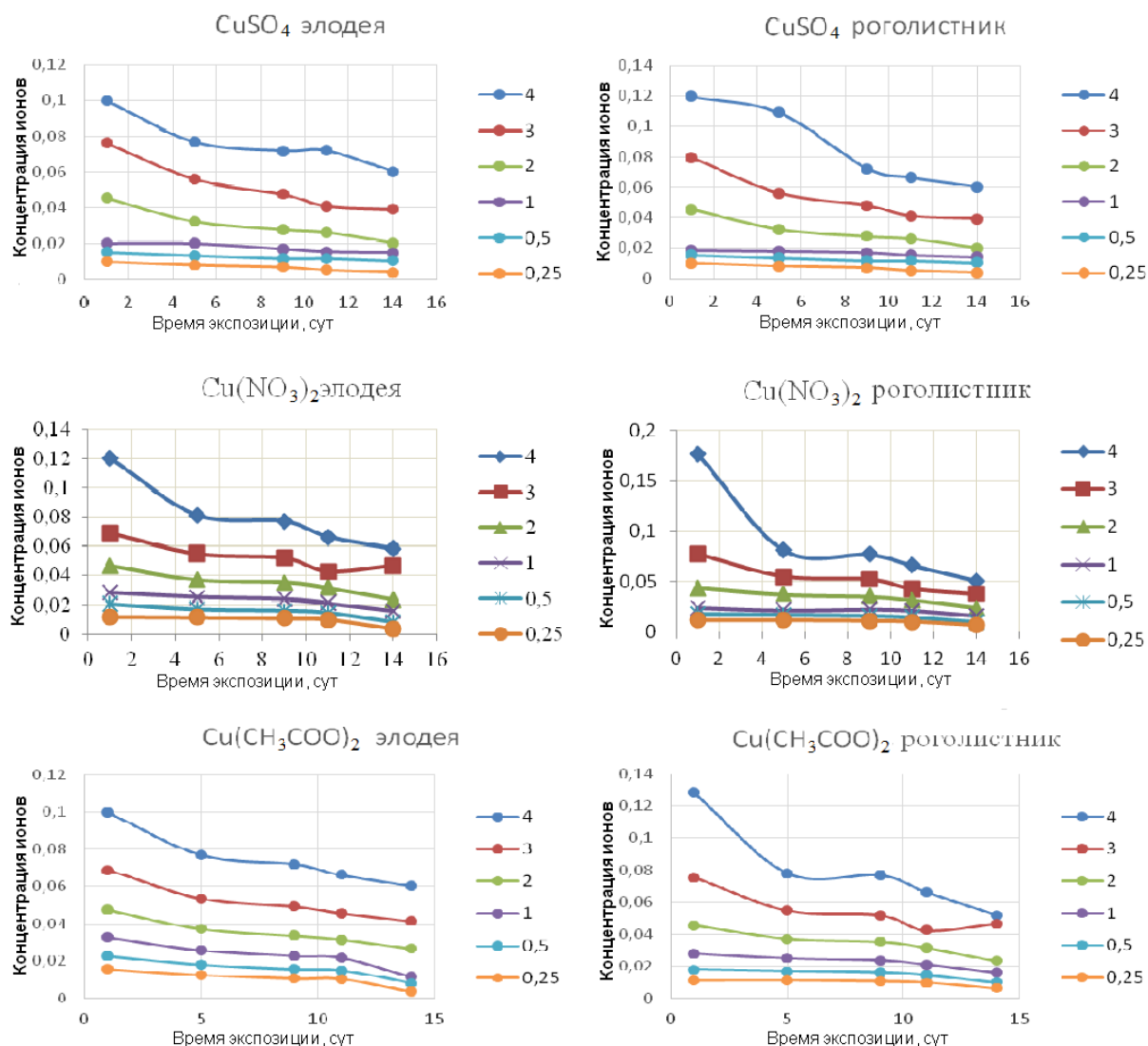


Рис. 3. Зависимости изменения концентрации ионов Cu^{2+} во времени для *E. canadensis* и *C. demersum*

Таким образом, можно заключить, что поглотительная способность растений зависит от катиона металла и при высоких концентрациях осуществляется за счет пассивного транспорта в соответствии с законами осмоса и диффузии. При низких концентрациях поступление ионов металлов в растительную клетку идет за счет активного транспорта и сопровождается выборочным поглощением ионов из раствора.

А.З. Миндубаев¹, Э.В. Бабынин³, Е.К. Бадеева², С.Т. Минзанова²

¹Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ Казанского научного центра РАН

²Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань, Россия.

³ГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия.

БИОДЕГРАДАЦИЯ БЕЛОГО ФОСФОРА СТРЕПТОМИЦЕТАМИ И ГРИБАМИ

Получены культуры микроорганизмов, превращающие ряд токсичных соединений фосфора в фосфат, безвредный для окружающей среды. Разрабатываемый нами метод позволяет производить очистку сточных вод предприятий и загрязненных территорий.

Ключевые слова: биодegradация, белый фосфор, *Aspergillus niger* AM1, *Streptomyces sampsonii* A8.

Целью проведенного нами исследования является 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 [1-4] позволили пролить свет на практически неизученный вопрос токсичности белого фосфора для микробиоты. Биодegradация является одним из наиболее важных методов обезвреживания промышленных стоков.

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. Аналогично был произведен посев *Streptomyces sampsonii* A8. 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 49 сравнительно мелких колоний: это означает, что большинство спор проросло, что естественно в благоприятных условиях. В среде К (-) без источников фосфора 33 колонии очень медленно растут, имеют неразвитый мицелий и слабое спороношение. По всей видимости, сказалась нехватка фосфора. Известно, что микроорганизмы выдерживают жесткий дефицит фосфора [5], что и наблюдалось нами. Любопытно, что в среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем в К(+), всего 11 (рис. 1). Однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицит питательных веществ.



Рис.1. Посев устойчивых грибов *A. niger*. Среда с 0.05% белого фосфора в качестве единственного источника фосфора: наблюдался рост крупных спорообразующих колоний. Из этого следует вывод, что грибы окислили белый фосфор до фосфата и включили в состав растущей биомассы. Чашка сфотографирована через шесть суток после посева.

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_4 . Последняя, самая высокая, концентрация ранее нами никогда не использовалась. 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%.

Четвертый пересев аспергилла (и второй стрептомицетов) 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 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. гриб сохранил способность к размножению! Третий пересев *Streptomyces sampsonii* впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! В предыдущих посевах *S. sp.* рос при концентрациях не более 0.2. Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет представлял собой субстратный мицелий.

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%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких пересевов выработал значительно большую устойчивость по сравнению с изначальной. Напомним о том, что концентрация белого фосфора 1% это превышение ПДК в сточных водах в 5000 раз!

Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявил именно стрептомицет. Через пять последовательных посевов его устойчивость возросла пятикратно. Гриб растет и адаптируется медленнее, однако его устойчивость изначально была выше, чем у актиномицетов [2].

В опытном спектре ^{31}P ЯМР, снятом с водной фазы, проявились сигналы в области 0.3, 3.7 и 6.2 ppm, соответствующие фосфиту и гипофосфиту. Таким образом, он соответствует соединениям, которые, предположительно, являются метаболитами белого фосфора, т.е., является подтверждением предполагаемого нами метаболического пути. Ниже мы приводим предполагаемую схему метаболизма белого фосфора (рис. 2).

Поскольку в литературе отсутствуют сведения о микроорганизмах, устойчивых к P_4 , представленная работа имеет бесспорную новизну.

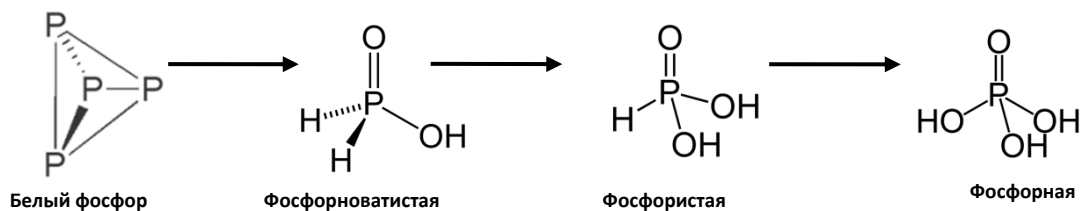


Рис. 2. Предполагаемый метаболический путь белого фосфора

Литература

1. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Акосах Й.А. Биологическое обезвреживание вещества первого класса опасности - белого фосфора // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции «Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения», Саратов, 11 – 12 декабря 2019 г, в рамках Всероссийского научно-практического Форума «Экологический форсайт». С. 193-196.
2. Mindubaev A.Z., Babynin E.V., Voloshina A.D., Saparmyradov K.A., Akosah Y.A., Badeeva E.K., Minzanova S.T., Mironova L.G. The possibility of neutralizing white phosphorus using microbial cultures // News of NAS RK. Series of geology and technical sciences. 2019. Vol.5. No.437. P.122-128. DOI: 10.32014/2019.2518-1491.63
3. Mindubaev A.Z., Kuznetsova S.V., Evtyugin V.G., Daminova A.G., Grigoryeva T.V., Romanova Y.D., Romanova V.A., Babaev V.M., Buzyurova D.N., Babynin E.V., Badeeva E.K., Minzanova S.T., Mironova L.G. Effect of White Phosphorus on the Survival, Cellular Morphology, and Proteome of *Aspergillus niger* // Applied Biochemistry and Microbiology. 2020. Vol.56. No.2. P.194-201. DOI: 10.1134/S0003683820020118
4. Миндубаев А.З., Кузнецова С.В., Евтюгин В.Г., Даминова А.Г., Григорьева Т.В., Романова Ю.Д., Романова В.А., Бабаев В.М., Бузюрова Д.Н., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г. Влияние белого фосфора на выживаемость, протеом и клеточную морфологию *Aspergillus niger* // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. Т.56. №.2. С.156-164. DOI: 10.31857/S0555109920020117
5. Carini P.R., Van Mooy B.A.S., Thrash J.C., White A.E., Zhao Y., Campbell E.O., Fredricks H.F., Giovannoni S.J. SAR11 lipid renovation in response to phosphate starvation. *PNAS*. 2015. Vol. 112. No. 25. p. 7767-7772. DOI: [10.1073/pnas.1505034112](https://doi.org/10.1073/pnas.1505034112)

Л.Н. Ольшанская, М.А. Чернова, В.А. Волков

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАГНИТНОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОД И ПОЧВ

В работе исследован состав композиционного магнитного сорбента на основе отходов агропромышленного комплекса для очистки нефтезагрязненных вод и почв. Определены физико – химические (гидрофобность, олеофильность) и сорбционные (нефтеемкость) свойства магнитосорбента.

Ключевые слова: сорбция, нефть, нефтепродукты, магнитосорбенты, отходы агропромышленного комплекса, очистка, почва, сточные и поверхностные воды.

За последние годы увеличилась интенсивность загрязнения поверхности Мирового океана нефтепродуктами, масса которых ежегодно попадающая в мировой океан составляет примерно 10 млн. т. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные циклы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе.

Чтобы избежать таких тяжелых последствий, необходимо произвести ликвидацию аварийных разливов нефти (ЛАРН), то есть осуществить комплекс мероприятий, направленных на удаление пятен нефти и стоков нефтепродуктов с поверхности воды и почв. [1, 2].

Был изготовлен и исследован следующий вид сорбционного материала СМ при соотношении компонентов: пыль газоочистки стальная незагрязненная (ПГСН) + опилки сосны (ОС) + стеарин (Ст): (30:30:40 %).

На первом этапе проводили установление элементного состава стальной ПГСН с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра «Спектроскан Макс» фирмы СПЕКТРОН (Россия, Санкт-Петербург). Результаты исследования показали (табл. 1), что в наибольшем процентном соотношении в составе содержится железо $Fe \approx 67\%$, в незначительных количествах присутствуют: Si, Mn, Al, Na, и др. Это указывает на высокие магнитные свойства материала для изготовления композиционного магнитного сорбента.

Таблица 1

Элементный состав пыли

Компонент	Массовая доля, %	Погрешность, %	Элемент	Массовая доля, %	Погрешность, %
Fe ₂ O ₃	95,38000	0,11000	Fe	66,71000	0,07000
SiO ₂	2,00000	0,07000	Si	0,93300	0,03300
MnO	1,09000	0,05000	Mn	0,84700	0,04000
Al ₂ O ₃	0,47800	0,02400	Al	0,25300	0,01300
Na ₂ O	0,29900	0,02200	Na	0,22200	0,01600

Определение токсичности ПГСН проводили согласно методикам [3,4]. Биотестирование на двух тест объектах (рачки *Daphnia magna* и водоросли *Scenedesmus quadricauda*) позволило установить, что отходы стальной пыли не токсичны и могут быть использованы в качестве компонента магнитосорбента.

Для изготовления сорбента отходы пыли направляли в экструдер, где смешивали с расплавленным стеарином и предварительно измельченными опилками сосны. После смешения полученную смесь охлаждали до застывания, а затем измельчали до нужного размера частиц (рис. 1).

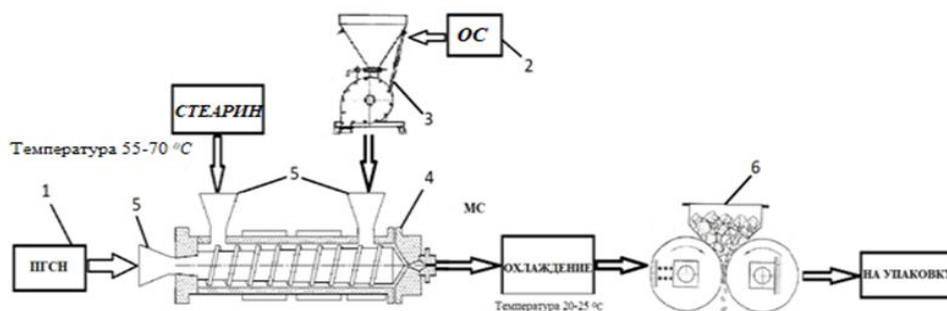


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема изготовления магнитосорбента, 1,2- накопители отходов, 3 – мельница, 4 – экструдер, 5 – дозаторы, 6 – дробилка

Для более удобной транспортировки и эксплуатации СМ может быть изготовлен в виде гранул (с размером частиц 0,5-5 мм), или порошка (< 0,1 мм) Для выбора рационального состава СМ исследовали их физикохимические и сорбционные свойства.

Смачиваемость. Исследуемый сорбент насыпали на фильтровальную бумагу, затем на поверхности сорбента наносили воду, фотографировали по профилю и определяли углы смачивания (рис. 2) [5].



Рис. 2. Определение угла смачивания сорбента

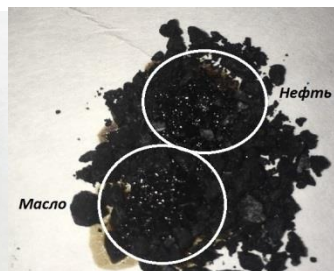


Рис. 3. Определение олеофильности сорбента

В аналогичных экспериментах отработанное машинное масло и нефть практически сразу впитывались не образуя сидящей капли, что свидетельствует о его олеофильности (рис. 3) [4]. Нефтеемкость магнитного сорбента определяли по разнице начальной массы сухого сорбента ($m_c=0,5$ г), помещенного в упаковку из капрона ($m_0=0,5$ г) до и

после контакта с машинным маслом (интервал 5 мин.) и последующего полного стекания избыточного количества нефтепродуктов [4]:

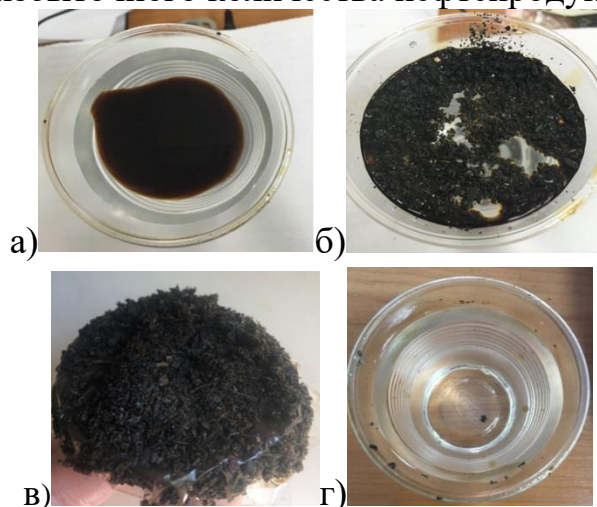


Рис. 4. Очистка загрязненной воды от машинного масла: а - вода загрязненная НП; б - вода с сорбентом; в – сорбент, собранный магнитом; г - очищенная вода

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан состав и способ получения СМ на основе отходов производства – ПГСН со связующим стеарином и наполнителем – опилки сосн для очистки загрязненных вод от нефти и нефтепродуктов.

2. Биотестирование на двух тест объектах (рачки *Daphnia magna* и водоросли *Scenedesmus quadricauda*) позволило установить, что отходы стальной пыли не токсичны и могут быть использованы в качестве компонента магнитосорбента.

3. Исследованы физико-химические свойства полученного сорбента. Установлена их высокая гидрофобность - краевой угол смачивания - 130° ; Нефтеёмкость сорбента составила 4,5 – 7,5г/г.

4. Сорбционное равновесие достигается за первые 5-10 мин. контакта материала с Н и НП, на сорбцию оказывает влияние природа и толщина слоя нефтепродуктов.

Литература

1. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. Роль естественной гидрофобности растений в очистке нефтесодержащих эмульсий // Вода: химия и экология. 2018. № 7-9. С. 85-91.

2. Низамов Р.Х., Шайхиев И.Г., Шмыков А.И. Изучение отходов переработки шерсти в качестве сорбентов нефтепродуктов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2008. № 3. С. 9-12.

3. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности плодовитости дафний [текст]: Федеральный реестр. –М.: Акварос. -2007. – 35 с.

4. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей [текст]: Федеральный реестр. - М.: Акварос, 2007. -35с.

5. 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.

Г.С. Симонян, А. О. Нерсисян, А.Г. Симонян, Л.А. Маргарян

Ереванский Государственный университет, Армения

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА СЕВАН

По данным гидрохимического мониторинга озера Севан было изучено изменения общего азота и фосфора в период 2010-2018гг. Было выявлено постепенное увеличение фосфора и сезонные колебания общего неорганического азота в воде озера. Из полученных данных следует, что гидрохимический режим озера не типичен по сравнению с большинством естественных озер и отличается лимитирующим биогенным элементом, чем является азот, а не фосфор.

Ключевые слова: качество воды, гидрохимический мониторинг, экологическое состояние.

Озеро Севан, природное и культурное сокровище Армении, является одним из больших пресноводных высокогорных озер Евразии. Среди множества особенностей озеро Севан является важнейшим источником пресной воды и престоищем пресноводных рыб в регионе Южного Кавказа [1]. Озеро приносит существенный вклад в экономику Армении: сельское хозяйство, гидроэнергетика, рекреация, туризм, и т.д. Бассейн озера отличается богатым биологическим разнообразием и относительно высоким процентом эндемических видов флоры и фауны. Несмотря на важность о.Севан, объем воды и площадь поверхности озера значительно изменились за последнее столетие из-за многочисленных природных и антропогенных воздействий. Эти вариации привели к изменению гидрохимического режима озера и активизации процессов эвтрофикации [2].

Так, в 1933 году, до искусственного понижения уровня воды, площадь поверхности о. Севан составляло 1416 км², а объем воды - 58,5 км³. Озеро отличалось рядом важных гидрологических и гидрохимических особенностей: испарение воды с поверхности озера составляло 90% (12 из каждых 13 литров притока в озеро испарялось), лимитирующим биогенным элементом в процессах биопродукции, в отличие от многих озер, являлся азот а не фосфор (количество фосфора в озере было высоким, а соотношение общего азота к общему фосфору (TN / TP) было небольшим) [2, 3].

В 1930-е годы, из-за искусственного понижения уровня воды картина трофического и экологического статуса озера резко изменилась. За последующие 10 лет озеро потеряло более 40% своих водных ресурсов и достигло максимальной глубины 80 м вместо прежних 99 м (уровень озера снизился на 18.8 м). Негативные последствия понижения уровня воды в озере были очевидны: резко увеличилась биомасса водорослей (примерно в 20 раз) и содержание общего азота (примерно в 30 раз). Наблюдался перенос азота из донных отложений в воду [2, 3]. Впервые было зафиксировано «цветение» озера, что являлось сигналом перехода трофического уровня озера с олиготрофного на мезотрофно-эвтрофный. С целью восстановления экосистемы о.Севан в 1981 году был построен и введен в эксплуатацию водный канал Арпа-Севан, благодаря чему уровень воды в озере начал постепенно повышаться: в 2019 году площадь увеличилась до 1279 км², водный объем увеличился до 38,3 км³ [4]. Несмотря на предпринятые меры восстановления экологического состояния озера, в 2018-2019гг. было зарегистрировано масштабное цветение озера, которое сохранялось почти весь летний сезон. Следует отметить, что увеличение уровня воды в озере воздействует также на изменение ее гидрохимического режима, тем самым изменяется соотношение общего азота и фосфора в воде. В литературе известны ряд примеров, когда уменьшая приток лимитирующего биогенного элемента в озеро, можно предотвратить процессы эвтрофикации и восстановить ее трофический статус [5]. Для о.Севан, к сожалению, после искусственного снижения уровня воды, не изучалось поведение соотношения азота и фосфор, а также возможное изменение лимитирующего биогенного элемента в процессах биопродукции.

С этой целью, нами было исследовано изменение содержания общего фосфора и общего неорганического азота в воде о. Севан за последнее десятилетие.

Гидрохимические исследования проводились с 2010г. по 2018г. в мониторинговых пунктах наблюдений Центра гидрометеорологии и мониторинга (ЦГМ) Министерства Окружающей среды Республики Армении [6]. Отбор проб проводился 0.5м от поверхности озера на 17 различных пунктах наблюдений Большого и Малого Севана. Отбор проб, их консервирование и измерение параметров проводились согласно ISO и ЕРА стандартам [7-8]. В отобранных пробах воды определялся общий фосфор, фосфаты, нитраты, нитриты, ионы аммония, БПК₅ и ХПК. Общий фосфор определялся ИСП масс-спектрометрическим методом. Фосфаты определялись фотометрическим методом с помощью смешанного реактива [7-8]. Ионы нитрата, нитрита и аммония определялись колориметрическим методом (КФК-2, относительная ошибка 1%). Концентрации ионов нитрата и нитрита определялись с помощью реактива Грисса, а ионы аммония - реактивом Несслера [8]. Исходным материалом для оценки

фоновых и годовых показателей послужили архивные данные гидрохимического мониторинга ЦГМ [9].

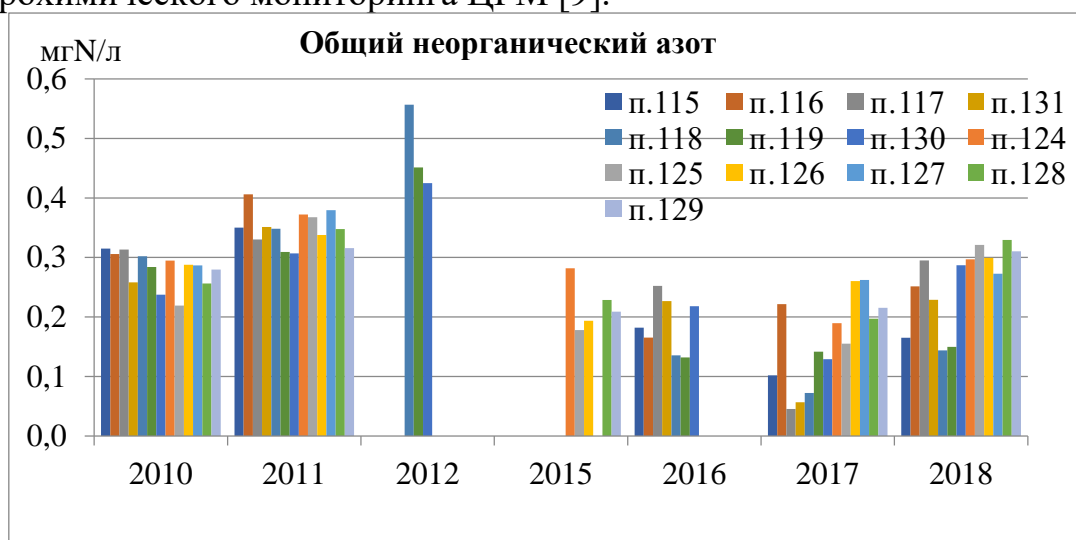


Рис. 1. Изменение общего неорганического азота в пунктах наблюдения о.Севан в период 2010-2018 гг.

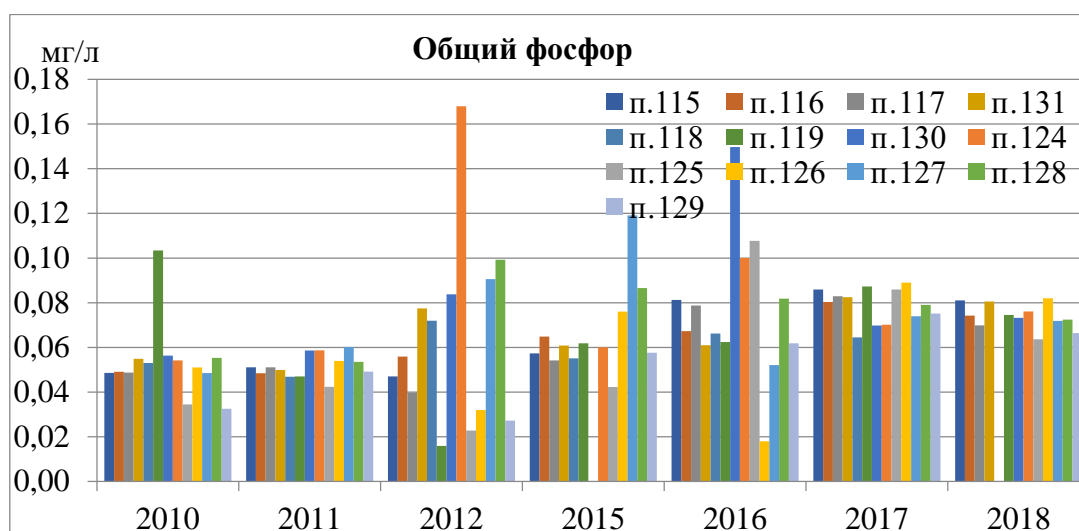


Рис. 2. Изменение общего фосфора в пунктах наблюдения о.Севан в период 2010-2018 гг.

По данным мониторинга, 2010-2018гг., содержания биогенных элементов в воде о.Севан изменялись в основном в отдельные месяцы, увеличиваясь в мае и октябре (до 2 раз), а в другие месяцы снижаясь почти до прежних значений. Было выявлено медленное увеличение содержания фосфора параллельно с увеличением количества органических загрязнителей (по оценкам БПК₅ и ХПК) примерно в 1.2–1.5 раза.

В период исследования содержание общего фосфора в воде о. Севан варьировало в пределах 0,073-0,081 мг/л (эвтрофно-гиперотрофное состояние). Следует отметить, что в естественных озерах при переходе от мезотрофного состояния к эвтрофному содержание фосфора в большинстве случаев оценивается в 0.02-0.025 мг/л. До искусственного

снижения уровня воды в о.Севан концентрация фосфора в воде составляла от 0,32 до 0,02 мг/л [3]. Таким образом, данные мониторинга показывают, что соотношение азота и фосфора в о.Севан не типично большинство случаев и у озера свой особый гидрохимический режим. Увеличение содержания фосфора в озере по сравнению с содержанием азота (снижение отношения TN/TP) свидетельствует о восстановлении прежнего гидрохимического режима озера, которое было характерно до снижения уровня воды.

Литература

1. Afanasyev G.D. "Bottom Sediments of Lake Sevan". Basin of Lake Sevan. 1933, v. III, 2, p. 53-154.
2. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005-2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. с. 28-40.
3. Даниелян К. и др., Интегральная оценка экологического состояния озера Севан. Ассоциация «За УЧР»/ UNEPCom; UNEP GRID Arendal, Ереван 2011г., 100с.
4. Обзоры гидрологического мониторинга Республики Армении (2000–2019). Ер.: ЦГМ МОС РА, 50с.
5. Schindler D.W. The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes, Proc Biol Sci., 2012, v.279 (1746), pp. 4322–4333
6. Наблюдательные пункты качества и количества воды в Армении: Министерство охраны природы Республики Армения. Ер.: Агенство гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, 2003, 20с.
7. Фомин Г.С. Вода, контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам, М.: Изд-во Энциклопедический справочник, 2000, 370с.
8. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР, Л.: Гидрометеиздат, 1977, 542с.
9. Обзоры загрязненности окружающей среды Республики Армении (1977–2007). Ер.: Агенство мониторинга окружающей среды, 50с.

К.А. Тюрина, Д.М. Успанова, О.В. Нечаева, Е.И. Тихомирова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Техногенное загрязнение ксенобиотиками I-II класса опасности является одной из глобальных экологических проблем, связанной с антропогенной деятельностью человека. В работе представлен обзор современных методов рекультивации нефтезагрязненных почв и дано обоснование перспектив разработки новых

биопрепаратов для совершенствования биологических методов утилизации нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтепродукты, нефтезагрязненные почвы, методы утилизации нефтепродуктов, биоремедиация

В настоящее время нефть является самым распространенным и востребованным источником энергии в мире. Однако вследствие несовершенства технологий добычи, нарушения правил хранения, транспортировки и переработки нефть в последние годы стала одним из приоритетных загрязнителей [1,2]. Согласно данным литературы ежегодно в окружающую среду попадает более 45 млн. тонн нефти, из которых половина загрязняет почву [3].

Попав в окружающую среду, нефть оказывает негативное воздействие на живые системы биосферы и представляет серьезную опасность для здоровья человека [4]. Нефтяное загрязнение приводит к нарушению биоценозов почв, изменению качественного и количественного состава микробного сообщества, что способствует резкому снижению продуктивности и ухудшению хозяйственной ценности земель [5]. В нефтезагрязненной почве наблюдается деградация растительного покрова, угнетение функциональной активности флоры и фауны подавляется фотосинтетическая активность высших растений. Поэтому проблема очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений является одной из самых актуальных. Сложившаяся на сегодняшний день в стране экологическая ситуация обуславливает все возрастающий спрос на создание современных технологий, обеспечивающих ликвидацию последствий разливов нефти и нефтепродуктов в окружающую среду и диктует необходимость развития для этих целей рынка эффективных, мобильных и доступных по стоимости экологических услуг.

Цель работы – анализ эффективности современных методов утилизации нефтесодержащих отходов и обоснование разработки высокоэффективного биопрепарата на основе сапрофитных бактерий и природных сорбентов.

При попадании нефтепродуктов в окружающую среду начинаются процессы их естественной деградации за счет абиотических физико-химических процессов (выветривание, испарение, фотоокисление и др.). Дальнейшая деструкция нефти происходит благодаря деятельности углеводородоокисляющих микроорганизмов, осуществляющих ее биохимическое окисление. Однако естественное самоочищение почвы – длительный процесс, особенно в регионах с умеренным и холодным климатом [6]. Поэтому для ликвидации последствий нефтяного загрязнения применяют **рекультивацию** – мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения в состояние, пригодное для использования в соответствии с целевым назначением [7].

Все подходы по рекультивации нефтезагрязненных почв можно разделить на следующие группы [8]:

1. **Механические** – локализация разлива нефти, механический сбор загрязненного грунта и вывоз его на свалку для естественного разложения или засыпку свежезагрязненной почвы песком или торфом, после чего осуществляют перепахивание или рыхление.

2. **Физико-химические** – промывка почвы с применением поверхностно-активных веществ, вентиляция грунта с помощью дренажных систем, экстракция загрязнителей летучими растворителями в промывных барабанах с последующей отгонкой остатков растворителей паром, сорбция, термические десорбция и деструкция, в процессе которых происходит выпаривание углеводородов, электрохимическая обработка с помощью погружных электродов, на которые осаждаются загрязняющие вещества, очистка ультразвуком, вызывающим кавитацию, под воздействием которой твердые частицы удаляются с поверхности почвы, сжигание [9, 10].

Недостатками этих методов являются высокие экономические, энергетические затраты, сложная аппаратура и негативное воздействие на окружающую среду, которое проявляется в уничтожении плодородного слоя почвы, трансформации одних веществ в другие, которые могут быть более токсичными по сравнению с нефтью, а также в образовании вторичных отходов, которые также нуждаются в утилизации.

3. **Биологические.** Основаны на способности живых организмов вызывать биотрансформацию нефтепродуктов. Ведущую роль в этом процессе играют углеводородокисляющие микроорганизмы, способные утилизировать нефтепродукты в процессе своей жизнедеятельности, благодаря наличию ферментной системы оксигеназ, обеспечивающих окисление углеводородов [11]. При биоремедиации нефтезагрязненных почв с помощью микроорганизмов используют два основных приёма:

– **Биостимуляция** – активация аборигенной нефтеокисляющей микробиоты путем внесения удобрений и агротехнических приемов. Данный способ эффективен при хроническом загрязнении поллютантами.

– **Биоаугментация** – внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов в составе биопрепаратов. Данный подход эффективен при низкой численности аборигенных микроорганизмов и отсутствием у них способности утилизировать широкий спектр углеводородов, а также при снижении скорости биодеструкции в регионах с холодным климатом. Внесение биопрепаратов эффективно при авариях.

К настоящему времени разработано большое количество биопрепаратов, которые в основном используются для реабилитации почв, подвергнутых нефтяному загрязнению. Наиболее известны такие биопрепараты как «Путидойл», «Деворойл», «Биодеструктор» (Валентис, Аллегро, Торнадо, Лидер), «Дестройл», «Универсал» «Лессорб-био»,

«Родер», «Экойл», «Нафтокс», «Биоойл» «Микробак». Некоторые биопрепараты могут быть использованы не только для биоремедиации почвы, но и для водных сред, а также для обезвреживания нефтяных шламов.

Основу биопрепаратов составляют один или несколько штаммов микроорганизмов-деструкторов, способных к утилизации углеводов нефти. В состав биопрепаратов могут входить ассоциации микроорганизмов разных таксономических групп. Для повышения жизнеспособности микроорганизмов в состав биопрепаратов дополнительно вносят сорбенты, стабилизаторы, консерванты, ферменты, поверхностно-активные вещества, различные органические и минеральные вещества [12].

К сожалению, многие разработанные биопрепараты не применяются. Это связано не только со сложным и многокомпонентным составом нефти и нефтепродуктов, но и с природно-климатическими и гидротермическими условиями очищаемых территорий, поскольку подавляющее большинство биодеструкторов способны эффективно утилизировать поллютанты в определенном температурном диапазоне. Кроме того, предлагаемые коммерческие биопрепараты обеспечивают эффективную деструкцию определенного поллютанта, хотя в большинстве своем почвы подвергаются комплексному воздействию загрязнителей, которые могут ингибировать биохимическую активность микроорганизмов-биодеструкторов. Поэтому разработка биопрепаратов для реабилитации техногенно-загрязненных почв сохраняют свою актуальность.

На кафедре «Экология» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. ведется разработка биопрепарата для утилизации нефтесодержащих отходов. Основу биопрепарата составляет штамм сапрофитных бактерий *Bacillus pumilus*. Предварительные исследования показали, что данные бактерии соответствуют требованиям безопасности, предъявляемым к штаммам биодеструкторам, поскольку у него отсутствуют факторы вирулентности [13, 14]. Изучение основных биологических свойств *B. pumilus* позволило установить, что эти бактерии характеризуются высокой ферментативной, в том числе и углеводородокисляющей, активностью. Данный штамм бактерий не требует особых условий культивирования, для накопления его биомассы могут быть использованы самые дешевые питательные среды, что снижает ресурсозатратность при производстве биопрепарата. Устойчивость и сохранение исходных генетически-детерминированных свойств бактерий *B. pumilus* связано с их способностью к спорообразованию, что минимизирует воздействие на них неблагоприятных факторов окружающей среды, и обеспечивает длительную циркуляцию в местах внесения биопрепарата. Высокая адгезивная способность *B. pumilus* позволяет провести его иммобилизацию

на гранулированных формах модифицированных сорбентов из природных бентонитов. Это с одной стороны обеспечивает сохранение исходных физиологических свойств штамма – деструктора и его большую устойчивость при действии неблагоприятных факторов, а с другой позволяет наиболее полно реализовать деструктивный потенциал в присутствии компонентов нефтезагрязнений в почве.

Литература

1. Экологические проблемы топливно-энергетического комплекса России // Зеленый мир. 2007. № 1-2. С. 6-8.
2. Robertson, L.W. PCBs: Recent advances in environmental toxicology and health effects / L.W. Robertson, L.G. Hansen. – University press of Kentucky, 2015. 496 p.
3. Рогозина Е. А., Андреева О.А., Жаркова С.И., Мартынова Д.А., Орлова Н.А. Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2010. Т. 5. №3. С.1-18.
4. Varjani, S.J. Polycyclic aromatic hydrocarbons from petroleum oil industry activities: effect on human health and their biodegradation / S. Varjani, E. Gnansounou, B. Gurunathan[et al.] // In: Waste bioremediation. Energy, environment and sustainability. – Springer, Singapore, 2018. P. 185-199.
5. Поконова Ю.В. Нефть и нефтепродукты. С.-Пб.: «Синтез». 2003. 902 с.
6. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ.
7. ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2017. 32 с.
8. Сулименко, Л.П. Практические аспекты использования сорбентов для санации локальных нефтезагрязненных северных территорий / Л.П. Сулименко, Л.Б. Кошкина, В.А. Маслобоев // Вестник Кольского науч. центра РАН. 2017. № 1. С. 116-123.
9. Wolińska, A. Biological activity of autochthonic bacterial community in oil-contaminated soil / A. Wolińska, A. Kuźniar, A. Szafranek-Nakonieczna [et al.] // Water Air Soil Poll. – 2016. – V. 227: 130. – doi: 10.1007/s11270-016-2825-z
10. Белик, Е.С. Оценка эффективности применения биосорбента в технологии биологической очистки воды и почвы от нефтепродуктов / Е.С. Белик // Вестн. ПНИПУ. Приклад. экология. Урбанистика. – 2017. – № 4. – С. 104-114.
11. Нечаева О.В., Каменева В.В., Бычков А.Р., Цапков Д.А., Успанова Д.М., Шуршалова Н.Ф. Разработка биопрепарата на основе природных сорбентов для реабилитации нефтезагрязненных почв // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее», Хвалынск, 2019. – С. 262-266
12. Успанова Д.М., Нечаева О.В., Шуршалова Н.Ф., Каменева В.В., Бычков А.Р. Изучение эффективности использования сапрофитного штамма бактерий *Bacillus pumilus* для утилизации ксенобиотиков I–II класса опасности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2020. Вып. 2, Т. 20. С. 200-206.

О.В. Куликова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовская государственная
юридическая академия», Саратов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматриваются отдельные аспекты внедрения элементов цифровизации в лесной сектор на территории Российской Федерации. Отмечается, что в России в 2017 году правительство утвердило государственную программу «Цифровая экономика», согласно которой к 2025 году должно быть реализовано 30 проектов, в том числе и проекты в сфере лесной промышленности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, цифровизация лесной отрасли, Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней, информационная система «Умный лес».

Лесная отрасль делает первые шаги в сторону цифровизации и управления собственными данными. Лесной кодекс Российской Федерации [1] (далее – ЛК), являясь основным нормативным актом в сфере рационального использования лесных ресурсов, охраны, защиты и воспроизводства лесов, лесоразведения, закрепляет ряд положений, направленных на цифровизацию лесных отношений.

В частности, закреплено понятие Единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины и сделок с ней (далее – ЕГАИС) [2], которая является федеральной информационной системой (правообладателем информации является Российская Федерация) и создается в целях обеспечения учета древесины, информации о сделках с ней, а также осуществления анализа, обработки представленной в нее информации и контроля за достоверностью такой информации. Благодаря ЕГАИС государство владеет сведениями о собственнике древесины на каждом этапе ее оборота, фактическом объеме купленной и проданной древесины, о происхождении древесины. Так, на официальном сайте Федерального агентства лесного хозяйства [3] размещена подробная информация для лесопользователей.

В России в 2017 году правительство утвердило государственную программу «Цифровая экономика», согласно которой к 2025 году должно быть реализовано 30 проектов, а в апреле 2019 года в число

инновационных проектов по цифровизации в регионах вошли и проекты в сфере лесной промышленности.

Вопросы использования современных информационных технологий в лесной отрасли изучаются и обсуждаются учеными и специалистами, и все приходит к выводу, что это сложный процесс. К сожалению, на сегодняшний день лесная отрасль откровенно убыточная, максимально непрозрачная и криминализованная. Процессы цифровизации, тотального федерального надзора, рациональный подход к использованию лесных ресурсов, их глубокая переработка, создание новых рабочих мест направлены на спасение и восстановление лесного сектора.

Запуск в 2015 году информационной системы ЕГАИС для контроля за сделками с древесиной является важным шагом в обеспечении экологической безопасности, однако остальная отраслевая отчетность по-прежнему собирается и передается вышестоящим органам в «ручном» режиме. При этом примерно 70% объема работы по ведению государственного лесного реестра занимает изучение и сведение различного рода документов [4].

В ряде регионов в течение 2020 года будет тиражироваться информационная система «Умный лес» (далее – ИС), в которой сформирован базовый набор функциональных возможностей, охватывающий бизнес-процессы. В будущем новая технология поможет контролировать лесной фонд, процесс вырубki и лесовосстановления, обеспечит взаимодействие всех участников лесных отношений.

ИС состоит из набора функциональных и технологических подсистем, обеспечивающих процессы сбора, обработки, хранения и представления информации. Для того чтобы грамотно спланировать свой бизнес лесопользователи, инвесторы хотели бы обладать актуальной информацией о лесных ресурсах в регионе, данных о запасах древесины на участках, выделенных для вырубki, качественных характеристиках деревьев. Государство, в свою очередь, должно владеть более четкой информацией о том, какой объем продукции перерабатывается в регионе, куда и когда перевозится лес, сколько лесопользователей сегодня существует. Для выполнения всех этих задач в России создаются информационные системы, где многие операции по оформлению документации на лесозаготовку можно выполнять онлайн, а на электронных картах отображаются лесосеки и имеющиеся лесные насаждения. Создаваемые в регионах системы включают все основные управленческие функции по контролю за лесным фондом, участниками и связанными с ними бизнес-процессами.

В частности, в платформу на территории Пермского края [5] включены следующие функции. В подсистеме «Личный кабинет пользователя» лесники могут оформить необходимые документы, в том числе, лесную декларацию, а также планировать хозяйственные

мероприятия, например, отмечать на карте местности территорию для постройки хозяйственных сооружений, организации просеки. Лесопользователь также имеет возможность отражать в системе все мероприятия по защите лесов от пожаров, вредителей и болезней.

Подсистема «Мониторинг транспортировки древесины» позволяет упорядочить процессы заготовки, транспортировки, хранения и переработки древесины на территории края, в том числе, решает задачи по предотвращению нелегального оборота древесины. Для решения этой задачи организована фотовидеофиксация лесовозной техники и распознавание объёмов перевозимой древесины. С целью выявления антропогенных (вырубка леса, гарь, ветровал) и природных изменений лесного фонда осуществляется постоянный сплошной космический мониторинг с применением технологий искусственного интеллекта.

Благодаря «Умному лесу» будет осуществляться охрана лесов от пожаров, от вредных организмов, кроме того, упростится процесс отвода лесосеки для пользователя. Ранее для определения территории лесопользователь должен был прийти в лесничество за планом местности, выехать на местность, карандашом начертить на специальных документах необходимую территорию, где должны быть произведены вырубки, просчитать все параметры, оформить документацию и направить ее в лесничество. С «Умным лесом» отводить лесосеки можно с помощью GPS-трекера, который выдается пользователю в лесничестве. Данные с трекера могут быть импортированы в систему и отображены на карте – в кабинете пользователя – и доступны управляющим органам.

Итогами создания системы должна стать полная открытая информация о лесном фонде, реестр участников процессов, прозрачность оборота древесины, а также сокращение сроков подготовки отчетности об использовании лесов от граждан, юридических лиц, осуществляющих использование лесов. Также данные, формируемые в рамках ИС, могут быть использованы в смежных отраслях: сельское хозяйство, недропользование, градостроительство.

Следует отметить, что в последнее время лесному комплексу уделяется всё большее внимание со стороны государства. Так, в 2019 году прошло несколько крупных мероприятий, важнейшее из которых — Национальный лесной форум, прошедший в шести федеральных округах страны. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации в феврале 2020 года провел круглый стол, посвященный управлению данными в лесной отрасли и созданию единой цифровой платформы, необходимой для организации эффективного и устойчивого управления отраслью [6].

Одним из лидеров цифровизации лесной промышленности в мире является Финляндия. Там еще в середине 2000-х годов была основана компания MNG Systems, основной целью которой стала цифровизация

лесного хозяйства, и на сегодняшний день у компании уже 3 тыс. крупных клиентов в странах Евросоюза. Разработанная MNG Systems платформа позволяет соединить в единую сеть заготовщиков леса, покупателей, представителей власти и в реальном режиме получать информацию об объеме лесных ресурсов. В итоге, по данным Eurostat, Финляндия смогла добиться производительности труда в лесной отрасли на уровне €152,5 тыс. в год на человека, более высокий результат зафиксирован только в соседней Швеции — €156,4 тыс. По аналогичному пути примерно в то же время пошла Канада. Согласно отчету канадского правительства, благодаря цифровизации в промежуток с 2005 по 2015 год лесная промышленность страны сократила использование энергии на 31%, а выбросы парниковых газов — на 49% [7].

Использование современных информационных технологий в лесной отрасли – это сложный процесс, направленный наряду с тотальным федеральным надзором, обеспечением рационального подхода к использованию лесных ресурсов, их глубокой переработке на спасение и восстановление лесного сектора.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ, ред. от 31.07.2020 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (22.10.2020)
2. О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: федер. закон от 28.12.2013 № 415-ФЗ, ред. от 21.07.2014 – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru> (22.10.2020)
3. Единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://lesega.ru> (22.10.2020)
4. Ю.И. Беленький. Лесная наука должна получать достойное государственное финансирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://nstar-spb.ru> (12.10.2020)
5. Пермская система «Умный лес» решит вопросы лесной отрасли [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://primeru.net/life_news/3814 (23.01.2020)
6. Круглый стол «Цифровизация лесной отрасли – переход к идеологии управления данными» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ac.gov.ru> (22.10.2020)
7. Лес в ожидании «цифры» [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://plus.rbc.ru> (22.10.2020)

А.И. Купцов, Ф.М. Гимранов

Казанский национальный исследовательский технологический университет

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Разработана искусственная нейронная сеть для прогнозирования предельно допустимых концентраций на примере экспериментальных данных экспериментов «Prairie Grass».

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, выброс газа, ПДК, опасный газ

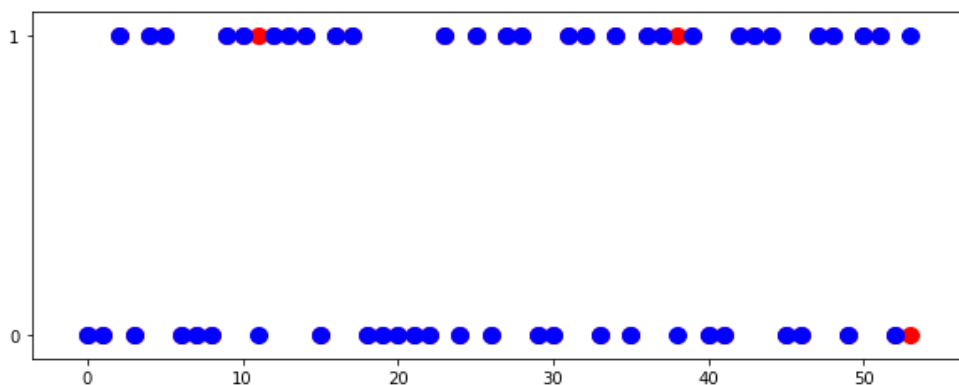
В данной работе использовались экспериментальные данные 68 экспериментов «Пририя Грасс» («Prairie Grass»). Классические эксперименты проводились с июля по август тысяча девятьсот пятьдесят шестого года. Из источника высотой полметра выбрасывался опасный газ – диоксид серы (SO_2). Концентрации выброшенного газа замерялись по радиусу на расстоянии 50, 100, 200, 400 и 800 метрах от источника. Фиксировались также концентрации по высоте и метеорологические параметры. Результаты (данные) экспериментов представлены в формате «угол, расстояние от источника, значение концентрации» [1-3]. Целью данной работы являлось прогнозирование концентраций с помощью искусственно нейронной сети. Параметры «угол, расстояние от источника» являлись исходными данными для обучения искусственной нейронной сети, а значение концентрации – прогнозируемой величиной.

Авторами, рассмотрен диапазон значений концентраций, которые замерялись по вертикали (54 значения). Подобное количество слишком мало, для регрессионного обучения, а, треть подобного набора равна или близка к нулю. В связи с этим принято решение использовать метод классификации.

Данные разделяются на 2 типа: значения выше предельно допустимой концентраций (ПДК) диоксида серы ($0,5 \text{ мг/м}^3$) – опасные концентрации, и, значения, ниже ПДК – безопасные концентрации. Решением служит прогнозирование той или иной концентрации к одному из типов. Для построения модели была использована функции MLPClassifier библиотеки scikit learn. Для оценки адекватности модели была выбрана метрика F1, значение которой стремится к 1 в случае идеальной модели.

Для всех экспериментов было проведено моделирование по методу классификации: среднее значение метрики F1 по всем экспериментам составляет 0,9, что свидетельствует о крайне высокой степени точности

предсказаний. Распределение полученных результатов для одного из экспериментов представлено на рисунке.



Результаты моделирования с использованием метода классификации

Согласно рисунку всего лишь 3 значения из всего набора данных были классифицированы неверно.

Таким образом, при малых количествах данных, можно достаточно точно прогнозировать безопасные значения концентраций, путем применения метода классификации, и с высокой точностью их разделять от концентраций, превышающих ПДК. Полученные результаты можно использовать при решениях экологических задач, а также при прогнозировании границ возможных загазованных зон в случаях неконтролируемых выбросов опасных газов, связанных с авариями при разрушениях емкостей и технологических трубопроводов.

Литература

1. Barad, M.L. (Editor) (1958): Project Prairie Grass, A Field Program In Diffusion. Geophysical Research Paper, No. 59, Vol I , Report AFCRC-TR-58-235(I), Air Force Cambridge Research Center, 299 pp.
2. Barad, M.L. (Editor) (1958): Project Prairie Grass, A Field Program In Diffusion. Geophysical Research Paper, No. 59, Vol I I, Report AFCRC-TR-58-235(II), Air Force Cambridge Research Center, 218 pp.
3. Haugen, D.A. (Editor) (1959): Project Prairie Grass, A Field Program In Diffusion, Geophysical Research Papers, No. 59, Vol III, AFCRC-TR-58-235(III), Air Force Cambridge Research Center, 686 pp.

С.С. Мешков^{1,2}, В.А. Углев²

¹ФГУП Горно-химический комбинат, Железногорск

²ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет, Железногорск

ПРОЦЕССЫ В ЖИДКОСОЛЕВЫХ РЕАКТОРАХ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ

Рассматривается перспективный тип ядерных реакторов (жидкосолевые) с позиции автоматизации управления их функционированием. Приводятся сведения о проекте сооружения такого реактора на базе ФГУП ГХК на территории ЗАТО Железногорск.

Ключевые слова: жидкотопливный реактор, жидкосолевой реактор, автоматизация, управление, мониторинг, безопасность, АСУТП, распределенный реестры

Атомная энергетика является одним из ключевых источников энергии в переходной экономике пятого-шестого технологических укладов [1]. Она позволяет генерировать гигаватты энергии для нужд народного хозяйства и, вместе с тем, может стать источником серьезных экологических проблем и рисков. С развитием техники и технологии, ядерные реакторы от поколения к поколению становятся безопасней, а проекты реакторов IV поколения базируются на последних требованиях МАГАТЭ. Одним из перспективных типов реакторов являются жидкотопливные. Рассмотрим их подробнее.

Жидкотопливный реактор (ЖТР) – это физико-химический ядерный аппарат в котором осуществляется непрерывное управление ядерно-физическими, химическими и теплофизическими процессами протекающими в топливе, находящемся в жидкой фазе [2]. Возможность непрерывной корректировки физико-химических свойств топлива в аппаратах данного типа, делает их крайне конкурентными в сравнении с твердотопливными реакторами. В качестве теплоносителя в жидкотопливных реакторах могут выступать водные растворы и суспензии урана [3], жидкометаллическое топливо, расплавленные соли [4]. Особенностью таких реакторов является объединение в той или иной степени в одном аппарате двух функций. Это собственно энергетический ядерный реактор и система регенерации топлива. Это позволяет получить преимущества при проектировании атомных станций. Описанный функционал жидкотопливной ядерной установки, позволяет разместить на одной площадке подавляющее большинство объектов связанных с замыканием ядерно-топливного цикла, обеспечив значительное снижение будущих затрат на обращение с отработавшим ядерным топливом.

Вместе с тем, ЖТР, имеет и ряд специфических преимуществ в сравнении с реакторами на твердом топливе. Отметим наиболее значимые из них:

- Высокоэффективный баланс нейтронов, достигающийся постоянной очисткой топлива и отсутствием в активной зоне избытка конструкционных материалов, осуществляющих паразитный захват нейтронов.

- Низкая удельная загрузка топливом (в пределах 1,5 кг/МВт), достигающаяся наличием топлива в системе регенерации и теплообменнике.

- Глубокое выгорание топлива, достигающееся непрерывной очисткой топливной смеси от вредоносных продуктов деления.

- Высокий, в сравнении с твердотопливными, уровень ядерной безопасности (ЯБ) реакторов с жидким топливом, достигается в первую очередь за счет отрицательного температурного коэффициента реактивности. Так же, положительными с точки зрения ЯБ являются отсутствие избыточного давления в активной зоне и отсутствием большого количества тепловыделяющих элементов (как мы помним в ЖТРах он по сути один).

- Широкий спектр применения, в том числе за счет высоких температур в активной зоне [5].

Среди жидкотопливных ядерных установок в отдельный кластер следует выделить аппараты работающие на расплавах фтористых солей легких металлов, которые имеют относительно высокую способность к растворению в себе соединений Урана и имеющих собственную температуру плавления порядка 500 градусов по Цельсию.

На сегодняшний день, ряд компаний из США, Канады, Франции, Китая, а так же в России, работают над созданием опытных, а в перспективе промышленных образцов ЖСР.

В рамках глобальной работы по замыканию ядерно-топливного цикла, реализуемой Госкорпорацией «Росатомом», в ЗАТО Железногорск, Красноярского края, планируется к созданию (2031 год) исследовательский жидкосолевой ядерный реактор (ИЖСР) [6]. Созданию ИЖСР предшествует большой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В первую очередь, перед учеными предприятия и отрасли ставится задача выбора основного конструкционного материала, способного выдержать повышенные коррозионные нагрузки, создаваемые в том числе в активной зоне будущего ИЖСР. Для этого требуется создать испытательный стенд (установку), для выбора такого материала, который позволит обеспечить проектный срок службы будущего ИЖСР.

Рассмотрим архитектуру жидкостно-солевого реактора (ЖСР). В качестве основных структурных элементов энергетической ядерной жидкосолевой установки, можно выделить: активная зона (реактор);

система переработки/очистки топливной соли; топливный насос; система отвода и очистки газов; контур с топливной солью; теплообменник; второй контур; насос второго контура; парогенератор; паровой контур; паротурбогенератор [7]. Они объединяются в единую систему, обеспечивая в режиме штатного функционирования преобразование энергии ядерного распада в тепловую и электрическую энергию.

Высокий уровень ядерной безопасности ЖСР, обеспечиваемый особенностями его конструкции и физико-химической спецификой топливной композиции имеет свою обратную сторону, выражаемую высокой радиационной нагрузкой. В отличие от твердотопливных ядерных установок, нарушение герметичности тепловыделяющего элемента в ЖСР приведет к серьезной аварии, сопряженной со значительными дозовыми нагрузками на обслуживающий и ремонтный персонал. В связи с этим, при проектировании ЖСР уделяют особое внимание вопросам герметичности корпуса реактора и первого контура, которое выражается в первую очередь в выборе конструкционных материалов.

Управление технологическим процессом ядерной энергетической установки является сложной и ответственной задачей, в виду наличия значительного количества вредных и опасных производственных факторов способных негативно повлиять как на ремонтный, обслуживающий и эксплуатирующий установку персонал, так и на экологическую обстановку прилегающей территории.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) современных атомных станций, представляют собой сверхнадежные и функциональные системы позволяющие обеспечить все требования нормативной документации предъявляемые к объектам использования атомной энергии. Это достигается за счет применения оборудования разработанного и сертифицированного для использования на ЯЭУ, а так же за счет многократного функционального дублирования подсистем.

В связи с отсутствием на сегодняшний день в промышленной эксплуатации достаточного количества ЖТР, существует проблема дефицита статистических данных, которые можно использовать в качестве исходных для проектирования АСУТП как ИЖСР, так и «Исследовательской установки для коррозионных испытаний конструкционный материал-топливная соль».

Автоматизация технологического процесса на базе перечисленного оборудования, с учетом необходимости высокоточного соблюдения норм технологических режимов, представляет собой сложный процесс, как с точки зрения определения общей концепции, так и последующего подбора оборудования (средств измерения и автоматизации).

Рассмотрим задачу синтеза системы управления, адаптированной для ЖСР. Для этого выделим нижний, средний и верхний уровни АСУТП.

Нижний уровень АСУТП включает в себя датчики, первичные преобразователи, исполнительные механизмы, которые в случае с ЖСР должны учитывать специфические условия эксплуатации, в первую очередь заключающиеся в повышенном воздействии ионизирующего излучения. Вместе с тем, высокая скорость протекания химических реакций в комплексе установок ЖСР, предъявляет дополнительные требования к скорости реагирования на изменение параметров измеряемой и контролируемой среды. Так же, в виду высокой ответственности технологического процесса, следует отметить повышенные требования к классам точности средств измерений и длительного срока наработки на отказ и надежности всех средств автоматизации проектируемой системы. Передача информации от оборудования нижнего уровня в надсистему, осуществляется с использованием стандартных унифицированных выходных сигналов (аналоговых, дискретных, цифровых).

Средний уровень АСУТП базируется на локальных контроллерах, сгруппированных по географическому или функциональному признаку в локальных шкафах контроллеров, которые, как правило, располагаются в непосредственной близости к технологическому оборудованию и сообщаются между собой и с надсистемой, в случае необходимости реализации технологических блокировок или передачи параметрической информации, по средством цифрового канала связи. Стоит отметить, что локальные автоматизированные рабочие места (АРМ) технологического персонала, установленные в технологических отделениях, тоже входят в состав среднего уровня АСУТП.

Для ЖСР как объекта управления, при выборе оборудования среднего уровня, так же должна быть учтена специфика, заключающаяся в предъявлении повышенных требований к надежности, точности, быстродействию и устойчивостью к воздействию ионизирующих излучений оборудования.

Верхний уровень АСУТП ЖСР, должен представлять собой автоматизированное рабочее место оперативного технологического руководителя, на базе мощного промышленного компьютера, головная часть которого расположена на основном и резервном блочных щитах управления реактором. Функционал верхнего уровня системы должен обеспечивать возможность непрерывного контроля и регистрации всех ответственных технологических параметров, а также возможность оказывать управляющее воздействие, по средством управления исполнительными механизмами, на все ключевые технологические процессы. В качестве подсистемы верхнего уровня АСУТП ЖСР, рассматривается серверное хранилище поступающих данных с оборудования нижнего уровня о состоянии и ходе технологического процесса.

Работа с массивом данных от оборудования нижнего уровня, является отдельной задачей, актуальность которой продиктована новизной жидкосолевого ядерного реактора как технологического объекта. Машинная обработка и детальное изучение собранных статистических данных технологического процесса, позволит значительно ускорить и повысить качество принимаемых технологических решений в ходе освоения новых технологий.

В качестве топлива в ЖСР используются материалы I класса опасности (уран/плутоний/нептуний/америций/кюрий). Отходы производства будут давать также материалы I класса опасности. Качественная работа с массивами данных, позволит автоматизировать и значительно облегчить задачу учета и контроля ядерных материалов на объекте.

Обработку данных технологического оборудования предлагается осуществлять с использованием технологий распределенных реестров [8]. Данная технология обеспечит процесс фиксации и контроля за всеми событиями (как смарт-контрактами), происходящими с ядерными материалами. Повышенная устойчивость к попыткам фальсификации данных реестра [9] позволяет повысить надежность и эффективность учета ускорит проведение служебных расследований в случае выявления нарушений.

Эксплуатация перспективного ЖСР, обращение со свежим и переработка отработанного топлива реактора такого типа, являются потенциально опасными для экологии региона [7].

Рассмотрев жидкостно-солевой реактор как объект автоматизации, можно констатировать следующее:

- во-первых, система управления данной установки, не будет иметь принципиальных отличий от АСУТП традиционных, твердотопливных реакторов, однако, в виду наличия существенных различий в структуре технологического процесса, в ЖСР будет иметь ряд функциональных отличий;

- во-вторых, особые требования к структуре системы, заключающиеся в многократном функциональном дублировании и отдельным ее элементам, продиктованы новизной технологии и отсутствием должного объема статистических данных по ведению подобных технологических процессов.

- в-третьих, движение материалов I класса опасности рационально организовать на базе технологии распределенных реестров.

Все это позволяет учесть специфику реактора на этапе проектирования системы управления, заложив в нее возможности использования современных средств автоматизации мониторинга и контроля технологических процессов. В связи с этим, системный подход при решении вопросов по АСУТП ЖСР на стадии проектирования

реакторной установки, является ключевым аспектом в решении задач экологического мониторинга на площадке размещения установки и объектов по обращению с топливными компонентами, отработанной топливной соли.

Литература

1. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г. Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992. 207 с.
2. Игнатъев В.В., Фейнберг О.С., Загнитько А.В. и др. Жидкосолевые реакторы — новые возможности, проблемы и решения // Атомная энергия. 2012. т. 112, вып. 3. С. 157-165.
3. Lane J. A., Macpherson M.G., Maslan E. Fluid fuel reactors. New York, Addison-Westly, Reading, Mass, 1958.
4. Фейнберг С. М. Быстрые газовые и тепловые реакторы-размножители. Атомная энергия. 1974. т. 37, вып 1. С. 3-10.
5. Molten-salt Reactors for High Temperatures. «Trans. Amer. Nucl. Soc.», 1975, v. 20, p. 703. Auth.: P. Faugeras, A. Lecocq, J. M. Blum, M. Grenon.
6. Сайт «Страна-Росатом» [Электронный ресурс]: Режим доступа - <http://strana-rosatom.ru/2020/05/12/жидкосолевой-реактор-в-разрезе/>.
7. Татауров А.Л., Фейнберг О.С. Жидкосолевой реактор для производства ⁹⁹Mo. Атомная энергия. 2017. т. 122, вып. 5. С. 250-253.
8. Wüst K., Gervais A. Do you Need a Blockchain? // 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT). DOI 10.1109/CVCBT.2018.00011.
9. Репин М.М., Пшихотская Е.А. Обеспечение информационной безопасности смарт-контрактов в системах на основе технологии распределенных реестров // Системны администратор. 2019. №5. С. 70-73.

А.Т. Павлов, Ю.Н. Павлова, П.А. Павлова

ООО НПП «Инноватика и экология», г. Саратов

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ С БЕСПИЛОТНОГО ДРОНА – ДИАГНОСТИКА ДИНАМИКИ ПОДПОВЕРХНОСТНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГЕОЭЛЕКТРОРАЗВЕДКОЙ ЗСБ В АЭРОВАРИАНТЕ

Предлагаем регулировать при мелиорации объёмы и сроки полива как с учётом осадков, так и с учётом распределения и динамики подъёма солей к поверхности (минерализации) и обводнения в подземном разрезе на полях. На основе диагностики и мониторинга подземного распределения минерализации. Без бурения скважин, отбора и анализа керн. Результаты измерений цифровой аэрогеофизической платформы позволяют получить цифровую, высокоточную 2D, 3D модели геоэлектрической структуры подземного разреза, с отображением распределения минерализации и обводнённости на глубину 0,5 - 7 метров. Имеется успешно испытанный на различных

задачах прототип программно-аппаратного комплекса ЗСБ наносекундного диапазона. Оперативная диагностика и мониторинг распределения подземной минерализации позволит точному земледелию предотвратить вторичное засоление полей и продлить плодородие полей.

Ключевые слова: вторичное засоление полей, точное земледелие, аэрогеофизика, диагностика, мониторинг, геоэлектроразведка, 2D, ЗСБ, минерализация.

Проект для решения глобальной мировой проблемы – предотвращению вторичного засоления полей при мелиорации в сельском хозяйстве. Мировая практика мелиорации показывает, что около трети полей быстро становятся солончаками из-за подъёма солей из подземных солевых пластов. В Поволжье при мелиорации около половины плодородных полей превратились в солончак. Без вмешательства человека эти поля были плодородны.

Предлагаем регулировать при мелиорации объёмы и сроки полива не только с учётом осадков, но и с учётом распределения минерализации в подземном разрезе на полях и динамики подъёма к поверхности солей.

Без бурения скважин, отбора, лабораторного анализа керна и построения карты подповерхностного засоления. Получаем результаты измерений с цифровой аэрогеофизической платформы ЗСБ. В результате компьютерной интерпретации и визуализации строится цифровая, высокоточная 2D, 3D модели геоэлектрической структуры подземного разреза, с отображением распределения минерализации и обводнённости на глубину 0,5 - 7 метров. Можно оперативно проводить диагностику и мониторинг распределения минерализации и оценить динамику подъёма засоления к поверхности при поливах.

Основа для разработки инструментальной цифровой аэрогеофизической платформы – разработанный в ООО НПП прототип электромагнитного зондирования наносекундного диапазона (на основе саратовского бренда ЗСБ), успешно испытанный в производственных условиях на подобных задачах. Предлагается размещение цифровой геофизической платформы на беспилотном ЛА для проведения оперативных подповерхностных зондирований и цифровой обработки и интерпретации результатов измерений.

Размещение на БПЛА позволит повысить производительность и снизить стоимость диагностики на порядок. За счёт работ на малых высотах, повысить чувствительность и разрешение. Разрешение предлагаемого аппаратно-программного комплекса (1,5-3%) значительно превышает возможности российских и мировых разработок (30%). Аналогов в мире нет. Была не удачная попытка НАСА США повторить нашу саратовскую технологию и оборудование ЗСБ наносекундного диапазона в российско-американской программе зондирования Марса в начале 90-х [1]. Прибор “TEM FAST 48” ЦГЭМИ АН г. Троицк разработанный под эгидой НАСА США при испытаниях в Аризоне в США

и в Якутии на мерзлоте (Россия) оказался "слепым" на высокоомных и слабоконтрастных объектах.

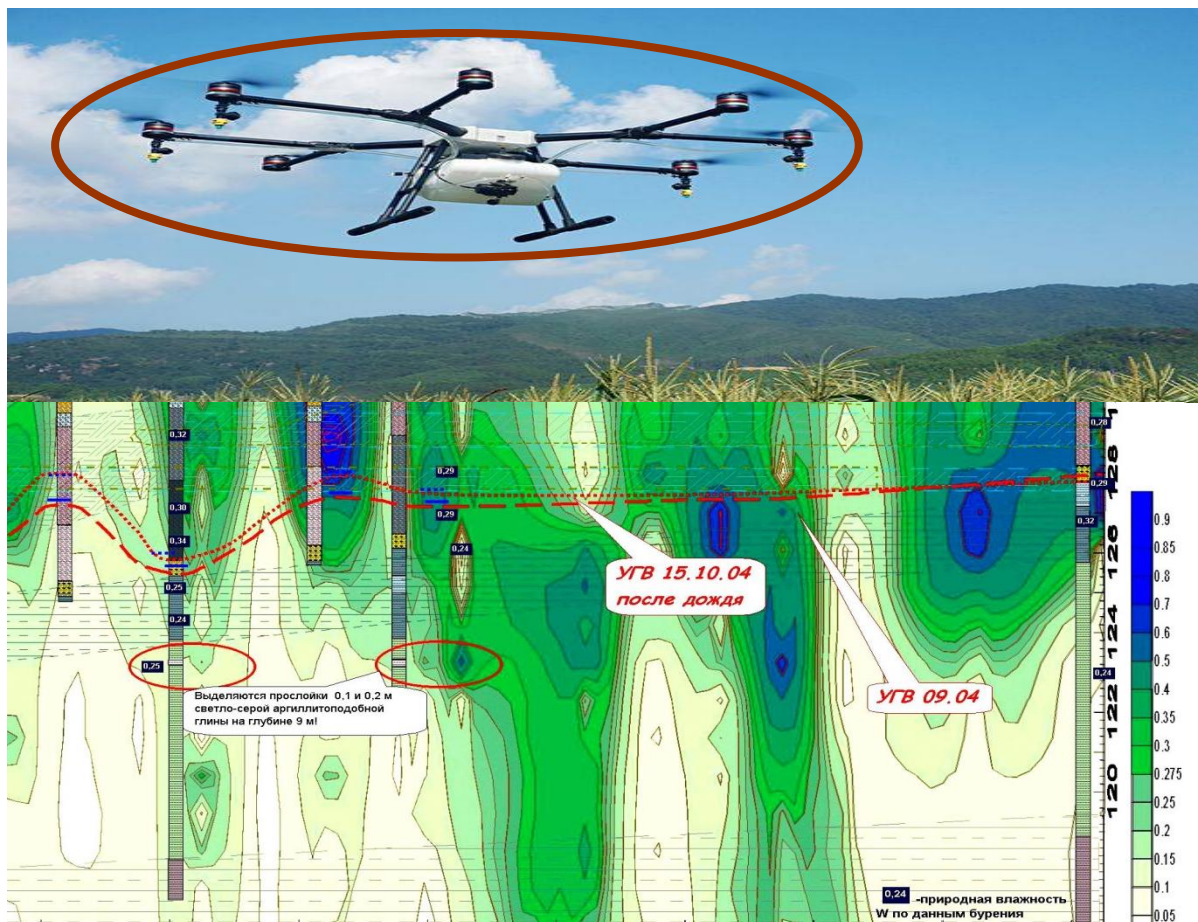


Рис.1 Аэроэлектроразведка ЗСБ с БПЛА.

Перспективно применение технологии и комплекса в инженерной геологии (транспортные магистрали, трассы газо- и нефтепроводов), и гидрогеологии (поиски пресных вод), геоэкологии, геологоразведка, поиск не разорвавшихся боеприпасов, подповерхностное зондирование планет (Луна, Марс, спутник Юпитера Европа) по задачам РОСКОСМОС. Здесь ответ РОСКОСМОС [2] на мой запрос об актуальности разработки в настоящее время.

Проект прошёл обсуждение на экспертной сессии АЭРОНЕТ НТИ в точке кипения г. Москва, во ФРИИ в 2019 году для фирмы Bauer [3], на международной конференции по цифровизации и применению беспилотников в с/х в г. Москве и на конференции в г. Белгороде по линии Аэронет НТИ - АгроНТИ в 2019 г.

Подробнее о технологии, оборудовании и результатах испытаний в нашей статье в журнале "Физика Земли" АН РФ №3 2007г. [4], или три наши доклада на производственной конференции АЛРОСА в 2014 году [5].

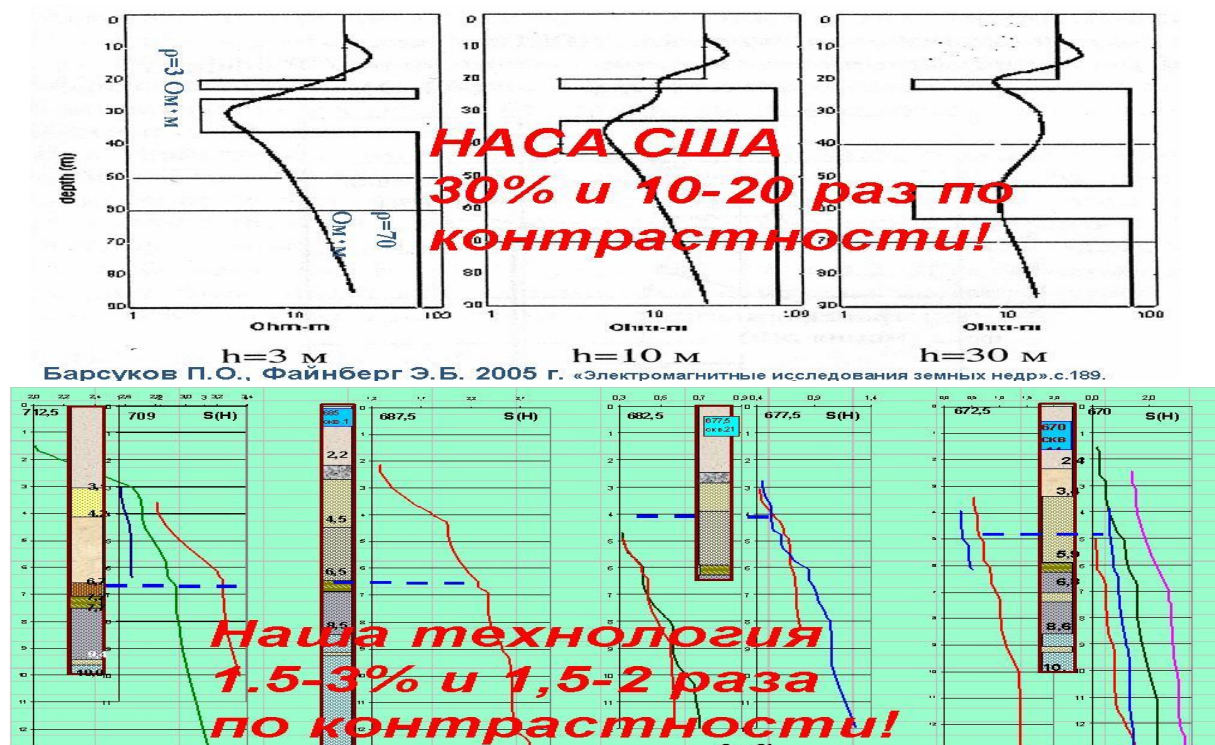


Рис.2 Сравнение погрешности измерений параметров георазреза с мировыми конкурентами (НАСА США «TEM FAST 48», «Цикл», «Импульс», «Код»).

Рациональное природопользование и точное земледелие, на основании оперативных данных об изменении подземной минерализации, позволит предотвратить вторичное засоление полей и продлить плодородие полей сельхозназначения.

Литература

1. http://www.iki.rssi.ru/MARSES/rus_win/instr.htm
2. <https://yadi.sk/d/wOAxZKWSzdrf>
3. https://www.youtube.com/watch?v=-_jDo4fnp8Y&feature=youtu.be
4. <https://yadi.sk/d/AQ1XfgcN3PNHQ5>
5. <https://yadi.sk/d/qaM94xD53JKTbC>

Современные методы выявления экотоксикантов в объектах окружающей среды и оценка их воздействия на экосистемы и здоровье человека

**О.М. Антонова, Н.А. Пантелеев, М.А. Стрелина, Е.И. Тихомирова,
Т.В. Анохина***

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

*Саратовский государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского

НОВЫЕ ПОДХОДЫ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ТОКСИКОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЧЕЛОВЕКУ

Для экспресс-оценки токсикометрических характеристик соединений тяжелых металлов и их влиянию на здоровье человека при поступлении в организм ингаляционным путем предложен новый подход, позволяющий по концентрации вещества в воздухе прогнозировать токсикометрические показатели соединений тяжелых металлов применительно к человеку за счет определения отдельных физиологических показателей.

Ключевые слова: токсичность, тяжелые металлы, атмосферный воздух, ингаляционное поступление вещества в организм, математическое моделирование

Токсичность ряда тяжелых металлов, их участие в биогеохимических процессах и значительное техногенное поступление в атмосферу обусловили ведущее место среди загрязняющих веществ, подлежащих наблюдению и контролю. Тяжелые металлы входят в список приоритетных загрязняющих веществ, принятый Европейским сообществом (ЕС) в 1982 г. и Агентством по охране окружающей среды США (US EPA) [1, 2]. Наблюдения за загрязняющими веществами, входящими в список приоритетных веществ, обязательны во всех средах. Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк [3]. В настоящее время все более возрастает важность совершенствования методологии оценки эффектов рисков для здоровья населения в условиях неблагоприятного воздействия факторов среды обитания для регулирования уровня здоровья населения с помощью реализации целенаправленных мероприятий. Критериальная оценка эффектов и

доказательство причинно-следственных связей негативных ответных реакций организма с воздействием факторов внешней среды являются значимыми для задач повышения эффективности мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Цель работы: обосновать новый подход экспресс-оценки токсикометрических характеристик тяжелых металлов, применительно к человеку, для контроля состояния здоровья населения вблизи производственно-технических комплексов по утилизации отходов, содержащих тяжелые металлы.

Основными источниками поступления металлов в окружающую среду являются предприятия металлургической, металлохимической, химической, авиационной промышленности, приборостроения, радиотехники, электроники, машиностроения; производства, осуществляющие процессы сварки, пайки, гальванизации. Мощным фактором контаминации окружающей среды металлами являются процессы сжигания всех видов топлива, а также промышленных отходов. К непосредственным причинам загрязнения почвы и подземных вод относится захоронение твердых промышленных отходов. Использование соединений металлов в качестве пестицидов и удобрений также приводит к накоплению их в объектах среды обитания человека [4-7].

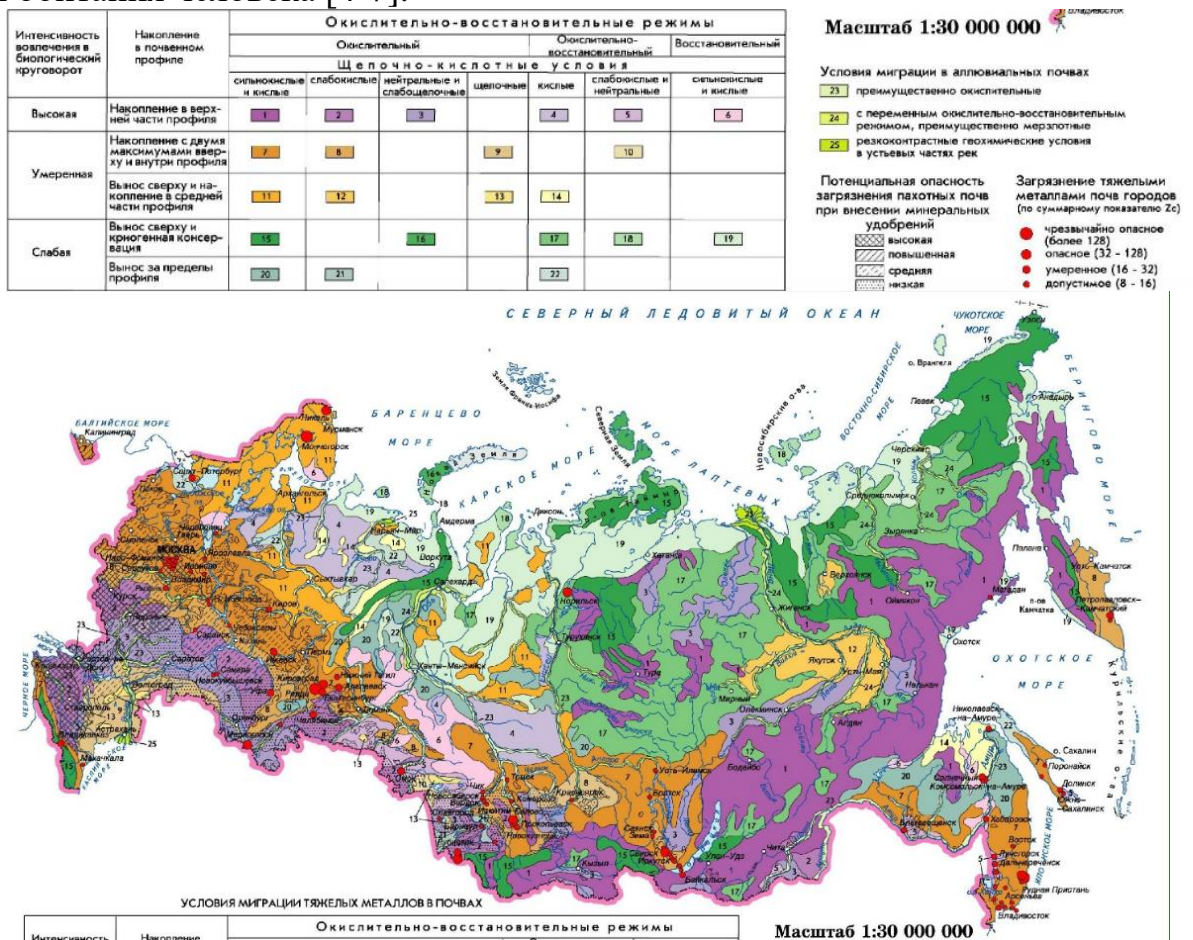


Рис. 1. Тяжелые металлы в почвах Российской Федерации [8]

Оценка качества атмосферного воздуха в городах РФ за период с 2005 по 2009 г., выполненная по данным федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, свидетельствует, что свинец и его соединения и хром⁺⁶ вошли в перечень ведущих загрязнителей (превышающих ПДК_{с.с} в 5 раз и более) [8]. Количество населения, подверженного высоким уровням загрязнения атмосферного воздуха, в 2005–2007 гг. составляло до 3587,8 тысяч человек. В условиях среднегодовой концентрации свинца в пределах 0,1–0,2 мкг/м³ (0,3–0,7 ПДК_{с.с}) проживает около 10 млн человек [9, 10]. Среднегодовые концентрации марганца в атмосферном воздухе крупных городов, не имеющих металлургических предприятий, составляют 0,03–0,07 мкг/м³ (0,1–0,2 ПДК_{с.с}).

Присутствие металлов в окружающей среде приводит к поступлению их в организм человека с водой, пищевыми продуктами, вдыхаемым воздухом. Вместе с тем, органом-мишенью любого металла является система органов пищеварения, что связано с двумя факторами. Во-первых, желудочно-кишечный тракт может непосредственно подвергаться воздействию металлов на этапе их поступления в организм [11], причем не только с водой и пищевыми продуктами, но и с вдыхаемым воздухом за счет заглатывания со слюной [12, 13]. Во-вторых, возможность токсического влияния металлов на функцию пищеварения связана с процессом выведения указанных веществ из организма, так как одним из путей их эвакуации является желудочно-кишечный тракт [12], значение которого в данном процессе существенно повышается при токсическом поражении почек [14]. Кроме того, соединения металлов могут воздействовать на органы пищеварения (слизистую оболочку желудка и кишечника, поджелудочную железу, печень). Данные представлены в таблице.

Для оценки опасности соединений металлов, по расчету оценки опасности и по их влиянию на функцию пищеварения в минимально действующих дозах при интраперитонеальном введении и пересчете в пороговые концентрации атмосферного воздуха существует способ-прототип.

Расчет для металлов проводили по формуле:

$$МДД = \frac{МДК * 100}{(40 * 0,6W) * V}$$

где *МДК* — минимальная действующая концентрация (мг/м³);

МДД — минимальная действующая доза при интраперитонеальном введении (мг/кг);

W — объем всасывания металла из желудочно-кишечного тракта в кровь (%);

V — объем вдыхаемого за сутки воздуха (м³).

Таблица

Критические органы и системы и ожидаемые виды заболеваний при хронической внешне средовой экспозиции ряда тяжелых металлов

Металл	Ингаляционный путь поступления			Пероральный путь поступления	
	RfC, мг/м ³	Критические системы и органы	Среднегодовые концентрации (мг/м ³) в атмосферном воздухе	RfD, мг/кг	Критические системы и органы
марганец	0,00005	ЦНС; нервная система; органы дыхания; костно- мышечная система	0,0009±0,0001	0,14	ЦНС, система крови и кроветворных органов;
Никель	0,00005	Органы дыхания; система крови и кроветворных органов; иммунная система; ЦНС	0,0005±0,00007	0,02	печень; сердечно-сосудистая система; желудочно-кишечный тракт; щитовидная железа
Хром ⁺⁶	0,0001	Органы дыхания; печень; почки; иммунная система; желудочно-кишечный тракт; сердечно-сосудистая система	оксида хрома – 0,0007±0,00009	0,003	Печень; почки; желудочно-кишечный тракт; слизистые оболочки щитовидная железа
Свинец	0,0005	ЦНС; система крови и кроветворных органов; в сердечно-сосудистая система; репродуктивная система; эндокринная система; почки	0,0003±0,00001	0,0035	ЦНС; система крови и кроветворных органов; процессы развития; репродуктивная система; эндокринная система

При расчете исходили из следующих положений:

- объем всасывания металлов в кровь непосредственно в органах дыхания приняли за 40% [2, 3];
- объем всасывания металлов в кровь из желудочно-кишечного тракта вследствие заглатывания пыли со слюной с учетом данных

литературы приняли для цинка — 50% [15-17], свинца — 10% [15, 18], хрома — 10% [16], молибдена и вольфрама — 70% [15, 19, 20];

— объем вдыхаемого за сутки воздуха для человека массой 70 кг определили как $35 \text{ л/мин} \cdot 60 \text{ мин} \cdot 24 \text{ часа} = 16800 \text{ л} = 16,8 \text{ м}^3$ [3].

По аналогии разработан новый способ прогноза токсикометрических показателей применительно к человеку для соединений тяжелых металлов зависимости типа:

$$D_{\text{инг}} = Z \cdot \text{ДК}, \text{ где}$$

$D_{\text{инг}}$ – доза, полученная человеком при ингаляционном пути поступления, мг/кг;

Z – ряд характеристик отражающих ряд физиологических показателей;

ДК – действующая концентрация в приземном слое атмосферы (рабочей зоны), мг/м^3 .

Выводы:

1. Проведен анализ токсикологических характеристик металлов, широко используемых в производственной деятельности. Показано, что наиболее сложным для оценки соединений тяжелых металлов токсикометрических характеристик является ингаляционный путь поступления, вследствие трудности определения дозы, полученной организмом выраженной в размерности мг/кг.

2. Показаны особенности действия тяжелых металлов на организм человека при ингаляционном пути поступления, которая также связана с негативным воздействием на органы пищеварения (слизистую оболочку желудка и кишечника, поджелудочную железу, печень) в следствии того, что одним из путей эвакуации данных соединений является желудочно-кишечный тракт.

3. По данным, полученным в работе, оформляется заявка на изобретение.

Литература

1. Директива Европейского парламента и совета 2000/60/ЕС, которой устанавливаются рамки действий сообщества относительно политики в сфере водного хозяйства. – Люксембург, 2000.

2. Petncom E., Liotta L. Clinical applications of proteomics // J. Nutr. 2003. Vol. 133. – P. 2476S–2484S.

3. Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: Изд-во РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 199 с.

4. Мудрый, И.В. Тяжелые металлы в системе почва – растение – человек (Обзор)

// Гигиена и санитария. 1997. № 1. С. 14—17.

5. Оценка опасности промышленных отходов, содержащих тяжелые металлы / Н.В. Русаков [и др.] // Гигиена и санитария. 1998. № 4. С. 27-29.

6. Роцин, А.В. Загрязнение окружающей среды металлами // Металлы. Гигиенические аспекты оценки и оздоровления окружающей среды : сб. науч. тр. / под ред. А.А. Каспарова, Ю.Г. Широкова. М., 1983. С. 7-15.

7. Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.П. Тяжелые металлы во внешней среде: Современные гигиенические и токсикологические аспекты. Минск : Навука і тэхніка, 1994. 285 с.

8. Ревич Б.А. Горячие точки химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / под ред. В.М. Захарова. М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. 192 с.

9. Колпакова, А.Ф. Загрязнение среды обитания Таймырского автономного округа тяжелыми металлами и содержание их во фракциях крови населения // Медицина труда и промышленная экология. 1999. № 11. С. 5-8.

10. Черняева Т.К., Кузмичев Т.Г., Божатков Д.К. Загрязнение окружающей среды промышленного города тяжелыми металлами и состояние здоровья детей // Материалы 8-го Всерос. съезда гигиенистов и санитарных врачей : сб. науч. тр. / под ред. А.И. Потапова. М., 1996. Т. 1. С. 202-204.

11. Любченко, П.Н. Интоксикационные заболевания органов пищеварения. Воронеж, 1990. 182 с.

12. Donaldson R.M., Barreras R.E. Intestinal absorption of trace quantities of Chromium // J. Lab. Clin. Med. 1966. V. 68. P. 484-493.

13. Sorensen I.A., Andersen O., Nielsen I.B. An in vivo study of the gastrointestinal absorption site for zinc chloride in mice // J. Trace Elem. Med. Biol. 1998. V. 12, N 1. P. 16-22.

14. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты / под ред. Л.К. Исаева. М., ПАИМС. Т. 2. 495 с.

15. Гринь, Н.В. Биологическое действие и гигиеническое значение атмосферных выбросов производства огнеупорных изделий : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Донецк, 1971. 32 с.

16. Давыдова В.И., Блохин В.А., Неизвестнова Е.М. К вопросу о токсическом действии аэрозоля конденсации хромового ангидрида // Вопросы гигиены и проф. патологии в цветной и черной металлургии. М., 1981. С. 90-96.

17. Ершов Ю.А., Плетенева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989. 272 с.

18. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Хром / ВОЗ. Женева, 1990. 167 с.

19. Израэльсон З.И., Могилевская О.Я., Суворов С.В. Вопросы гигиены труда и профессиональной патологии при работе с редкими металлами. М.: Медицина, 1973. 303 с.

20. Кузубова Л.И., Шуваева О.В., Аношин Г.Н. Элементы-экоотоксиканты в пищевых продуктах. Гигиенические характеристики, нормативы содержания в пищевых продуктах, методы определения: аналитический обзор. Новосибирск, 2000. 67 с. (Серия «Экология». Вып. 58).

**О.М. Антонова, А.Н. Фетняева, Е.И. Тихомирова,
Т.В. Анохина***

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
*Саратовский государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СГОРАНИЯ

Среди токсичных веществ, попадающих в окружающую среду в процессе хозяйственной деятельности человека, все большее внимание уделяется стойким органическим загрязнителям (СОЗ). Предложен новый экспресс способ прогноза токсикологических характеристик СОЗ применительно к человеку при реальных путях поступления веществ в организм, улучшающих точность прогнозных характеристик.

Ключевые слова: токсичность, полихлорированные углеводороды, ингаляционное поступление вещества в организм, математическое моделирование

В последние годы в развитых странах мира наблюдается повышенный интерес к использованию вторичного сырья, что наряду с экономическими инновациями определяется строгим экологическим контролем в части переработки и утилизации отходов производства и потребления [1]. Несмотря на большой объем исследований в области экологически чистого производства, проблема сжигания, утилизации и переработки промышленных отходов остается актуальной и в настоящее время. Диоксины – соединения хлора, побочные продукты технологий, образуются при техногенном сжигании продуктов или природном возгорании - лесных пожарах. Источниками образования диоксинов являются предприятия практически всех отраслей промышленности. Максимальный выброс диоксинов в экосферу во всем мире пришелся на 60-70-е годы из-за увеличения производства продукции, где применяется хлор. Основные мероприятия по деструкции диоксинов: обеспечение полного выгорания выбросов органического углерода (температура выше 1250 °С и выдержка не менее 2 секунд при концентрации кислорода не менее 6 %); контроль уровня СО, как основного показателя полноты сжигания и остаточной концентрации диоксинов; обеспечение полного поглощения диоксинов из дымовых установок; предотвращение образования вторичных диоксинов в зоне охлаждения отходящих газов установок по сжиганию, при выдержке температур от 200 до 450 °С не более 1 с; нейтрализация газов с использованием щелочных или щелочноземельных реагентов.

Цель работы: рассмотреть проблему оценки токсиколого-гигиенических характеристик полихлорированных углеводородов при

утилизации отходов сгорания для мониторинга окружающей среды и проведения соответствующих мероприятий охраны здоровья населения в экологически неблагоприятных районах.

Значительный вклад в загрязнение окружающей среды диоксинами вносят несанкционированное горение отходов на полигонах (таблица 1) [2].

Таблица 1

Источники загрязнения диоксинами [2]

Источники загрязнения	Количество диоксинов, г в ЭТ	% от общего поступления в окружающую среду
Сжигание бытового мусора	1467	25,5
Сжигание древесины	945	16,4
Сжигание медицинских отходов	816	14,2
Сжигание промышленных отходов	37,5	0,7
Добыча полезных ископаемых	1348	23,5
Обработка древесины пентахлорфенолами	381	6,6
Автомобильный транспорт	111	1,9
Высокотемпературные процессы и синтез в химической промышленности	21	1,5
Производство цемента	20	0,4
Другие	454	9,3

Из вышеизложенного следует, что производства, основанные на переработке по сжиганию отходов, а также при синтезе и применении предшественников полихлорированных ароматических соединений, к которым относятся не только полихлорфенолы и полихлорпирокатехины, но и хлорсодержащие пестициды, должны иметь технологии по предотвращению образования диоксина и его производных.

Для мониторинга окружающей среды и проведения соответствующих мероприятий охраны здоровья населения в экологически неблагоприятных районах используют различные способы прогноза токсикологических характеристик.

Наиболее перспективными подходами по прогнозированию токсичности веществ, являются способы, в основе которых лежит метод математической статистики — регрессионный анализ. Отмеченный субъективизм связан с тем, что численные значения токсикологических

характеристик зависят от большого количества факторов, которые до настоящего времени однозначно не установлены [3].

Условно факторы, участвующие в формировании отклика организма на воздействие вещества, делят на две большие группы:

- физико-химические характеристики вещества, отражающие токсикодинамические процессы в организме (механизм действия вещества);

- факторы, описывающие процессы распределение и метаболизма вещества в организме того или иного биообъекта, а также его выведения (токсикокинетика вещества).

Именно токсикодинамика и токсикокинетика экотоксиканта отражают количественные характеристики дозы химического соединения и её формирование в организме биообъекта. Однако, в современных руководствах данные по токсикокинетике не используются, либо используются по описательному принципу, а для прогноза применяют методы первого поколения, оперируя значениями массы тела, и различными коэффициентами (например, коэффициенты запаса) тогда как доказано, что такие методы имеют достаточно большие ошибки и могут быть применимы не для всех веществ [4].

В связи с тем, что полихлордифензафураны и полихлордифенза-п-диоксины схожи по токсикодинамическим свойствам и особенностям метаболизма в организме млекопитающих, то создается возможность построения математической зависимости для нескольких соединений по данным токсикокинетики и токсикометрическим характеристикам в условиях острого токсического действия исследуемых экотоксикантов с использованием регрессионного и кластерного анализов.

Для построения математической модели использовали принцип линейности. Токсикокинетическая модель называется линейной, если все формализуемые ею процессы описываются кинетическими уравнениями первого порядка, то есть соблюдается условие пропорциональности: скорость изменения концентрации вещества в тест-ткани пропорциональна его концентрации. Поэтому же принципу построены модели прогноза токсикометрических параметров применительно к человеку при пероральном введении в организм, с учетом класса соединений (таблица 2). Результаты расчетов подтвердили наличие достоверной связи между значениями LD_{50} и токсикокинетическими показателями исследуемых веществ. Математический (регрессионный) анализ прогноза

Токсичности в зависимости от фармакокинетических параметров по классам соединений показывает значимые модели, характеризующиеся высокими коэффициентами корреляции и Фишера. Прогнозируемая величина LD_{50} для отдельных соединений не превышает 2,8 раз.

Таблица 2

Анализ зависимостей смертельных доз ксенобиотиков для человека при пероральном поступлении ксенобиотика в организм относительно токсикокинетических параметров, построенных с учетом класса соединений

№ п/п	Регрессионное уравнение	Класс соединений	ФАВ	Наблюдаемая (по данным литературы) LD ₅₀ , мг/кг	Прогнозируемая LD ₅₀ , мг/кг	$\frac{LD_{50 \text{ набл.}}}{LD_{50 \text{ прогн.}}}$	n	r	r ²	F	Станд. ошибка оценки	
1	1/LD ₅₀ = - 0,020 (±0,006) + + 0,00052 (± 0,00012) V _z + + 0,050 (± 0,019) 1/C _{max} , r между V _z и 1 / C _{max} равен 0,55	Производные барбитуровой кислоты	Апробарбитал	72,857	151,492	0,481	6	0,973	0,946	26,275	p<0,012	0,007
			Барбитал	85,710	98,649	0,869						
			Бутабарбитал	112,000	109,914	1,019						
			Метиприлон	198,570	71,286	2,786						
			Пентобарбитал	142,000	130,685	1,086						
			Секобарбитал	15,714	15,995	0,982						
2	1/LD ₅₀ = 0,0075 (±0,0059)- -0,000016 (± 0,000005) V _z + + 0,0049 (± 0,0013) 1/C _{max} , r между V _z и 1/C _{max} равен 0,51	Производные хинолина	Гидроксишлороквин	180,000	255,785	0,704	5	0,940	0,884	7,615	p<0,116	0,008
			Номифензин	21,429	23,175	0,925						
			Папаверин	100,000	51,730	1,933						
			Квинин	85,714	174,642	0,491						
			Метаквалон	142,857	121,183	1,179						
3	1/LD ₅₀ = 0,0025 (±0,0059) + + 0,000082(±0,000014) V _z + +0,00270 (±0,00018) 1/C _{max} , r между V _z и 1/C _{max} равен 0,43	Замещенные азотсодержащие гетероциклы	Бромфенирамин	4,500	4,496	1,001	5	0,998	0,995	203,85	p<0,005	0,009
			Гидроксизин	8,929	9,034	0,988						
			Изониазид	200,000	83,689	2,389						
			Метсуксимид	142,850	87,108	1,639						
			Фенилбутазон	114,286	272,926	0,420						

Таким образом, линейная токсикокинетическая модель может быть использована для разработки новых методов прогноза токсикометрических показателей применительно к человеку для различных классов соединений, включая полихлорированные углеводороды.

Литература

1. Современные проблемы совместной переработки твердых бытовых и промышленных отходов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=1140> (Дата обращения: 23.08.2020)
2. Беньямовский Д.Н. Сжигание и пиролиз твердых бытовых отходов // Жилищно-коммунальное хозяйство. 1993. № 6. С. 28-29.
3. Килячков А. Производство ПВХ в России: состояние и перспективы // Пластик. 2014. № 5 (134). С 42-47.
4. Красовский Г. Н. Моделирование интоксикаций и обоснование условий экстраполяции экспериментальных данных с животных на человека при решении задач гигиенического нормирования- степень докт. мед. наук. М., 1972. Фундаментальная Библи. 1 Московского медицинского института. инв. 2994.- с. 241.

З.Б. Бактыбаева¹, А.А. Кулагин², Г.Ф. Габидуллина³

¹Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека

²Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа

³Башкирский государственный университет, г. Уфа

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОДОЕМА ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Изучено содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb и Cd) в отработанном техногенном водоеме, используемом местным населением для хозяйственных нужд. Выявленные превышения санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных нормативов по воде, а также чрезвычайно высокий суммарный показатель загрязнения донных отложений говорят о потенциальной опасности водного объекта для здоровья местного населения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение, техногенный водоем, донные отложения, *Potamogeton perfoliatus* L.

Горная промышленность является основным источником дохода многих государств, выполняя важную роль в поддержании благосостояния населения. Однако добыча и переработка минерального сырья оказывают

неблагоприятное действие на экологическую обстановку в регионах нахождения производственных объектов. Загрязнение окружающей среды отходами горнодобывающей и рудоперерабатывающей промышленности является одной из актуальных экологических проблем и в Зауралье Республики Башкортостан [1]. В результате многолетней деятельности предприятий отрасли в регионе сложилась неблагоприятная эколого-гигиеническая обстановка, связанная с техногенным загрязнением селитебных территорий тяжелыми металлами (ТМ), считающимися опасными загрязнителями из-за своей токсичности и способности к биоаккумуляции. Результаты исследований показывают, что ТМ обладают канцерогенными, мутагенными, иммунотоксическими свойствами [2].

Техногенные водные объекты горнорудной промышленности являются аккумуляторами тяжелых металлов, которые не разлагаются в водной среде, а лишь перераспределяются по компонентам водоема, меняя форму своего существования. Использование населением отработанных водоемов для рекреации и обеспечения хозяйственно-бытовых потребностей вызывает настороженность, так как из водных систем токсиканты по пищевым цепям могут поступать в организм человека.

Цель исследования – эколого-гигиеническая оценка состояния отработанного оборотного водохранилища Семеновской золотоизвлекательной фабрики (СЗИФ) по уровню концентрации Zn, Cu, Pb и Cd в биотических и абиотических компонентах.

Объект исследования расположен в пос. Семеновский Баймакского района Республики Башкортостан. При строительстве СЗИФ санитарно-защитная зона не устанавливалась, вследствие этого селитебная территория поселка непосредственно примыкает к промышленной площадке, в том числе и к оборотному водохранилищу, расположенному всего в 200 м от жилой застройки. В технологическом процессе СЗИФ использовались токсичные вещества. На первом этапе деятельности (начиная с 1908 г.) применялась технология амальгамации, а с 1943 г. фабрика работала с использованием технологии цианирования золотосодержащих руд. По завершении процесса цианирования токсиканты аккумулировались в отходах и сточных водах предприятия. Отходы сбрасывались в хвостохранилище, а осветленные технологические растворы – в оборотное водохранилище, которое сезонно заполнялось водой из р. Таналык. Работа СЗИФ была приостановлена в 1997 г. по причине обнаружения в подземных питьевых источниках поселка опасных концентраций ртути и других тяжелых металлов. Несмотря на разработанный проект по рекультивации промплощадки, мероприятия по санации территории до сих пор не проведены.

Остановка работы фабрики и ежегодное пополнение паводковыми стоками привели к постепенному осветлению воды в техногенном

водоеме. Вода, которая была насыщенного зеленовато-голубого цвета, через несколько лет стала прозрачной, а акватория стала зарастать водной и прибрежно-водной растительностью. Все это способствовало тому, что жители поселка начали использовать водный объект для водопоя скота, разведения домашней птицы и рыбной ловли.

Проведенные нами в 2011 г. и 2014 г. геоботанические исследования водохранилища СЗИФ показали, что водная растительность в основном представлена рдестом пронзеннолистным (*Potamogeton perfoliatus* L.) – погруженным в воду, укореняющимся многолетним растением. В августе месяце 2014 г. и 2017 г. были отобраны пробы воды, донных отложений и фитомассы доминирующего макрофита для определения содержания ТМ. Пробы отбирались на 3-х участках в 5-ти повторностях. Массовые концентрации тяжелых металлов измерялись методом инверсионной вольтамперометрии на приборе СТА. В донных отложениях определялись подвижные формы металлов, извлекаемые ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8.

Данные по содержанию ТМ в воде и донных отложениях представлены в таблице. Сравнение полученных результатов с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного значения [3] показало, что содержание меди превышает норматив в 19–27 раз, цинка – в 10–24 раза, свинца в 2,7–5,8 раза, кадмия – в 1–1,4 раза. Гигиенический норматив [4] по кадмию превышен в 6 раз, по свинцу в 2,5 раза.

Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях водохранилища Семеновской золотоизвлекательной фабрики

Элемент	Zn	Cu	Pb	Cd
ПДК _{хоз.-пит.}	1,0	1,0	0,01	0,001
ПДК _{рыбхоз.}	0,01	0,001	0,006	0,005
В воде, мг/дм ³ (n=30)				
M±SD	0,162±0,043	0,023±0,002	0,025±0,007	0,006±0,0004
min–max	0,100–0,240	0,019–0,027	0,016–0,035	0,005–0,007
В донных отложениях, мг/кг (n=30)				
M±SD	372,00±28,51	144,37±4,08	14,09±1,48	0,036±0,002
min–max	340,00–412,00	138,00–151,00	10,00–16,00	0,032–0,039

Примечание. ПДК – предельно допустимая концентрация в воде; n – число проб; M±SD – среднее значение ± стандартное отклонение; min–max – минимальное значение–максимальное значение.

В связи с тем, что в Российской Федерации отсутствуют нормативы, регламентирующие содержание в донных отложениях токсичных поллютантов, для оценки загрязнения рассчитывали коэффициент концентрации химического элемента (K_C) и суммарный показатель загрязнения (Z_C). В качестве фоновых показателей использовали данные по

р. Таналык, на водосборной территории которой расположено обратное водохранилище.

Расчёты K_C показали, что концентрации подвижных форм цинка в донных отложениях водохранилища СЗИФ превышают фоновый уровень в 92–111 раз, меди – в 164–180 раз, свинца – в 1000–1600 раз, кадмия – в 6–8 раз. Показатель Z_C донных отложений равен 1686, что соответствует чрезвычайно высокому уровню техногенного загрязнения.

Содержание цинка в надземной фитомассе рдеста было на уровне $187,57 \pm 11,69$ мг/кг воздушно-сухого веса, в подземной фитомассе – $172,13 \pm 5,68$ мг/кг, меди – $21,39 \pm 3,33$ и $19,20 \pm 1,58$ мг/кг, свинца – $12,72 \pm 1,05$ и $11,10 \pm 1,47$, кадмия – $0,18 \pm 0,02$ и $0,18 \pm 0,01$, соответственно. Сопоставление полученных данных с результатами ранее проведенных исследований [5] показало, что концентрация Zn, Cu и Pb в надземных и подземных органах рдеста, произрастающего в водохранилище СЗИФ, намного выше, чем в других водоемах региона. Учитывая то, что в тканях рдеста пронзеннолистного за вегетативный сезон аккумулируется значительное количество ТМ, можно предположить о переходе токсикантов по пищевой цепи при поедании макрофитов домашними водоплавающими птицами и растительноядными рыбами.

Таким образом, превышение санитарно-гигиенических и рыбохозяйственных нормативов по воде, а также чрезвычайно высокий суммарный показатель загрязнения донных отложений говорят о потенциальной опасности водного объекта для здоровья местного населения. Биоаккумуляция опасных по степени воздействия на организм человека токсичных металлов может привести к развитию патологии органов и систем. В связи с чем, недопустимо использование отработанного техногенного водоема СЗИФ для разведения домашней птицы, водопоя скота и рыбной ловли. С целью профилактических мероприятий необходимо информировать население о возможных последствиях для здоровья при использовании водного объекта. Кроме того, для обеспечения эколого-гигиенической безопасности жителей поселка требуется проведение рекультивационных работ на всей площади СЗИФ.

Литература

1. Тельцова Л.З., Бактыбаева З.Б., Габидуллина Г.Ф., Гуламанова Г.А. Геоэкологические проблемы на территориях с развитой горнорудной промышленностью (Республика Башкортостан) // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2018. № 12. С. 48-51.

2. Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B.B., Beeregowda K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals // Interdiscip Toxicol. 2014. Vol. 7 (2). P. 60-72.

3. Приказ Минсельхоза РФ от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 12 октября 2018 года № 454). М., 2017.

4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 13 июля 2017 года). М., 2003.

5. Бактыбаева З.Б., Ямалов С.М., Кулагин А.А. Анализ миграционных потоков тяжелых металлов в речных экосистемах Башкирского Зауралья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 6. С. 45-50.

М.И. Булавина, В.С. Артамонова

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск,

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ЭМБРИОЗЁМОВ ЗАРАСТАЕМЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ КУЗБАССА

Изучена фитотоксичность молодых почв – эмбриозёмов хвостохранилищ Абагурской агломерационной фабрики. Проведен анализ показателей энергии прорастания, всхожести семян, морфометрических и весовых значений овса и горчицы. Получена информация о влиянии кислотности техногенной среды на содержание биогенного углерода.

Ключевые слова: эмбриозёмы, сульфидсодержащие отходы, фитотоксичность, лесная рекультивация.

Техногенные отходы переработки твердых полезных ископаемых представляют серьёзную экологическую проблему. Абагурская обогатительная фабрика – крупный промышленный объект, расположенный в г. Новокузнецке Кемеровской области. Фабрика была запущена в эксплуатацию в 1954 г. В настоящее время Абагурская обогатительная фабрика входит в структуру ЕВРАЗ – международную металлургическую компанию с активами в Российской Федерации, США, Канады, Чехии, Италии, Казахстана со штаб-квартирой в Лондоне. Собственная база железной руды и коксующегося угля практически полностью обеспечивают внутренние потребности ЕВРАЗА. Абагурская фабрика производит переработку первичного концентрата. Промышленные отходы складываются на открытой поверхности в течение десятилетий и формируют полигоны песчаных субстратов с включениями

сульфидсодержащей руды и технологических реагентов. Первичное почвообразование в них происходит медленно.

Цель представленной работы заключается в изучении особенностей фитотоксичности эмбриозёмов, формирующихся под разными ассоциациями растений-первопоселенцев и на участках без растений.

Задачи работы включали определение фитотоксичности, рН, содержание $C_{орг.}$ под злаковыми, бобовыми растениями и на участке лесной рекультивации – под сосновыми посадками.

Фитотоксичность определяли согласно нормативным требованиям с использованием семян овса посевного (*Avena sativa* L.) [1], а также сидеральной культуры – горчицы белой (*Sinapis alba* L.). Семена растений приобретены в фирме «Агрос» (в г. Новосибирске), с действующим сроком годности. О фитотоксичности почв судили по энергии прорастания и всхожести семян, длине и сухой массе корней и ростков. Семена предварительно размещались в чашках Петри (по 25 штук в каждой) в 5-кратной повторности.

Почвенные образцы отобраны в июле 2020 г., все лабораторные исследования проведены в ИПА СО РАН.

Установлено, что энергия прорастания семян овса и горчицы в контроле (на дистиллированной воде) через трое суток составила у овса 89,6%, у горчицы – 53,6%. В эмбриозёмах без растений – самопоселенцев в разных точках полигона прорастание нормально проросших семян не обнаружено, но у горчицы составило – 38,4% (Рис.1). На участке под злаками энергия прорастания семян овса составила 6,4%, у горчицы - 52%. Под донником энергия прорастания семян овса и горчицы оказалась выше: 14,4 и 66,4%соответственно.

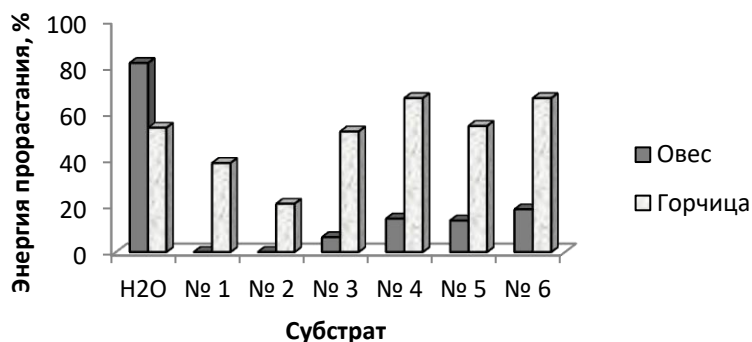


Рис. 1. Энергия прорастания семян овса и горчицы в эмбриозёмах, формирующихся под растениями и без них. Легенда: 1 – Эмбриозём без растений (точка 1); 2 - Эмбриозём без растений (точка 2); 3 - Эмбриозем под злаками; 4 – Эмбриозём под донником; 5 – Эмбриозём под сосновыми насаждениями без травянистых растений; 6 - Эмбриозём под сосновыми насаждениями со злаками.

На участке с лесной рекультивацией без травянистых растений энергия прорастания семян овса была равна 13,6%, горчицы – 54,4%. Под злаками энергия прорастания семян овса достигла 18,4%, горчицы - 66,4%. Таким образом, под сосновыми насаждениями энергия прорастания семян в эмбриозёмах оказалась выше, чем на нерекультивированных участках, особенно под злаковой растительностью.

В вариантах с пробами эмбриозёмов под злаковой растительностью энергия прорастания всхожесть семян овса оказалась максимальной и достигла уровня контроля. Лесная рекультивация снизила токсичность среды прорастания семян в 3 раза, по сравнению с эмбриозёмами (Рис. 2). Всхожесть семян овса и горчицы оценивалась на 7-е и 6-е сутки соответственно и в контроле (на дистиллированной воде) составила 91,2% у овса, у горчицы – 60%. В эмбриозёмах без растений в разных точках полигона всхожесть семян овса составляет не более 8,8%, у горчицы нормально развивающихся проростков не обнаружено. На участке под злаками всхожесть семян овса составила 82,4%, у горчицы – 66,4%. Под донником всхожесть семян оказалась такой же, как в эмбриозёмах под злаками (82,4%), а у горчицы снизилась до 61,6%. На участке с лесной рекультивацией в отсутствие травянистых растений всхожесть семян овса повысилась до 88%, у горчицы до 63%.

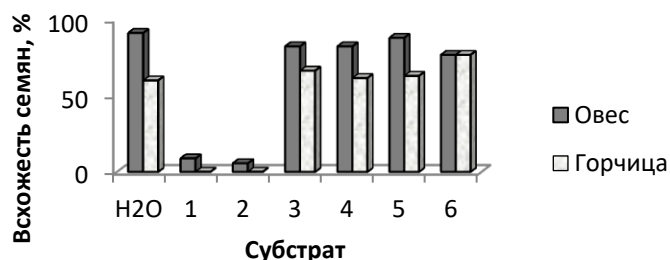


Рис. 2. Всхожесть семян овса и горчицы в эмбриозёмах, формирующихся под растениями и без них.

Анализ морфометрических данных проростков овса и горчицы в исследуемых пробах позволил выявить следующие тенденции. В пробах эмбриозёмов без растений-самопоселенцев в разных точках полигона наблюдается подавление роста корней овса в 20 раз (3,12 мм) по сравнению с контролем (65, 92 мм). В данном варианте семена горчицы не взошли, что свидетельствует о высокой токсичности субстрата. В эмбриозёмах под злаковой растительностью длина корней близка к контролю и составляет у овса 50,86 мм, у горчицы превышает контроль – 36,35 мм. Под донником длина корней проростков овса составляет 50,86 мм, у горчицы – 22,05 мм. В пробах, взятых с участка лесной рекультивации без травянистых растений, длина корней оказалась выше

контрольных значений: овес – 97,35 мм, горчица – 59,82 мм. Под злаками длина корней у овса составляет 80,9 мм, у горчицы – 59,94 мм. Таким образом, наибольшая длина корней наблюдается на участках лесной рекультивации под злаками (Рис. 3). Длина ростков овса и горчицы во всех пробах сохраняет схожую тенденцию.

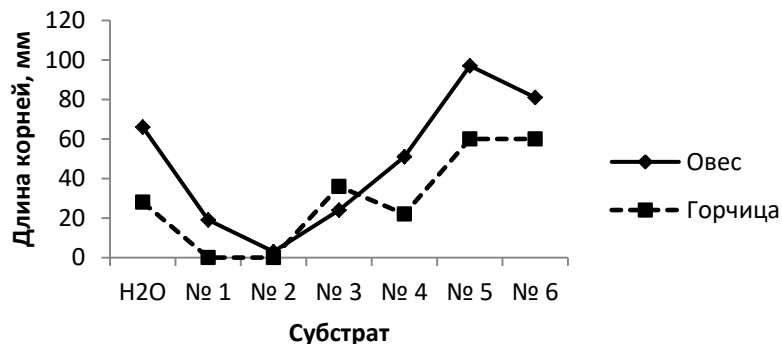


Рис. 3. Средняя длина корней овса и горчицы

Средняя масса корней овса в лесной рекультивации в 1,6 раза превышает таковую в дистиллированной воде, тогда как средняя масса корней горчицы превышает - в 8 раз. В пробах эмбриозёма без растений масса корней овса в 8 раз ниже, чем в воде. На участках под злаковой растительностью масса корней овса и горчицы соответствует контролю. Средняя масса ростков горчицы одинакова под злаками и в лесной рекультивации и превышает контроль в 1,4 раза. Суммарный вес корней и ростков овса превышает таковой у горчицы (Рис. 4).

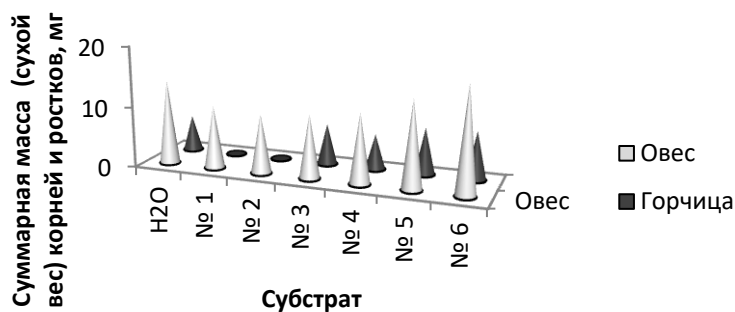


Рис. 4. Суммарный вес проростков овса и горчицы

Следует отметить, что в пробах молодых почв, формирующихся на железорудных отходах, обнаружено очень низкое содержание углерода (Рис. 5). Минимальные значения $C_{орг.}$ выявлены в эмбриозёмах на фоне самозарастанания и на открытых участках под сосновыми насаждениями. Максимальные значения зарегистрированы в эмбриозёмах, формирующихся под донником и злаками в лесу.

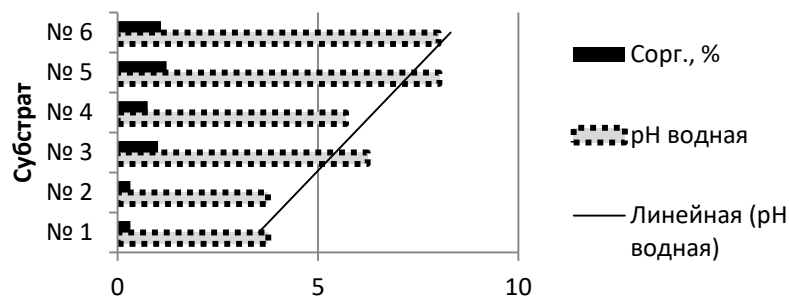


Рис. 5. Значение pH, $C_{\text{орг}}$ в эмбриозёмах железорудных отходов

Таким образом, эмбриозёмы, формирующиеся на открытых участках (без растений) наследуют токсичные свойства сульфидсодержащих отходов агломерации железной руды, о чем свидетельствуют низкие значения pH. Это негативно отражается на формировании запасов биогенного углерода. Эмбриозёмы под растениями характеризуются повышенными значениями pH и $C_{\text{орг}}$. Семена овса и горчицы можно рассматривать как чувствительные тесты на фитотоксичность эмбриозёмов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПА СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, поддержана РФФИ (грант №19-29-05086 мк).

Литература

1. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2) ГОСТ 12038-84 Группа С09 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести Agricultural seeds. Methods for determination of germination МКС 65.020.20 ОКСТУ 9709 Дата введения 1986-07-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 45 с.

В.В. Булгакова

Санкт-Петербургский государственный университет

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ, КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКОТОКСИКАНТОВ

На сегодняшний день количество вредных химических веществ, загрязняющих окружающую среду и отравляющие находящиеся в ней организмы, становится все больше. Для решения экологических проблем, в первую очередь необходимо соразмерное выявление загрязнений, для принятий решений по улучшению обстановки. Существует большое разнообразие текущих способов мониторинга. Один из современных методов выявления экотоксикантов является хромато-масс

спектрометрия, которая способна точно определять загрязняющих веществ в почве и воде.

Ключевые слова: Спектрометрия, почва, вода, хромато-масс-спектрометр, тяжелые металлы, экотоксиканты, окружающая среда, загрязняющие вещества, оценка воздействия, масс-спектр, ионизация

К современному способу оценки вредных элементов в почве относится хромато-масс-спектрометрия. Масс-спектрометрия является наиболее чувствительным, информативным и надежным методом идентификации и количественного определения экотоксикантов любого типа в образцах объектов окружающей среды любой сложности. Хотя диапазон возможностей современной масс-спектрометрии необычайно широк, многие из них остаются неизвестными непрофессионалам [4].

Метод основан в прямом измерение массового числа молекулы вещества, то есть ее молекулярной массы, в случае, если вещество в условиях масс -спектрометрического эксперимента дает молекулярный ион – заряженную частицу, имеющую ту же массу, до величин массы около 1500 а.е.м. При использовании масс -спектрометрии высокого разрешения возможно получения очень точного значения молекулярной массы, что позволяет по известным табличным данным получить брутто -формулу вещества, до величины массы несколько больше 1000 а.е.м. Получение масс -спектра вещества, что позволяет провести его идентификацию по библиотекам масс -спектральных данных (около 500 000 соединений в НИОХ СО РАН) или по характеру фрагментации предположить строение соединения [1].

Разделение аналитического сигнала образцов во времени - в хромато-масс -спектрометрии возникает дополнительный аналитический сигнал – время удержания образца, т.е. как долго вещество проходит через хроматографическую колонку (рисунок 1). Как правило, это время при одних и тех же условиях эксперимента является уникальной характеристикой вещества, позволяющей разделить даже смеси изомеров, при использовании специальных хроматографических хиральных колонок – даже оптические изомеры, и получить масс-спектры каждого соединения в смеси [2].

Площадь хроматографического пика пропорциональна содержанию вещества в анализируемом образце, что позволяет, при соблюдении ряда условий, проводить точный количественный анализ образцов.

Получать данные о ряде термодинамических процессов (испарение, сублимация), исследовать кинетические закономерности, механизмы протекания процессов термораспада.

Эффективность и результативность хромато-масс-спектрометрии задается чувствительностью ХМС, которые постоянно совершенствуются, что позволяет расширять применение системы ГХ-МС [3].

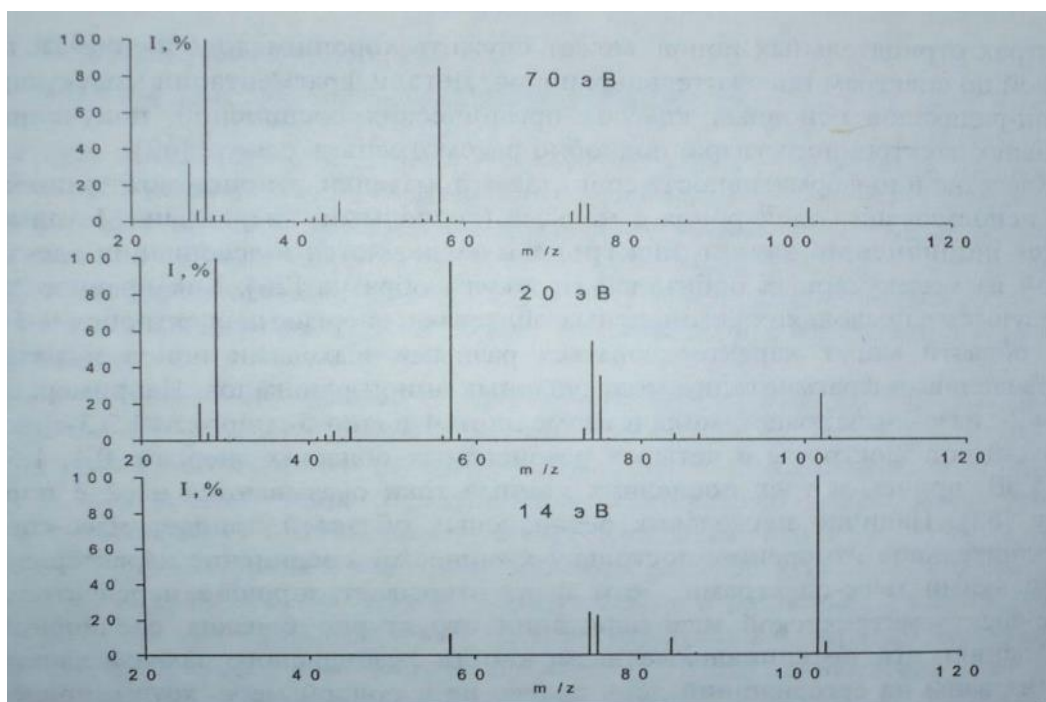


Рис. 1. Масс -спектр электронного удара этилпропионата: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{-CH}_3$

Высокую точность показывает селективное детектирование. Его суть сводится к записи показаний не по всему объему поступающего ионного тока, а по максимальным для предполагаемых молекул ионам. Это удешевляет метод и позволяет обнаруживать минимальное содержание заданного вещества в любых составах. На рисунке 2 представлен результат регистрирования зависимости концентрации карбуфурана на выходе из колонки от времени в биологическом материале, согласно которой значения представлены точно до тысячных [2].

Кроме того, перспектива использования хромато-масс-спектрометрии позволяет определить теплоты сублимации (испарения) летучих веществ. Для этого измерялись интенсивности пика молекулярного иона при различных температурах, результаты вносили в интегрированную форму уравнения Клапейрона - Клаузиуса, где: I – интенсивность сигнала молекулярного иона (в произвольных единицах измерения); T – температура, К; R – универсальная газовая постоянная; ΔH – теплота сублимации (испарения). Линеаризация этого уравнения в координатах $\ln(I \cdot T)$ от $1/T$ дает возможность по углу наклона прямой определить теплоту сублимации (испарения) вещества [2].

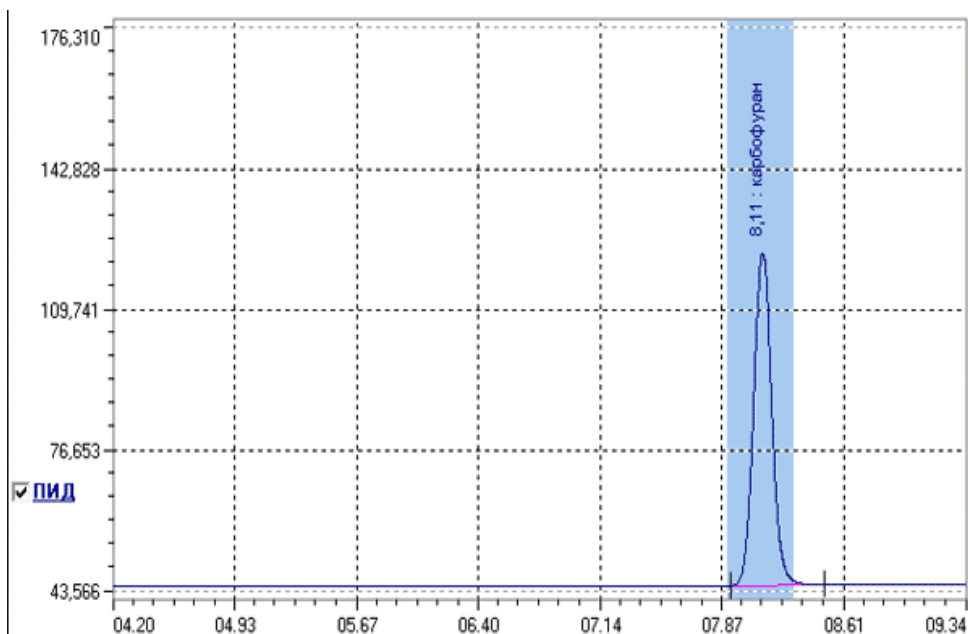


Рис. 2. Хроматограмма наличия карбофурана

Литература

1. Пентин Ю.А., Л.В. Вилков. Физические методы исследования в химии. М.: Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. 683 с.
2. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 493 с.
3. Заикин В.Г., Варламов А.В., Микая А.И., Простаков Н.С. Основы масс-спектрометрии органических соединений. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 286 с.
4. Хмельницкий Р.А., Бродский Е.С. Хромато-масс-спектрометрия (Методы Аналитической химии). М.: Химия, 1984. 216 с.

А.В. Васильев, А.И. Ганин

Самарский государственный технический университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проведены экспериментальные исследования шума промышленных предприятий, генерируемого энергетическими установками различных типов. Анализ результатов измерений показывает, что наиболее значительные уровни звука, генерируемого при работе энергетических установок промышленных предприятий, наблюдаются в диапазоне низких частот. Дополнительно были проведены измерения уровня звука энергетических установок в диапазоне низких частот. Наблюдаются значительные уровни звука и инфразвука для ряда частот, превышающие

установленные гигиенические требования. Сделан вывод, что снижение шума, создаваемого при работе промышленных предприятий, до приемлемых гигиенических требований представляет собой сложную научно-техническую проблему, которая может быть решена только комплексными средствами.

Ключевые слова: шум, энергетические установки, промышленные предприятия, исследование

Воздействию повышенных уровней шума в условиях современного промышленного города, по некоторым оценкам, подвергается каждый второй горожанин [1-5], что представляет серьезную опасность для здоровья человека и окружающей среды. По некоторым данным, воздействию повышенных уровней шума подвергается каждый второй житель планеты. При этом городской шум имеет тенденцию к росту. Уровень шума в городах возрастает ежегодно в среднем на 0,5-1,0 дБА в год [2].

Мощным источником шума в условиях территории жилой застройки являются промышленные предприятия, особенно в том случае, если они расположены вблизи жилых кварталов. Поэтому при производственной деятельности промышленных предприятий с целью предотвращения нанесения ущерба здоровью человека и биосфере необходимо исследовать характеристики шума с целью выявления соответствия шума гигиеническим нормам и его снижения.

Особенно серьезную проблему представляет борьба с низкочастотными шумами энергетических установок, широко используемых в различных отраслях промышленности. Если высокочастотный шум быстро затухает по мере распространения, то низкочастотный распространяется без особого поглощения на значительное расстояние (в том числе, и в жилые кварталы), являясь источником дискомфорта для городского населения [1-3, 6].

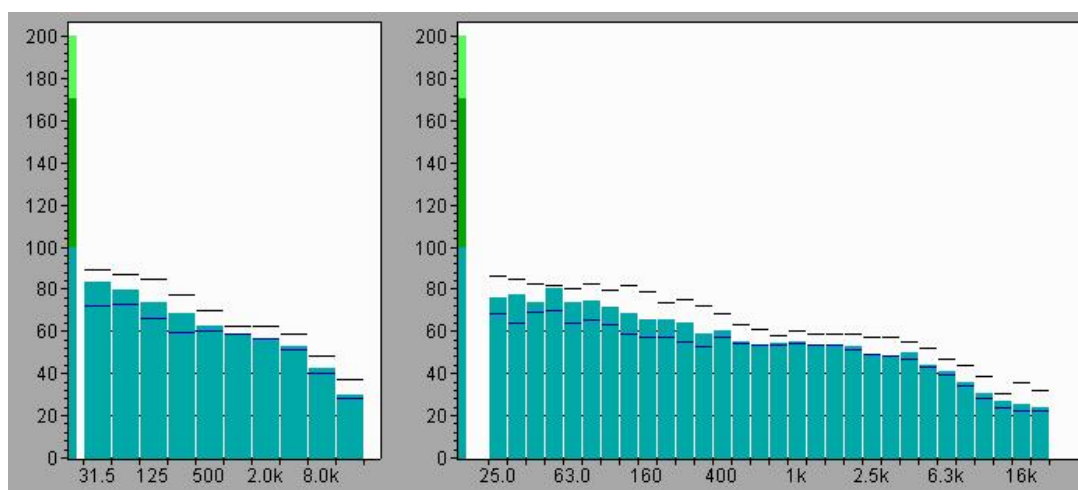


Рис. 1. Диаграмма спектральных характеристик уровней звука компрессорной установки промышленного предприятия (октавный и третьоктавный диапазоны)
Обозначения: по вертикали – уровень звука L_A , дБА; по горизонтали – частота f , Гц

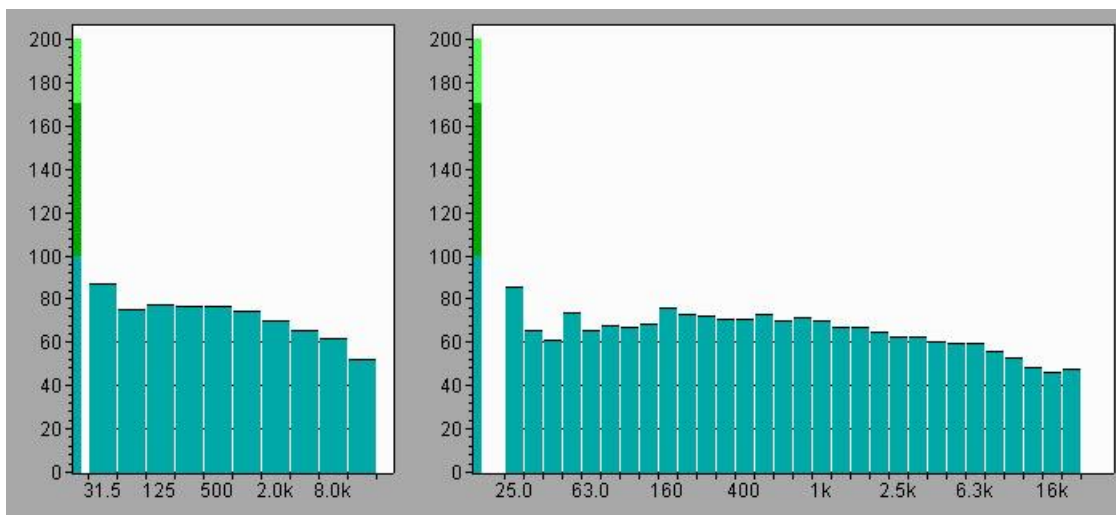


Рис. 2. Диаграмма спектральных характеристик эквивалентных уровней звука внутривозовского транспорта промышленного предприятия (октавный и третьоктавный диапазоны)

Обозначения: по вертикали – эквивалентный уровень звука L_A , дБА;
по горизонтали – частота f , Гц

Проведены экспериментальные исследования шума промышленных предприятий, генерируемого энергетическими установками различных типов. Спектральные характеристики эквивалентных уровней звука (октавный и третьоктавный диапазоны) компрессорной установки промышленного предприятия показаны на рис. 1, внутривозовского транспорта – на рис. 2.

Анализ результатов измерений показывает, что наиболее значительные уровни звука, генерируемого при работе энергетических установок промышленных предприятий, наблюдаются в диапазоне низких частот. В ряде случаев наблюдаются превышения установленных гигиенических требований.

Дополнительно были проведены измерения уровня звука энергетических установок в диапазоне низких частот. На рис. 3 показана диаграмма эквивалентных уровней низкочастотного звука и инфразвука, создаваемого энергетическими установками и технологическим оборудованием промышленного предприятия в зоне Северного промышленного узла г. Тольятти (октавный и третьоктавный диапазоны). Наблюдаются значительные уровни звука и инфразвука для ряда частот, превышающие установленные гигиенические требования.

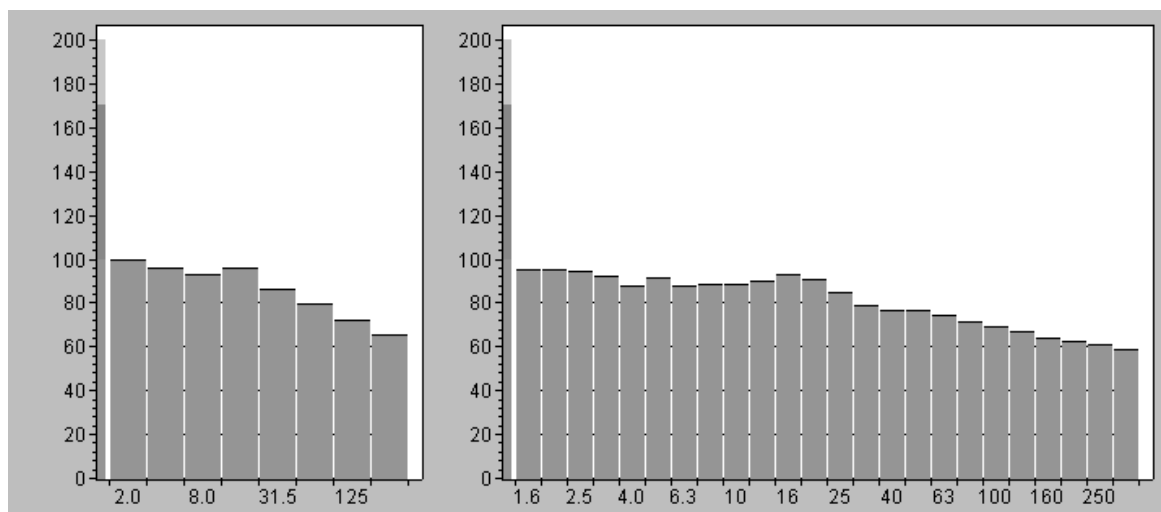


Рис. 3. Диаграмма эквивалентных уровней низкочастотного звука и инфразвука, создаваемого энергетическими установками и технологическим оборудованием промышленного предприятия (октавный и третьоктавный диапазоны)
 Обозначения: по вертикали – эквивалентный уровень звука L_A , дБА; по горизонтали – частота f , Гц

Можно сделать вывод, что снижение шума, создаваемого при работе промышленных предприятий, до приемлемых гигиенических требований в современных условиях представляет собой сложную научно-техническую проблему, которая может быть решена только комплексными средствами. При этом особое внимание следует уделить снижению низкочастотного шума энергетических установок, выбрасывающих в окружающую среду газоздушные смеси: низкооборотных компрессорных установок, воздуходувок, стационарных и передвижных двигателей внутреннего сгорания, систем вентиляции и др.

Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда, соглашение №20-19-00222.

Литература

1. Васильев А.В. Моделирование и снижение низкочастотного звука и вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем: монография / Самара, 2011.
2. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: Учебник для вузов - СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.
3. Gjestland T. Assessment of noise impact in a multisource environment: Proc. of "Inter-Noise 97" International Congress on Noise Control Engineering, 1997 August 25-27, Budapest, Hungary, Vol.2, pp.1033-1036.
4. Vassiliev A.V. Recent approaches to environmental noise monitoring and estimation of its influence to the health of inhabitants. 14th International Congress on Sound and Vibration 2007, ICSV 2007. С. 3242-3249.

5. Vasilyev A.V. Approaches to the estimation of ecological risk during the impact of acoustical pollutions. "Ecology and Industry of Russia", Moscow, 2018, Vol. 22, N3, pp. 25-27.

6. Vasilyev A.V., Sannikov V.A., Tyurina N.V. Experience of estimation and reduction of noise and vibration of industrial enterprises of Russia. Journal "Akustika", Czech Republic, Volume 32, March 2019, pp. 247-250.

А.В. Васильев, А.И. Ганин, В.В. Ермаков, Г.Б. Кузина

Самарский государственный технический университет

МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ВИБРАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Рассмотрены особенности генерации вибрации трубопроводов энергетических установок и подходы к исследованию вибрации. Трубопроводная система энергетических установок проанализирована как упругая конструкция из элементов различной жесткости. Предложены новые подходы к определению вибрации. Анализ разрушений трубопроводов нагнетательных установок показывает, что они, как правило, происходят вследствие усталости материала труб, поэтому за критерий безопасной работы трубопровода следует принять величину допустимого напряжения в наиболее опасном его сечении. Для экспериментального определения собственных частот колебаний трубопроводов в реальных условиях рекомендован ряд методов.

Ключевые слова: вибрация, энергетические установки, трубопроводы, мониторинг, исследование

Вибрация, превышающая допустимые значения, может явиться не только источником негативного воздействия на человека, но и причиной разрушения соединений трубопроводов и аппаратов, нарушения герметичности уплотнений, и пр., что в условиях действующего производства может привести к самым серьезным последствиям [1-6].

Вибрация трубопроводов энергетических установок обуславливается взаимодействием источника возмущения с механической системой и определяется:

- а) соотношением основных гармоник возмущающего воздействия со спектром частот собственных колебаний трубопроводной системы, так как вибрации особенно велики при совпадении некоторых гармоник этих спектров;
- б) величиной возмущающего воздействия, с которой непосредственно связаны амплитуды вибрации, усилий и т.д.;
- в) направлениями действия вынуждающих сил, так как трубопровод имеет неодинаковую жесткость по различным направлениям;
- г) точками приложения возмущающих сил, так как при борьбе с вибрациями существенное значение имеет форма колебаний.

Проведенный авторами анализ показывает, что существующие методы и рекомендации по проведению экспериментальных исследований вибрации и механического шума энергетических установок не в полной мере отражают диапазон измерений, необходимый для оценки вибронегруженности элементов энергетических установок. Так, одним из наиболее опасных последствий воздействия вибрации на компрессорную установку является прежде всего разрушение трубопроводной системы компрессора. Вибрации трубопроводов зачастую высоки, поэтому при проведении вибрационных испытаний энергетических установок исследование вибронегруженности трубопроводной системы необходимо.

Трубопроводная система энергетических установок может быть рассмотрена как упругая конструкция из элементов различной жесткости: прямых участков труб, поворотов, арматуры, небольших технологических аппаратов и средств крепления трубопроводов. Такую систему можно рассматривать как составленную из отдельных участков, так как в ней всегда имеются элементы (опоры аппаратов, компрессоры), жесткость которых бесконечно велика и которые поэтому делят её на самостоятельные участки, динамически изолированные друг от друга. Характер колебаний трубопроводов этих участков различен: прямолинейные трубопроводы под действием возмущающих сил совершают изгибные колебания, в то время как плоские и пространственные – изгибные, крутильные и продольные колебания.

Следует отметить, что для поршневых установок (компрессоров, двигателей, насосов) возбуждение вибраций в значительной мере происходит ввиду пульсирующего характера потока газа в трубопроводах, колебаний корпуса энергетической установки и фундамента, вызванных переменными силами от движущихся деталей (поршень, клапана, силы от остаточного дисбаланса вращающихся деталей), и др. низкочастотные газодинамические пульсации давления и скорости потока газа в магистралях трубопроводов, создаваемые возвратно-поступательным движением поршня в момент открытия и закрытия впускного клапана, зачастую являются одной из основных причин вибрации трубопроводов энергетических установок.

Величина амплитуды каждой гармонической составляющей пульсирующего потока газа определяется конструкцией и размерами трубопроводной системы, поэтому при проведении измерений следует учитывать особенности конструкции трубопроводной системы и тип энергетической установки.

Анализ разрушений трубопроводов нагнетательных установок показывает, что они, как правило, происходят вследствие усталости материала труб, поэтому за критерий безопасной работы трубопровода следует принять величину допустимого напряжения в наиболее опасном

его сечении. Разрушения трубопроводов под действием вибрации, как показывает опыт эксплуатации, происходят в основном под воздействием продольных напряжений (разрыв по поперечному сечению), и поэтому необходимо нормировать прежде всего именно эти напряжения. Для выбора параметра нормирования вибрации трубопроводов в этом случае удобнее всего использовать виброперемещения.

При выборе точек измерения вибрации трубопроводов предлагается обязательно включать места присоединения фланцев опор к трубе, ибо усталостный разрыв трубопроводов происходит, как правило, в самой трубе на участке присоединения фланца. Кроме того, необходимо учитывать, что вибрации трубопроводов передаются через опоры на фундамент, а также на присоединенные агрегаты (холодильник, влагомаслоотделитель), поэтому при измерениях следует охватывать и вышеперечисленные объекты.

Для экспериментального определения собственных частот колебаний трубопроводов в реальных условиях рекомендуются следующие методы (выбор того или иного метода зависит от конкретных условий, а именно: размера трубопровода (длина, диаметр), частоты колебаний трубопровода и т.п.):

1. Определение частоты колебаний по свободным затухающим колебаниям. В этом случае возбуждение колебаний производится ударом по трубопроводу либо путем статического нагружения трубопровода сосредоточенной силой и мгновенного снятия нагрузки, амплитуда возникающих при этом колебаний должна быть достаточна для регистрации виброметром. Этот метод рекомендуется для трубопроводов небольшого диаметра, колебания которых легко возбуждаются. Следует также учесть, что при ударе возбуждаются не только низкочастотные колебания, но и высокочастотные, которые в результате наложения на затухающие колебания основной частоты создают трудности при обработке результатов измерений.

2. Определение частоты колебаний по вынужденным резонансным колебаниям. В качестве возбудителя колебаний используются механические вибраторы, электромагниты переменного тока регулируемой частоты и другие устройства. Вибратор представляет собой вращающуюся неуравновешенную массу, создающую переменную силу, частота изменения которой пропорциональна скорости вращения.

Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда, соглашение №20-19-00222.

Литература

1. Васильев А.В. Моделирование и снижение низкочастотного звука и вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем: монография / Самара, 2011.

2. Васильев А.В. Снижение низкочастотного шума и вибрации силовых и энергетических установок. «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, том 5, №2, июль – декабрь 2003 г., с. 419-430.

3. Васильев А.В. Снижение низкочастотной вибрации трубопроводов энергетических установок. В ежемесячном научном журнале "Наука - производству", №8, август 2004 г., с. 68-70.

4. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: Учебник для вузов - СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.

5. Musaakhunova L.F., Igolkin A.A., Shabanov K.Y. The vibroacoustic characteristics research of the gas pipeline. Procedia Engineering. 2015. Vol. 106, pp. 316-324.

6. Vasilyev A.V. Development and approbation of methods and technical solutions of reduction of vibration of power plants and joining mechanical systems.. Procedia Engineering. 2015. Volume 106, pp. 354-362.

В.Е. Котова

ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону

УРОВЕНЬ, ИСТОЧНИКИ И ОЦЕНКА РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ РЕКИ ТЕМЕРНИК

С целью изучения уровня загрязнения приоритетными полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) и установления возможных источников их поступления в водные объекты исследованы пробы воды, отобранные из рек Дон и Темерник. Рассчитаны суммарные концентрации ПАУ, концентрации и доля канцерогенных веществ, а также общая токсичность и мутагенность в бензо[а]пиреновом эквиваленте. Проведено изучение отношений маркерных соединений для идентификации возможных источников поступления ПАУ.

Ключевые слова. Река Темерник, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), источники загрязнения

Важной задачей изучения загрязнения при мониторинге является не только установление количества загрязняющих веществ в объектах окружающей среды, но и оценка потенциального риска от их присутствия, а также идентификация возможного источника поступления этих веществ.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются широко распространенными экотоксикантами, среди них выделяют группу из 16 приоритетных соединений, являющихся наиболее опасными и обладающих канцерогенными и мутагенными свойствами: нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен (Phe), антрацен (An),

флуорантен (Flu), пирен (Py), бензо[а]антрацен (B[a]A), хризен (Chry), бензо[б]флуорантен (B[b]F), бензо[к]флуорантен (B[k]F), бензо[а]пирен (B[a]P), дибензо[а,h]антрацен (DB[a,h]A), бензо[g,h,i]перилен (B[g,h,i]P), индено[1,2,3-cd]пирен (In[cd]P).

ПАУ распространены повсеместно, поскольку источники их поступления многочисленны: природные (лесные пожары и различные термические геологические процессы) и антропогенные (сжигание бытовых отходов, отопление жилых помещений с использованием различного топлива, выхлопные газы транспорта, табачный дым). Существует и другая разновидность разделения источников: пирогенные (образование ПАУ при относительно высоких температурах (650-690 °С) и недостатке кислорода в пламени) и петрогенные (связаны с использованием нефти и продуктов ее переработки).

Содержание ПАУ в различных объектах окружающей среды нормируется и подлежит контролю. Для некоторых веществ из группы ПАУ установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) в разных типах вод: от 4 до 10 мкг/л для нафталина и от 5 до 10 нг/л для бензо[а]пирена [1].

Цель данной работы состояла в определении концентраций приоритетных ПАУ, оценке содержания канцерогенных и мутагенных веществ, а также идентификации возможных источников поступления углеводородов в воду рек Темерник и Дон.

Пробы речной воды отбирали в июле 2020 г (табл. 1).

Таблица 1

Схема отбора проб воды р. Темерник и р. Дон

Проба	Водный объект, пункт
6	Северное водохранилище (нижнее), правый берег
5	Р. Темерник, пешеходный мост ниже зоопарка, проход от ул. Зоологической
4	Р. Темерник ниже моста на ул. Текучева, выше ж/к «Акварель», правый берег
2	Устьевой участок р. Темерник, Пригородный ж/д вокзал, правый берег
3	Р. Дон, 600 м выше устья р. Темерник, 25-ый причал, правый берег
1	Р. Дон, 700 м ниже устья р. Темерник, правый берег

Определение ПАУ в воде проводили с помощью жидкостного хроматографа (Agilent Technologies 1260 Infinity LC) со спектрофлуориметрическим детектированием. Способ подготовки проб воды заключался в экстракционном извлечении смесью органических растворителей (гексан, метиленхлорид, изооктан) после высаливания сульфатом натрия; выделении из сконцентрированных экстрактов фракции полициклических ароматических углеводородов методом колоночной хроматографии на силикагеле [2] и хроматографическом анализе.

На основании результатов определения массовых концентраций индивидуальных приоритетных ПАУ для каждой пробы рассчитывали суммарные концентрации низкомолекулярных (2-3-членных) и высокомолекулярных (4-6-членных) ПАУ, массовые концентрации канцерогенных ПАУ (как сумму массовых концентраций B[a]A, Chry, B[b]F, B[k]F, B[a]P, DB[a,h]A, B[g,h,i]P и In[cd]P), долю содержания канцерогенных ПАУ по отношению к их суммарной концентрации. Общую токсичность и мутагенность оценивали в бензо[a]пиреновом эквиваленте с использованием эквивалентов токсичности и мутагенности по бензо[a]пирену для каждого канцерогенного ПАУ [3] (рис. 1).

Для р. Темерник в целом наблюдается следующая тенденция: минимальные значения для всех показателей получены в пробе 6 (нижнее Северное водохранилище), максимальные – в пробах 5 (р. Темерник, район зоопарка) и 4 (р. Темерник, район ж/к «Акварель»), при переходе к устьевому участку реки (проба 2) выявлено уменьшение значений всех показателей.

Концентрации канцерогенных ПАУ, доли канцерогенных ПАУ, общая токсичность и мутагенность в бензо[a]пиреновом эквиваленте не зависят от суммарных концентраций ПАУ для проб, отобранных в р. Темерник. Представленные величины коррелируют с концентрациями высокомолекулярных ПАУ. Максимальные значения концентрации канцерогенных ПАУ, доли канцерогенных ПАУ, общей мутагенности в бензо[a]пиреновом эквиваленте получены для пробы 4, а максимальная суммарная концентрация ПАУ – для пробы 5. Для р. Дон значения суммарных концентраций ПАУ, концентраций канцерогенных ПАУ, общей токсичности в бензо[a]пиреновом эквиваленте увеличиваются при переходе от точки 3 (выше устья р. Темерник) к точке 1 (ниже устья р. Темерник) практически в 2 раза, однако значения долей канцерогенных ПАУ остаются неизменными для всего исследуемого участка и близки значению, полученному для устьевом участка р. Темерник.

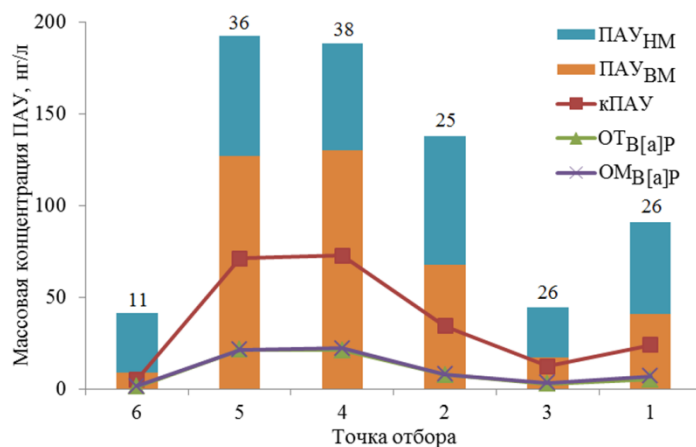


Рис. 1. Результаты определения суммарных концентраций низкомолекулярных (ПАУ_{НМ}) и высокомолекулярных (ПАУ_{ВМ}) ПАУ, концентраций канцерогенных ПАУ (кПАУ), общей токсичности (ОТ_{В[а]Р}) и мутагенности (ОМ_{В[а]Р}) в бензо[а]пиреновом эквиваленте в пробах воды (числами обозначены доли канцерогенных ПАУ)

Для определения источников поступления углеводородов в воду р. Темерник и р. Дон выбран способ оценивания отношений индикаторных ПАУ [4], критерии представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики источников поступления ПАУ

Отношение ПАУ	Петрогенный источник (▲)	Смешанный источник (▲☉)	Пирогенный источник (☉)	
			Горение нефтепродуктов	Горение древесины, угля, травы
An/(An+Phe)	< 0,1	-	> 0,1	
Flu/(Flu+Py)	< 0,4	-	0,4-0,5	> 0,5
B[a]A/(B[a]A+Chry)	< 0,2	0,2-0,35	> 0,35	
In[cd]P/(In[cd]P+B[g,h,i]P)	< 0,2	-	0,2-0,5	> 0,5

Результаты идентификации показали, что на участках р. Темерник 6 (нижнее Северное водохранилище) и 5 (район зоопарка) преобладают ПАУ пирогенной природы, при переходе к точке 4 и устью – смешанной и петрогенной (табл. 3). В воде р. Дон выше впадения р. Темерник присутствуют ПАУ смешанной природы, а ниже впадения р. Темерник – пирогенной.

В результате данного исследования получены данные о концентрациях ПАУ в р. Темерник и р. Дон. Доля канцерогенных ПАУ составила от 11 до 38 %, общая токсичность и мутагенность в бензо[а]пиреновом эквиваленте – от 3 до 12 %, их зависимость от суммарных концентраций ПАУ не обнаружена. Идентификация источников поступления ПАУ на основе отношений маркерных соединений выявила преимущественно пирогенную и смешанную природу содержащихся ПАУ. Такая ситуация связана с интенсивной антропогенной нагрузкой, сжиганием различных видов топлива, в том числе жидких углеводородов, а также миграцией ПАУ с выхлопными газами транспорта, и частыми природными пожарами.

Таблица 3

Результаты идентификации источников поступления ПАУ

Проба	Отношение ПАУ			
	An/(An+Phe)	Flu/(Flu+Py)	B[a]A/(B[a]A+Chry)	In[cd]P/(In[cd]P+B[g,h,i]P)
6	-	☉	-	☉
5	☉	▲	☉	☉
4	▲	▲☉	☉	▲☉

2	▲	☼	▲☼	☼
3	▲	▲☼	▲☼	☼
1	▲	☼	☼	☼

Литература

1. ГН 2.1.5.1315–03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12130908/> (Дата обращения: 14.10.2020 г.).

2. Патент 2646402 РФ. Способ подготовки проб для определения алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях / В.Е. Котова, Ю.А. Андреев; заявитель и патентообладатель ФГБУ «Гидрохимический институт». № 2017106715 от 28.02.2017; опубл. 05.03.2018.

3. US Environmental Protection Agency (US EPA). Provisional guidance for quantitative risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons. EPA /600/R/089. – Washington, DC: Office of Research and Development, US EPA, 1993. 24 p.

4. Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition // Organic Geochemistry. 2002. № 33. P. 489-515.

В.Е. Котова, Н.С. Тамбиева, Т.В. Князева

ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Р. ТЕМЕРНИК НЕКОТОРЫМИ ПРИОРИТЕТНЫМИ ЭКОТОКСИКАНТАМИ

Установлены уровни загрязнения воды р. Темерник тяжелыми металлами, фторидами и приоритетными полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ).

Ключевые слова. Река Темерник, тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), фториды.

Река Темерник – правый приток р. Дон протяженностью 33 км, из которых большая часть протекает через г. Ростов-на-Дону. Значительная антропогенная нагрузка объясняет высокий уровень загрязнения реки. К основным экотоксикантам р. Темерник относятся металлы, нефтепродукты, повышенная минерализация, биогенные вещества и др., в таблице 1 представлены значения предельно-допустимых концентраций для некоторых из них.

Таблица 1

Значения предельно-допустимых концентраций некоторых экотоксикантов [1, 2]

Показатель	ПДК	Показатель	ПДК
Медь, мг/л	0,001	Железо, мг/л	0,1
Ванадий, мг/л	0,001	Никель, мг/л	0,01
Цинк, мг/л	0,01	Нафталин, мг/л	0,004
Марганец, мг/л	0,01	Бензо[а]пирен, нг/л [1]	5

Цель данной работы – установить уровни загрязнения р. Темерник тяжелыми металлами и приоритетными полициклическими ароматическими углеводородами, а также проследить изменение концентраций фторидов и выявить влияние экотоксикантов на р. Дон.

Пробы речной воды р. Темерник и р. Дон отбирали в июле 2020 г. (табл. 2).

Таблица 2

Точки отбора проб воды р. Темерник и р. Дон

Проба	Водный объект, точка отбора
6	Северное водохранилище (нижнее), правый берег
5	Р. Темерник, пешеходный мост ниже зоопарка, проход от ул. Зоологической
4	Р. Темерник ниже моста на ул. Текучева, выше ж/к «Акварель», правый берег
2	Устьевой участок р. Темерник, Пригородный ж/д вокзал, правый берег
3	Р. Дон, 600 м выше устья р. Темерник, 25-ый причал, правый берег
1	Р. Дон, 700 м ниже устья р. Темерник, правый берег

Определение растворенных форм металлов проводили по методике [3], полученные результаты представлены на рисунке 1.

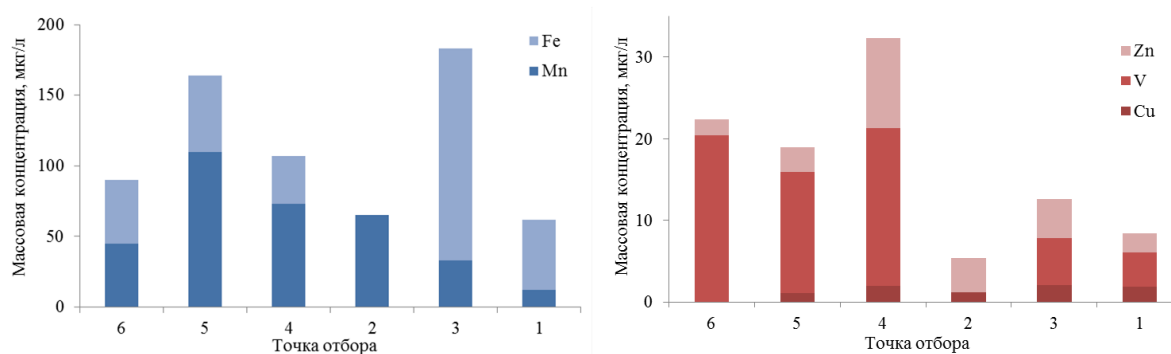


Рис. 1. Результаты определения массовых концентраций тяжелых металлов

Во всех пробах воды массовые концентрации кадмия, кобальта, свинца и никеля, находились ниже предела обнаружения в соответствии с методикой [3]. Превышение ПДК установлено для меди в кратностях от 1,1 до 2,1 ПДК для проб 1-5; для ванадия – от 4,2 до 20,3 ПДК в пробах 1, 3-6; для цинка 1,1 ПДК в пробе 4; для марганца – от 1,2 до 11 ПДК во всех пробах и для железа – 1,5 ПДК в пробе 3.

Для р. Темерник самыми низкими значениями массовых концентраций тяжелых металлов характеризуется проба 6 (нижнее Северное водохранилище), за исключением концентраций ванадия и железа. Максимальные значения определены в пробах 5 (р. Темерник, район зоопарка) и 4 (р. Темерник, район ж/к «Акварель»). В устьевом участке (проба 2) наблюдается некоторое снижение концентраций тяжелых металлов по сравнению с предыдущими районами.

В пробе 3 р. Дон, отобранной выше устья р. Темерник, найдены более высокие массовые концентрации тяжелых металлов, чем в пробе 1, отобранной ниже устья р. Темерник.

Определение ПАУ в пробах воды выполнялось с помощью жидкостного хроматографа Agilent 1260 Infinity LC со спектрофлуориметрическим детектором и колонкой ZORBAX Eclipse PAH. Способ подготовки проб воды представлял собой экстракционное извлечение смесью органических растворителей (гексан, метилхлорид, изооктан) после высаливания сульфатом натрия; выделение из сконцентрированных экстрактов фракции полициклических ароматических углеводородов методом колоночной хроматографии на силикагеле [4] и анализ методом ВЭЖХ.

Как видно из рисунка 2, приоритетные ПАУ присутствуют во всех отобранных пробах воды. Исключение составляет проба 6 (нижнее Северное водохранилище), там не обнаружены антрацен, бензо[а]антрацен, бензо[б]флуорантен и бензо[к]флуорантен. Максимальными по концентрациям (десятки микрограммов в литре) во всех пробах являются нафталин, фенантрен, флуорантен, пирен и бензо[б]флуорантен (кроме точки 6). Превышение ПДК по бензо[а]пирену установлено в пробах 5 (р. Темерник, район зоопарка) и 4 (р. Темерник, район ж/к «Акварель») в кратностях 1,7 и 2 ПДК соответственно.

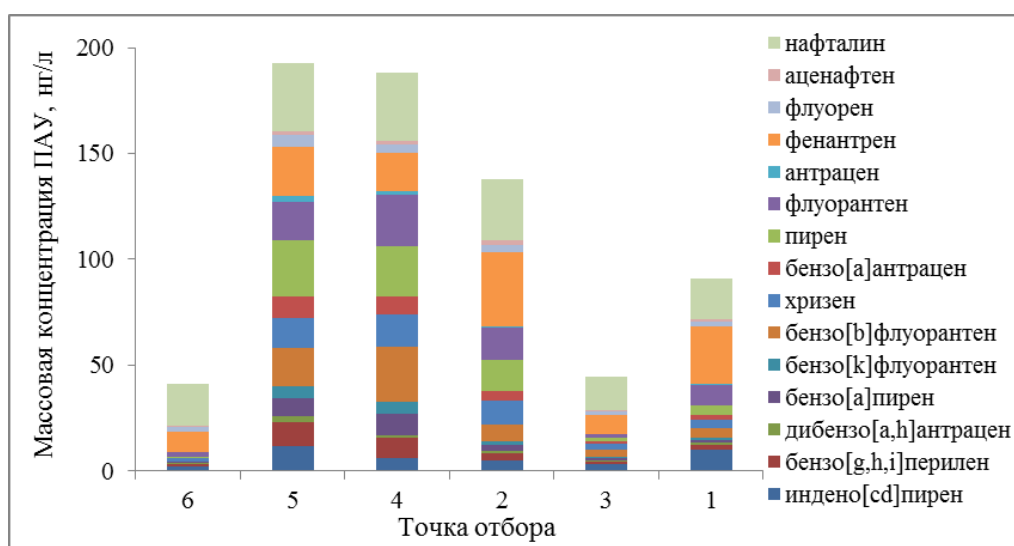


Рис. 2. Результаты определения массовых концентраций приоритетных ПАУ

Суммарные концентрации ПАУ для р. Темерник и р. Дон составили от 42 до 193 нг/л и от 44 до 91 нг/л соответственно. Для р. Темерник в целом наблюдается следующая тенденция: минимальные значения для всех показателей получены в пробе 6 (нижнее Северное водохранилище), максимальные – в пробах 5 (р. Темерник, район зоопарка) и 4 (р. Темерник, район ж/к «Акварель»), при переходе к устьевому участку реки (проба 2) выявлено уменьшение значений всех показателей. На участке р. Дон выше устья р. Темерник (проба 3) значения всех представленных показателей ПАУ ниже, чем ниже впадения р. Темерник (проба 1).

Массовая концентрация фторидов [5] в р. Темерник составила от 0,439 до 0,517 мг/л: она увеличивалась от нижнего Северного водохранилища (проба 6) до района ж/к «Акварель», где достигла своего максимального значения, затем уменьшилась (0,439 мг/л) в устьевом участке. Для проб 3 и 1, отобранных в р. Дон выше и ниже впадения р. Темерник, значения массовых концентраций фторидов практически равны (0,377 и 0,374 мг/л соответственно).

В результате исследования проб воды рек Темерник и Дон были определены концентрации ряда загрязняющих веществ. На рисунке 3 представлено распределение кратностей превышения ПДК изучаемых показателей в пробах. Наиболее загрязненной из двух рассматриваемых рек является р. Темерник, в которой суммарные кратности превышения ПДК варьируются от 8 до 32. Максимальные суммарные кратности превышения ПДК получены для района зоопарка (проба 5) и района ж/к «Акварель» (проба 4) – 32 и 29 соответственно.

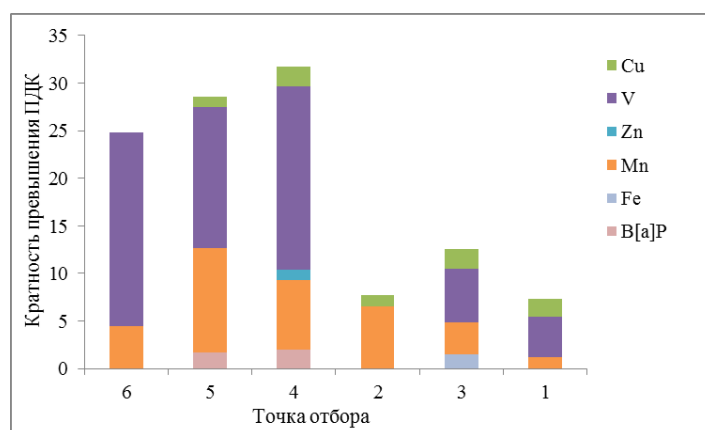


Рис. 3. Распределение кратностей превышения ПДК для проб р. Темерник и р. Дон

Для р. Дон на участке выше устья р. Темерник (проба 3) значение суммарной кратности превышения ПДК составило 13, а ниже впадения р. Темерник (проба 1) – 7. Однако тенденция уменьшения концентраций

загрязняющих веществ в р. Дон при переходе от участка выше впадения р. Темерник к участку ниже впадения р. Темерник наблюдается не для всех показателей. Например, на исследованном участке р. Дон уменьшение массовых концентраций замечено для ряда тяжелых металлов, в то время как массовые концентрации ПАУ увеличились, а количество фторидов оставалось неизменным.

Литература

1. ГН 2.1.5.1315–03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12130908/> (Дата обращения: 14.10.2020 г.).
2. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». М.: ВНИРО, 2017. 214 с.
3. РД 52.24.377–2008. Массовая концентрация алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с прямой электротермической атомизацией проб. Ростов-на-Дону, 2008. – 26 с.
4. Патент 2646402 РФ. Способ подготовки проб для определения алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях / В.Е. Котова, Ю.А. Андреев; заявитель и патентообладатель ФГБУ «Гидрохимический институт». – № 2017106715 от 28.02.2017; опубл. 05.03.2018.
5. РД 52.24.533–2017. Массовая концентрация фторидов в водах. Методика измерений фотометрическим методом с лантан-ализарин-комплексом в присутствии ацетона. Ростов-на-Дону, 2017 – 23 с.

Л.В. Переломов, Ю.М. Атрощенко

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЙМЕННЫХ ПОЧВАХ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМБИНАТА ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Изучено содержание и распределение ряда тяжелых металлов в естественных и пахотных пойменных почвах реки Упы в зоне влияния комбината черной металлургии. Содержание большинства тяжелых металлов, за исключением Zn и Fe, в изученных почвах находится в пределах установленных нормативов и значений кларка, что может быть обусловлено преобладанием выноса этих элементов над поступлением, которое характерно, в целом, для баланса тяжелых металлов в этом регионе. Установлена связь концентраций валовых и подвижных форм тяжелых металлов с рядом физико-химических свойств почв. Показано, что сельскохозяйственное освоение может служить причиной изменения характера распределения валовых и подвижных форм элементов по профилю.

Ключевые слова: тяжелые металлы, аллювиальные почвы, черная металлургия

Изучение содержания и профильного распределения тяжелых металлов (ТМ) в аллювиальных луговых почвах проводилось на двух участках поймы р. Упы, расположенных на расстоянии около 3 км от ПАО «Тулачермет». Один участок занят естественной луговой растительностью, другой представлен сельскохозяйственной почвой, используемой для выращивания пропашных культур. Общие физические и химические свойства образцов почв (табл. 1) определялись с использованием стандартных методов, принятых в отечественном почвоведении [1]. Извлечение подвижных форм ТМ осуществляли ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН4,8. Определение концентраций ТМ в растворах проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.

Проведенные исследования содержания ТМ в почвах Тульской области показали их повышенное содержание в почвах городов, в которых размещены крупные промышленные предприятия [2]. Несмотря на то, что изученные участки находятся в непосредственной близости друг к другу, почвы под лугом по гранулометрическому составу являются тяжелыми суглинками, а пахотные – средними суглинками. В почвах естественного сложения наибольшее количество частиц физической глины отмечено для слоя 0-20 см, непосредственно подверженного аллювиальному процессу; с глубиной количество физической глины значительно уменьшается, приближаясь к верхней границе среднего суглинка. Гранулометрический состав в пахотных почвах является однородным по всей изученной глубине. С глубиной в почвах естественного сложения уменьшается количество гумуса и содержание обменных оснований, несколько снижается рН. В пахотных почвах в слое 0-60 см наблюдается относительно равномерное распределение гумуса (с уменьшением в слое 20-40 см), кислотность практически не изменяется (табл.1).

Таблица 1

Характеристика физико-химических свойств целинных и пахотных пойменных почв р.Упа

Глубина	Гумус, %	рН kcl	P2O5, мг 100 г	K2O, мг 100 г	Ca	Mg	Na	K	Физ. песок %	Физ. глина %
					мг-экв на 100 г почвы					
Пойма Упы, луг										
0-20	6,8	7,3	1,3	6,0	60,00	2,70	0,82	0,37	40,8	59,2
20-40	4,8	6,7	3,5	6,0	29,00	1,45	0,54	0,25	58,4	41,6
40-60	2,9	6,8	4,0	8,1	25,50	1,23	0,52	0,30	56,6	43,4
Пойма Упы, пашня										
0-20	3,8	7,4	27,5	14,5	38,00	2,92	0,24	0,46	65,1	34,9
20-40	2,9	7,5	14,0	9,3	46,00	2,92	0,32	0,32	65,5	34,5
40-60	3,5	7,4	3,8	6,0	48,00	2,70	0,34	0,25	63,3	36,7

Общее содержание Mn в почвах под лугом на всех изученных глубинах несколько выше его содержания в пахотных почвах (табл. 2). Это может быть обусловлено как его привносом с техногенными выпадениями, так и активным участием в биологическом круговороте в естественных экосистемах. В пахотных почвах, как валовые, так и подвижные формы Mn распределены более равномерно. Уменьшение концентраций подвижного Mn в сельскохозяйственных почвах может быть обусловлено как миграцией в более глубокие горизонты, так и латеральным выносом и отчуждением с урожаем.

Суммарное содержание Fe в слое 0-60 см в естественных и пахотных почвах соизмеримо и максимально (превышает кларк) в слое 0-20 см (табл. 2). Максимальная аккумуляция Fe в верхнем слое этих почв не зависит ни от содержания гумуса, ни от количества физической глины, ни от кислотности и может быть обусловлена привносом с выбросами металлургического комбината. В пахотных почвах в слое 0-40 см валовое Fe распределено более равномерно. Количество подвижных форм Fe максимально в верхнем слое естественных почв и падает с глубиной, в пахотных почвах с глубиной оно возрастает.

Содержание Pb как в пахотных почвах, так и в почвах под лугом на разных глубинах одинаково (табл.2). Одним из основных источников Pb в городских почвах, удаленных от точечных источников его эмиссии, является автотранспорт. Исследованные участки находятся на значительном удалении от крупных автомобильных дорог города. Суммарный запас подвижных форм свинца в слое 0-60 см обеих почв соизмерим, но в пахотных почвах элемент распределен более равномерно.

Таблица 2

Содержание тяжёлых металлов в целинных и пахотных пойменных почвах
р. Упа (мг/кг)

Глубина	Mn вал	Mn под	Fe вал	Fe под	Pb вал	Pb под	Zn вал	Zn под	Cd вал	Cd под	Ni вал	Ni под
Пойма Упы, луг												
0-20	760	128	33000	82	15,0	0,8	100	12	0,35	0,16	24,5	0,60
20-40	600	14	22500	18	15,0	0,4	120	5	0,30	0,06	28,5	0,10
40-60	700	10	25000	10	17,5	0,1	125	2	0,25	0,05	25,5	0,05
Пойма Упы, пашня												
0-20	580	22	31500	22	15,0	0,5	225	13	0,40	0,13	27,5	0,05
20-40	560	18	27000	30	15,5	0,5	115	11	0,35	0,11	22,5	0,05
40-60	540	20	23500	44	15,0	0,5	95	23	0,25	0,08	21,0	0,30

Допустимые концентрации											
ОДК [3]					130		220		2		80
ПДК [4]	1500	100*, 140**	22300 [5]		32	6	100[6]	23			4

Примечания: * - для дерново-подзолистой с рН 6; ** - для чернозема

Концентрации Zn как в почвах естественного сложения, так и в пахотных находится, в целом, в пределах ныне существующих ОДК, но превышает длительное время существовавшие ПДК в нашей стране (табл. 2). Максимальное его содержание отмечается в пахотных почвах в слое 0-20 и немного превышает ОДК. Это происходит, несмотря на более тяжелый гранулометрический состав и более высокое содержание гумуса почв под лугом, близкую кислотность. Источником Zn для пополнения остаточной фракции могут быть органические удобрения, техногенные поступления, а также наилот, приносимый во время половодий. Причём логично предположить, что во время половодий в пахотных почвах ввиду их лучшей водопроницаемости задерживается большее количество элемента. В почвах под лугом концентрации элемента с глубиной несколько увеличиваются, на пашне – уменьшаются с глубиной. Распределение подвижных форм имеет противоположный характер и в слое 40-60 см в пахотных почвах достигает величины ОДК.

Существенных различий в содержании валового Cd и валового Ni между пахотными и естественными почвами не обнаружено, их концентрации находятся в пределах установленных нормативов (табл.2). В обеих почвах максимальные концентрации валового и подвижного Cd характерны для верхнего слоя и уменьшаются с глубиной. Наибольшее количество подвижных Cd и Ni наблюдается в наиболее гумусированном и тяжелом по гранулометрическому составу образце почвы. В пахотных почвах в слое 0-40 см, в наибольшей степени подверженному сельскохозяйственному воздействию, содержание подвижного Ni минимально и выровнено по концентрации.

Литература

1. Агротимические методы исследования почв. Издание 5-е. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Арляпов В.А., Волкова Е.М., Нечаева И.А., Скворцова Л.С. Содержание тяжелых металлов в почве как индикатор антропогенного загрязнения Тульской области // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. № 4. С. 194-204.
3. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2511-09. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 10 с.

4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.
5. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почвах и предельные уровни их содержания по показателям вредности (по состоянию на 01.01.91.). М.: Госкомприрода СССР, № 02-2333 от 10.12.90. 15 с.
6. Алексеенко В.А., Алексеенко А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов на Дону: Изд-во ЮФУ, 2013. 388 с.

О.А. Плотникова, Е.И. Тихомирова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЭКОТОКСИКАНТОВ

Представлен обзор люминесцентных методов анализа полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Приведены результаты экспериментальных исследований твердофазной люминесценции пирена на различных матрицах, модифицированных катионным поверхностно-активным веществом ЦТАБ. Максимальный сигнал флуоресценции получен на вязкой матрице. Данный способ может найти применение при разработке аналитического метода анализа ПАУ в экологическом мониторинге водных сред.

Ключевые слова: люминесцентные методы анализа, твердофазная люминесценция, полициклические ароматические углеводороды

В настоящее время присутствие разнообразных органических и неорганических загрязнителей в различных объектах окружающей среды представляет серьезную проблему из-за их потенциальной токсичности и возможного негативного воздействия на живые организмы. Уже несколько десятилетий хорошо известно, что атмосфера, природные воды и почва во всем мире загрязнены целым рядом токсичных веществ: полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), хлорорганическими соединениями, пестицидами и тяжелыми металлами. Поэтому важным направлением современной науки видится разработка и усовершенствование современных аналитических методов для обнаружения и количественного определения экотоксикантов в окружающей среде.

Широко известными методами определения низких уровней концентраций загрязняющих веществ являются хроматографические методы [1, 2]. Однако в последние годы все большее распространение получили высокочувствительные методы люминесцентной спектрометрии, [3], применяемые для количественного анализа многих органических

соединений в биологической, биомедицинской, пищевой и экологической областях. Для повышения селективности количественного определения ПАУ в случае сложных проб окружающей среды предложено использовать синхронную флуоресцентную спектрометрию [4]. Для анализа окружающей среды люминесцентные методы могут быть использованы как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами, например, жидкостной хроматографией [3].

Особенно перспективными люминесцентные методы являются для определения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), обладающих собственной флуоресценцией.

Важным методом количественного определения следовых концентраций ПАУ в сложных образцах окружающей среды, включая почвы, донные отложения, нефть и биоту, является низкотемпературной люминесценция ПАУ, основанная на эффекте Шпольского [5].

Существуют разработки, связанные с применением организованных мицеллярных сред, позволяющих повысить чувствительность и селективность люминесцентных методов [6, 7]

Авторы работы [8] предложили использовать нейлоновые мембраны в качестве твердой матрицы для флуоресцентного определения бенз[а]пирена. Этот подход основан на твердофазной экстракции аналита на нейлоновой мембране и его люминесцентном определении на твердой поверхности. Флуоресцентные характеристики нескольких ПАУ были изучены на пяти типах твердой поверхности а при разработке новых оптических сенсоров для скрининга ПАУ в пробах окружающей среды [9]. Для скрининга ПАУ в водных образцах в работе [10] применялось сочетание твердофазной экстракции на октадецильные мембраны и лазерно-индуцированной флуориметрии. Для экстракции некоторых ПАУ из воды и их люминесцентного определения предложено в качестве твердой фазы применение пенополиуретанов [11]. Этим методом можно определить концентрацию бенз [а]пирена 0,02 нг/мл.

Приведенные данные позволяют заключить, что наблюдается тенденция к поиску простых, чувствительных и селективных методов люминесцентного определения ПАУ. Кроме того, авторы работ стремятся сократить и упростить сам процесс пробоподготовки.

Нами были проведены исследования, направленные на подбор оптимальных условий твердофазного люминесцентного метода определения ПАУ путем предварительного сорбционного концентрирования на модифицированные поверхностно-активными веществами матрицы.

В качестве модельного соединения для экспериментальных исследований был взят наименее токсичный представитель ПАУ пирен. Для сорбционного концентрирования (твердофазной экстракции) и

люминесцентных исследований применяли различные по гидрофобности матрицы: целлюлозная, вязкая полипропиленовая и полиэстерная. ПАУ сорбировали на матрицы в динамическом режиме в сорбционной колонке. После сушки матриц на флуоресцентном спектрометре LS 55 (Perkin-Elmer) регистрировали спектры люминесценции. Для предварительного мицеллярного концентрирования пирена применялся катионный ПАВ - цетилтриметиламмония бромид (ЦТАБ).

Экспериментально установлено, что интенсивность флуоресценции пирена на целлюлозной, вязкой и полипропиленовой матрицах выше, чем в растворах, из которых осуществлялась его сорбция. Это объясняется потерей подвижности сорбированных молекул пирена и, как следствие, увеличением вероятности излучательных переходов (флуоресценция) из первого синглетного возбужденного состояния в основное. Максимальный сигнал твердофазной люминесценции (ТФЛ) пирена наблюдается при концентрациях ПАВ вблизи критических концентраций мицеллообразования (ККМ). Для ЦТАБ ККМ составляет $9,5 \cdot 10^{-4}$ моль \cdot л $^{-1}$.

На рисунке 1 представлены полученные спектры флуоресценции пирена на различных матрицах.

При сорбции пирена из водно-мицеллярного раствора ЦТАБ на изученные матрицы наблюдается резкое возрастание интенсивности флуоресценции пирена на вязкой, целлюлозной и полипропиленовой матрицах. При этом максимальный сигнал обнаружен на вязкой матрице. На матрице из полиэстера при сорбции как из водного, так и водно-мицеллярного раствора ЦТАБ флуоресценция пирена имеет минимальное значение, близкое к фоновому сигналу данной матрицы (рисунок 1, спектры 4 и 5), имеющий повышенное в сравнении с другими матрицами значение. В связи с этим данная полиэстерная матрица не рекомендуется для наблюдения твердофазной люминесценции ПАУ и в дальнейших исследованиях не применяется.

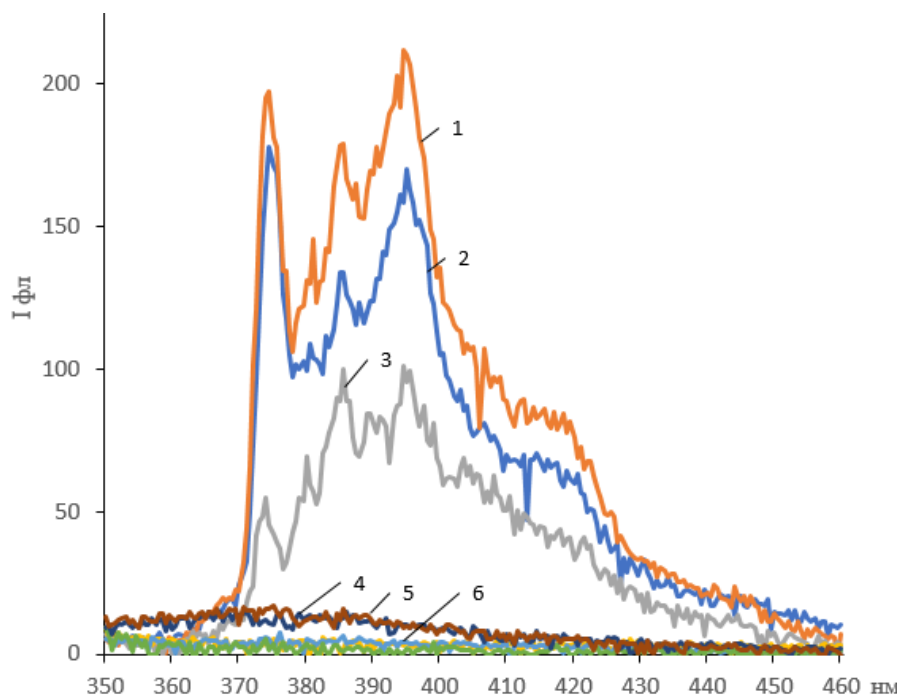


Рис. 1. Спектры твердофазной люминесценции пирена при сорбции из ВМР ЦТАБ на различные матрицы: вязкую (1), целлюлозную (2), полипропиленовую (3), полиэстерную (4); фоновый сигнал полиэстерной матрицы (5), фоновые сигналы вязкой, целлюлозной и полипропиленовой матриц (6)

Таким образом, экспериментально подобраны оптимальные характеристики люминесцентного твердофазного определения ПАУ на основе модифицированной мицеллярными наносистемами вязкой матрицы. Данный способ может найти применение при разработке аналитического метода анализа ПАУ в экологическом мониторинге водных сред.

Литература

1. Wise S.A., Sander L.C., Schantz M.M. Analytical methods for determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) – A Historical perspective on the 16 U.S. EPA priority pollutant PAHs // *Polycyclic Aromatic Compounds*. 2015. V. 35. P. 187-247.
2. Poster D.L. Analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in environmental samples: A critical review of gas chromatographic (GC) methods // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2006. V. 386. P. 859-881.
3. Morales T.V. Luminescence methods for study and determination of pollutants in the environment // *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2010. V. 29, № 1. P. 1-42.
4. Troche S.V. Constant-wavelength synchronous spectrofluorimetry for determination of benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene and benzo[k]fluoranthene in presence of 16 EPA PAHs // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 2003. V. 99, № 3. P. 96–101.
5. Kozin, I. Shpol'skii spectroscopy as a tool in environmental analysis for aminoand nitro-substituted polycyclic aromatic hydrocarbons: A critical evaluation / I. Kozin, C. Gooijer, N. H. Velthorst // *Anal. Chim. Acta*. 1996. V. 333. P. 193-204.

6. Santana J.J. Rodriguez Environmental analytical applications of luminescence in organized supramolecular systems // Anal. Bioanal. Chem. 2006. V. 385. P. 525-545.
7. Lazaro E., San Andres M.P., Vera S. Determination of five polycyclic aromatic hydrocarbons in aqueous micellar media by fluorescence at room temperature // Anal Chim Acta. 2006. V.413. P. 159-166
8. Bortolato S.A., Arancibia J.A., Escandar G.M. A novel application of nylon membranes to the luminescent determination of benzo[a]pyrene at ultra trace levels in water samples // Analytica Chimica Acta. V. 613. P. 218-227.
9. Fernandez-Sanchez J.F. The development of solid-surface fluorescence characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons for potential screening tests in environmental samples // Talanta. 2003. V. 60. P. 287-293.
10. Whitcomb J.L., Bystol A.J., Campiglia A.D. Time-resolved laser-induced fluorimetry for screening polycyclic aromatic hydrocarbons on solid-phase extraction membranes // Anal. Chim. Acta. 2002. V. 464. P. 261-272.
11. Dmitrienko S.G. Solid-phase extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from aqueous samples using polyurethane foams in connection with solid-matrix spectrofluorimetry // Anal. Lett.. 2001. V. 34. P. 425-438.

М.О. Третьякова¹, К.С. Пикула^{1,2}, К.Ю. Кириченко¹, К.С. Голохваст^{1,2,3}

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

³Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТИЦ УГЛЯ НА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА

Микроразмерные частицы угольной пыли являются источником загрязнения морской среды в районе расположения морских угольных терминалов. В настоящей работе мы исследовали влияние микроразмерных частиц угля на выживаемость представителей зоопланктона – рачков *Artemia salina*. Данные ракообразные были подвергнуты воздействию частиц угля 4 видов в концентрациях от 100 до 5000 мг/л. За период 96-часового теста ярко выраженного токсического воздействия разных концентраций угля не наблюдалось. Отмечено поглощение частиц угля особями *A. salina*, что может привести к развитию различных патологий при более длительном эксперименте.

Ключевые слова: экотоксикология, угольная пыль, микроразмерные частицы

В настоящее время экономическое и социальное развитие сопровождается ростом энергопотребления. Уголь является основным ископаемым топливом, которое обеспечивает население теплом и электроэнергией практически по всему миру.

Международная торговля углем в значительной степени зависит от морских перевозок, и поставки угля продолжают расти. Ведущими импортерами угля являются Китай, Индия, страны Европы и АТР, ведущими экспортерами – Австралия, Индонезия и Россия [1]. Обработка и транспортировка в портах сыпучих, пылящих грузов являются существенными источниками поступления в атмосферу вблизи портов [2, 3]. Эта пыль так же попадает и в морскую среду.

Несмотря на то, что проблема уноса частиц угля в морскую среду существует достаточно давно, их токсическое воздействие на морские организмы остается слабо изученным, как и воздействие разных видов угля [4]. Известно, что наличие в морской воде большого количества взвешенных частиц может оказывать на организмы сублетальные и летальные воздействия [5-7]. Изучается воздействие на морскую биоту микропластика [8, 9] и наночастиц [10-12], при этом в качестве тест-объектов используются рачки *Artemia salina* за счет их устойчивости к воздействию и простоты их разведения в лабораторных условиях [13].

В настоящем исследовании мы изучали воздействие 4 видов угля на уровень выживаемость представителей зоопланктона *A. Salina*, как типичного объекта для проведения тестов на токсичность различных химических веществ. Для исследования были выбраны 4 вида угля, перегружаемых в угольных терминалах в портах Находка и Восточный: бурый уголь марки 1Б, уголь каменный марки Т (тощий), уголь каменный битуминозный коксующийся (угольный концентрат) марки ОС (отощено-спекающийся), антрацит.

Подготовка образцов угля осуществлялась в Научно-образовательном центре «Нанотехнологии» Политехнического института ДВФУ. Для получения частиц угля необходимого дисперсного состава осуществлялось перемалывание образцов с помощью агатовой ступки (внешний диаметр 150 мм).

Размер частиц определялся с помощью лазерной дифракции на лазерном анализаторе частиц Analysette 22 NanoTec plus (Fritsch GmbH, Германия). Измерения проводились в режиме «углерод/вода 20°C», с диапазоном фиксируемых частиц 0,01 – 2000 мкм, в 5 повторениях. Образцы угля смешивались с очищенной морской водой для получения концентрации 5000 мг/л, полученная смесь обрабатывалась на ультразвуковом гомогенизаторе Sonopulse 3100 HD (Bandelin electronic GmbH & Co. KG, Germany) на частоте 22 кГц, при мощности 100 Вт в течение 30 минут.

Цисты *A. salina* помещались в стеклянную емкость, заполненную очищенной морской водой с соленостью 33 ± 1 ‰, и уровнем pH 8.0 ± 0.2 , где выдерживались в течение 24 ч для вылупления при температуре 20 ± 2 °C со световым режимом 16/8 ч.

Подготовка науплий и проведение теста осуществлялось в соответствии со стандартом ISO TS 20787 с незначительными изменениями (продолжительность теста составила 96 ч). Для каждого образца угля использовались концентрации частиц угля от 100 до 5000 мг/л, на каждую концентрацию приходилось по 4 повторения. В лунки 96-луночного планшета с соответствующей концентрацией помещалось по 10 науплий *A. salina*. Объем жидкости в каждом повторении составлял 200 мкл. В течение эксперимента температура воды составляла 25 ± 1 °С, со световым режимом 16/8 ч., кормление науплий не осуществлялось. Подсчет мертвых и живых науплий осуществлялся после 24 ч, 48 ч и 96 ч после начала эксперимента. После 96 ч воздействия для исследования поглощения особями частиц угля использовался световой микроскоп Axio Observer A1 (Carl Zeiss, Германия).

Статистический анализ результатов теста проводился с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, США).

После перемалывания угля и проведения гранулометрического анализа было получено распределение частиц, которое можно распределить на 4 группы (рисунок 1). В исследованиях токсического воздействия угля на морские организмы применяются образцы угля с различным диапазоном размера частиц, например <63 мкм [14, 15], <40 мкм [16], ≤ 425 мкм [17]. Полученное нами распределение частиц позволяет оценить в эксперименте воздействие широкого диапазона размеров частиц при их приблизительно равном соотношении между группами.

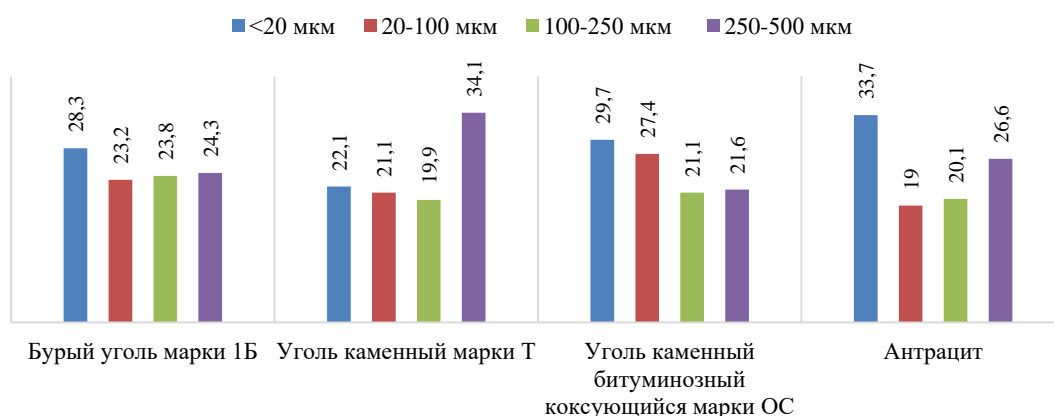


Рис. 1. Результаты гранулометрического анализа 4 видов угля

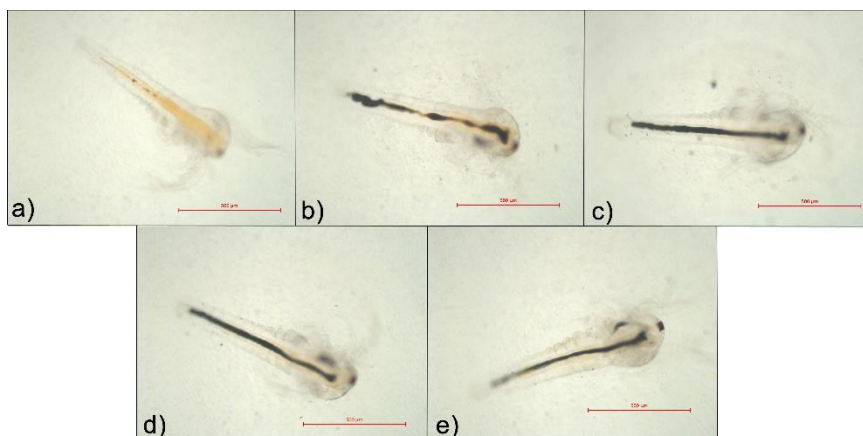


Рис. 2. Поглощение частиц угля живыми науплиями *A. salina*: контроль (а), бурый уголь марки 1Б (b), уголь каменный марки Т (с), уголь каменный битуминозный коксующийся марки ОС (d), антрацит (е)

В целом, по результатам исследования ярко выраженного токсического воздействия разных концентраций угля не наблюдалось. Этот результат говорит о том, что в целом данный вид является устойчивым к воздействию угля. Воздействие проявлялось только в период 96 ч, при этом наибольшее влияние на выживаемость организмов *A. salina* оказали образцы бурого угля (выживаемость при 96-ч тесте снижалась до 70% при концентрациях угля 100 мг/л и 1000 мг/л) и каменного битуминозного коксующегося марки ОС (выживаемость при 96-ч тесте снижалась до 70% при концентрациях угля 1000 и 5000 мг/л). Это может быть вызвано тем, что бурый уголь содержит значительно большее количество битуминозных летучих веществ, фенолов [4]. Летучие органические соединения способствуют росту водорослей, но вместе с тем снижают биомассу зоопланктона [4, 18]. Каменный битуминозный уголь содержит большее количество ПАУ [4, 19], что отмечено также и для коксующихся углей [20]. ПАУ в биодоступной форме способны оказывать токсическое воздействие на морские организмы [21, 22].

Таким образом, проведенные наблюдения позволяют сделать предположение о том, что *A. salina* является достаточно устойчивым видом к токсическому воздействию угля по критерию «выживаемость». Однако, как видно из рисунка 3, *A. salina* поглощают частицы угля, что может привести к развитию различных патологий при более длительном эксперименте, и может быть исследовано в дальнейшем.

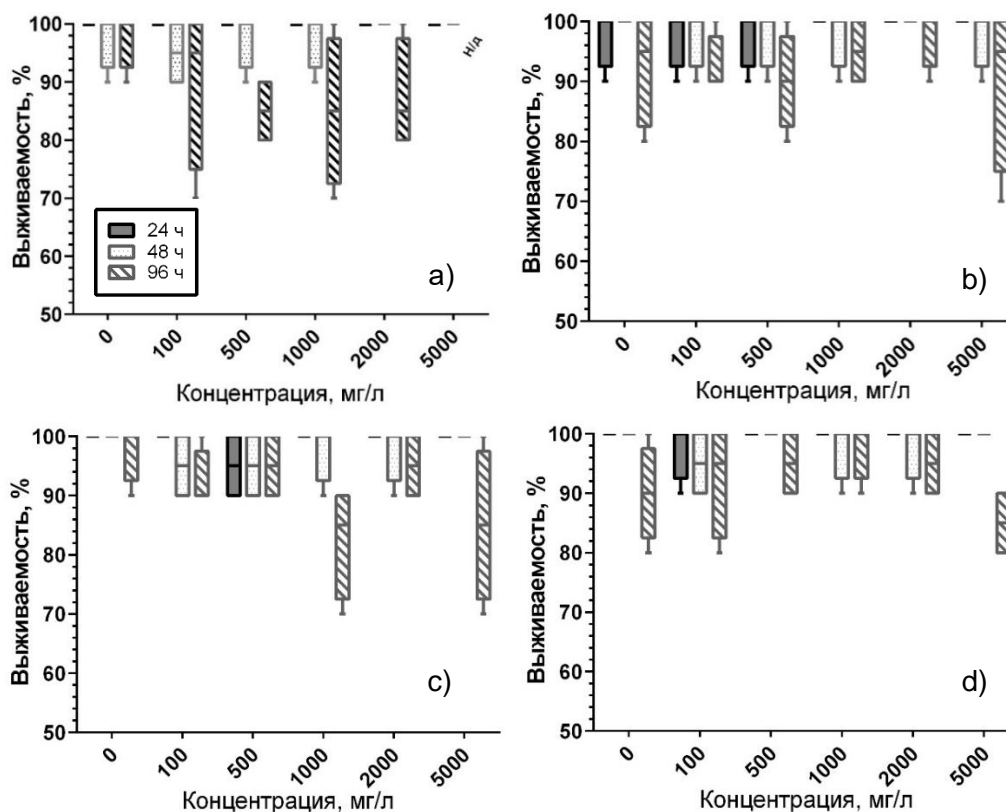


Рис. 3. Выживаемость *A. salina* в морской воде в зависимости от вида угля, концентрации и времени воздействия: бурый марки 1Б (а), каменный уголь марки Т (b), уголь каменный битуминозный коксующийся марки ОС (с), антрацит (d)
Примечание: н/д – при данной концентрации из-за повышенной мутности воды подсчет науплий был невозможен

Экспериментально определено, что в экотоксикологическом тесте с 4 видами угля в течение 96 ч значительного воздействия на организмы *A. salina* не наблюдается. В пределах концентраций от 100 до 5000 мг/л выживаемость составляла для бурого угля марки 1Б от 100 до 70 %, для каменного угля марки Т от 100 до 70 %, для угля каменного битуминозного коксующегося марки ОС от 100 до 70 %, для антрацита от 100 до 80 % в условиях эксперимента без перемешивания при времени воздействия до 96 ч. Однако, зафиксированный факт поглощения ракообразными угля может говорить о развитии иных патологий и проявления сублетальных эффектов, что говорит о необходимости проведения дополнительных исследований.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-05-50010.

Литература

1. Statistical Review of World Energy 2019 : BP p.l.c. 68th edition. UK: Pureprint Group Limited, 2019. 61 p.

2. Moreno N., Alastuey A., Querol X. Characterisation of dust material emitted during harbour operations (HADA Project) // *Atmos. Environ.* 2007. Vol. 41, № 30. P. 6331-6343.
3. Walker T.R. Green Marine: An environmental program to establish sustainability in marine transportation // *Mar. Pollut. Bull.* 2016. Vol. 105, №1. P. 199-207.
4. Ahrens M.J., Morrisey D.J. Biological effects of unburnt coal on the marine environment // *Oceanogr. Mar. Biol.* 2005. № 43. P. 69-122.
5. Berry W., Rubinstein N., Melzian B., Hill B. The biological effects of suspended and bedded sediment (SABS) in aquatic systems: a review // U.S. Environmental Protection Agency, Internal Report, Washington, D.C. 2003.
6. Erfteimeijer P.L.A., Riegl B., Hoeksema B.W., Todd P.A. Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: a review // *Mar. Pollut. Bull.* 2012. Vol. 64. P. 1737-1765.
7. Jones R., Bessell-Browne P., Fisher R. Assessing the impacts of sediments from dredging on corals // *Mar. Pollut. Bull.* 2016. Vol. 102. P. 9-29.
8. Gardon T., Reisser C., Soyez C. Microplastics Affect Energy Balance and Gametogenesis in the Pearl Oyster *Pinctada margaritifera* // *Environ. Sci. Technol.* 2018. Vol. 52, № 9. P. 5277-5286.
9. Sussarellu R., Suquet M., Thomas Y. Oyster Reproduction Is Affected by Exposure to Polystyrene Microplastics // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2016. Vol. 113, № 9. P. 2430-2435.
10. Johari S.A., Rasmussen K., Gulumian M. Introducing a new standardized nanomaterial environmental toxicity screening testing procedure, ISO/TS 20787: aquatic toxicity assessment of manufactured nanomaterials in saltwater lakes using *Artemia* sp. Nauplii // *Toxicol. Mech. Methods.* 2019. Vol. 29. P. 95-109.
11. Ozkan Y., Ilhan H., Sokmen M. Determination of TiO₂ and AgTiO₂ Nanoparticles in *Artemia salina*: Toxicity, Morphological Changes, Uptake and Depuration // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2015. Vol. 96. P. 36-42.
12. Rajabi S., Ramazani A., Hamidi M., Naji T. *Artemia salina* as a model organism in toxicity assessment of nanoparticles // *Daru.* 2015. Vol. 23.
13. Dumitrascu M. *Artemia salina* // *Balneo Res. J.* 2011. Vol. 2. P. 119-122.
14. Berry K.L.E., Hoogenboom M.O., Flores F., Negri A.P. Simulated coal spill causes mortality and growth inhibition in tropical marine organisms // *Sci. Rep.* 2016. Vol. 6.
15. Berry K.L.E., Hoogenboom M.O., Brinkman D.L. Effects of coal contamination on early life history processes of a reef-building coral, *Acropora tenuis* // *Mar. Pollut. Bull.* 2017. Vol. 114. P. 505-514.
16. Benitez-Polo Z., Velasco L.A. Effects of suspended mineral coal dust on the energetic physiology of the Caribbean scallop *Argopecten nucleus* (Born, 1778) // *Environ. Pollut.* 2020. Vol. 260.
17. Henley W.F., Johnson N.G., Ciparis S. Effects of Coal Particles in Aquatic Sediments on Organ Tissues of Rainbow Mussels *Villosa iris* (Unionidae) // *J. Shellfish Res.* 2015. Vol. 34. P. 1019-1027.
18. Gerhart D.Z., Richter J.E., Curran S.J., Robertson T.E. Algal bioassays with leachates and distillates from western coal // Report No. EPA-600/3-79-093, Duluth, U.S.: United States Environmental Protection Agency. 1980.
19. Wang R., Liu G., Zhang J. Abundances of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in 14 Chinese and American Coals and Their Relation to Coal Rank and Weathering // *Energy Fuels.* 2010. Vol. 24. P. 6061-6066.

20. Zhuravleva N.V. Studies of the interconnection of the structure of fossil coal and the concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in it / N.V. Zhuravleva, E.R. Khavivulina, Z.R. Ismagilov [et al.] // Chem. Sustain. Dev. – 2016. – Vol. 24. – P. 355-361.
21. Campbell P.M. Increased CYP1A1 and ribosomal protein L5 gene expression in a teleost: The response of juvenile chinook salmon to coal dust exposure / P.M. Campbell, R.H. Devlin // Aquat. Toxicol. – 1997. – Vol. 38. – P. 1–15.
22. Carlson R. Implications to the aquatic environment of polynuclear aromatic hydrocarbons liberated from Great Plains coal / R. Carlson, A. Oyler, E. Gerhart [et al.] // Report No.EPA-600/3-79-093, Duluth, U.S.: United States Environmental Protection Agency. – 1979.

Бодня М.А., Копаева Н.А.

ФГБОУ ВО «ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», г. Липецк

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА АТМОСФЕРУ Г. ЛИПЕЦКА В 2019 Г ПО ДАННЫМ
ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

В данной работе определена степень антропогенной нагрузки на атмосферу г. Липецка по данным снегогеохимической съёмки в январе – феврале 2019 года. Геохимический анализ снеговой воды включал в себя определение показателя рН талой воды, количественное определение содержания катионов меди (II), катионов железа (III), катионов свинца (II), нитрат-ионов, а также расчет пылевой нагрузки на урбогеосистемы г. Липецка.

Ключевые слова: запыленность, снегогеохимическая съёмка, фотометрия, токсиканты, снег, экологическая обстановка, атмосфера

В России год от года наблюдается ухудшение экологической обстановки. Липецкая область и в частности г. Липецк лидируют в списке самых загрязнённых населённых пунктов России. В большей степени на экологию оказывает влияние, прежде всего физико-географическое положение городов и деятельность промышленных предприятий.

Город Липецк является административным центром Липецкой области и вторым после г. Воронежа крупнейшим промышленным городом Центрального Черноземья. Территория города располагается в лесостепной зоне бассейна Верхнего Дона умеренного пояса на границе Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины, на обоих берегах реки Воронеж в её среднем течении [1]. Транспортная и промышленная инфраструктура в городе хорошо развита. Липецкая кольцевая автомобильная дорога проходит по его административной границе, а также по территории Грязинского и Липецкого районов Липецкой области. Автодорога имеет выходы на федеральные трассы М4 «Дон» и М6 «Каспий». В городе развита сеть индустриальных железных дорог.

Промышленность Липецка представлена в основном машиностроением и металлообработкой, металлургией, предприятиями строительной индустрии. В России г. Липецк является крупным производителем стали и проката, занимая четвертое место по

производству стали и проката черных металлов. Эти «достижения» и являются экологическими проблемами г. Липецка.

В территориальном плане город разделен на четыре округа: Левобережный, Октябрьский, Правобережный и Советский. В основном жилая застройка находится на правом берегу реки Воронеж. В то время как промышленные предприятия занимают территорию Левобережного округа. Особенностью города является то, что часть промышленных предприятий располагается вблизи жилой зоны.

Основным предприятием города считается ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», расположенном на левом берегу реки Воронеж. Также в Левобережном округе находятся ОАО «Липецкий силикатный завод», ООО «Индезит РУС» и мощный промышленный узел ОЭЗ ППТ «Липецк» – особая экономическая зона промышленно-производственного типа, созданная в 2005 году для привлечения инвесторов. К Правобережному округу относятся предприятия АО «Липецкцемент» и ОАО ЛМЗ «Свободный сокол». Также в городе развита сеть многочисленных предприятий пищевой промышленности: ОАО «Прогресс», ОАО «Липецкмолоко», ОАО «Липецкхлебмакаронпром», швейная фабрика «Липчанка», фабрика «Липецкие узоры», обувная фабрика «ЛЮК» и др (Советский округ).

В процессе деятельности всех предприятий, загруженности автомагистралей города, по данным 2008г., в атмосферу было выброшено 366 тыс. тонн загрязнений более чем по 750 кг на каждого жителя, среди которых содержание тяжелых металлов, диоксинов, бензпирена и фенола было выше нормы. Результатом стало то, что в 2011 году Липецк стал четвертым среди самых грязных городов России.

В атмосферу города поступают не только газообразные вещества, но и твердые частицы, такие как пыль и копоть. А свинец, кадмий, ртуть, медь, никель, цинк, хром, ванадий стали компонентами воздуха промышленных центров. Работа вышеперечисленных предприятий представляет угрозу для жизнедеятельности человека. С загрязнением атмосферного воздуха (в том числе выхлопными газами) непосредственно связано около 30% всех заболеваний. Поэтому просто необходимо принимать меры для очистки воды, воздуха, стоков и снижения выбросов в атмосферу загрязняющих веществ.

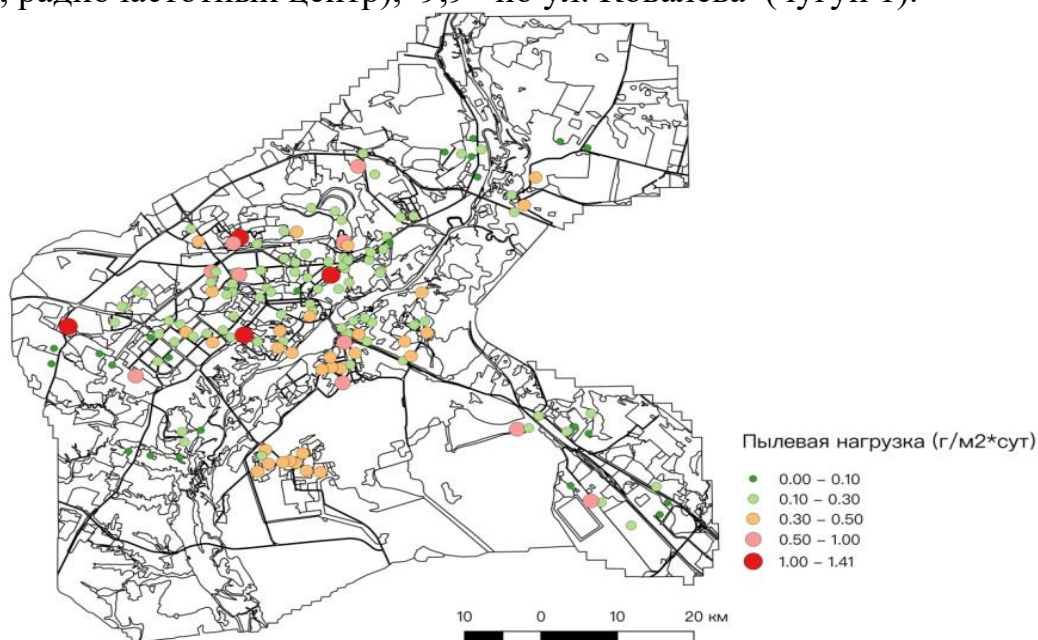
Для метода изучения пылеаэрозольного загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий достаточно часто стали использовать снегогеохимическую съемку. Так как снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ. Его можно назвать естественным природным фильтром [2]. Есть несколько факторов, которые оказывают влияние на его химический состав. К ним относятся: взаимодействие земного покрова со снежным покровом,

выпадение осадков вместе с химическими примесями, а также поглощение газов и воздуха.

Поэтому целью работы явилось определение степени антропогенной нагрузки на атмосферу г. Липецка путем геохимическим анализом снеговой воды в 2019 году.

Снегогеохимические исследования на территории города были произведены впервые в январе – феврале 2019 года студентами и преподавателями кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Данный временной период обусловлен максимальным содержанием влагозапаса в снежном покрове. Отбор проб осуществлялся по площадной сети наблюдений, согласно методическим рекомендациям ИМГРЭ [3], по регулярной сетке 1 км x 1 км по всему городу. В итоге по городу было отобрано 165 проб снежного покрова. Пробы отбирались по городу с учетом элементов географического рельефа города и их расположению по отношению к направлению ветропылевого переноса и техногенных участков. Преобладающим ветром согласно розе ветров был южный ветер (22,2%), юго-западный (18,4%).

Геохимический анализ снеговой воды позволил определить степень антропогенной нагрузки на атмосферу г. Липецка. Показатели рН талой воды (исключая пробы с примесями) варьируются от 3,3 до 10, имея преимущественно нейтральную и слабощелочную реакцию среды (средний рН по городу –7,1, а талый снег имеет значение рН равное 5,5). Значение рН 3,3 характерно для талой воды из пробы по ул. Калинина (цент города, кинипинг, радиочастотный центр), 9,9 по ул. Ковалева (чугун 1).



Пылевая нагрузка на урбогеосистемы г. Липецка

По литературным данным среднесуточная пылевая нагрузка по своим значениям делится на уровни загрязнения:

- 0-250 мг/м² · сут. – низкий уровень загрязнения;
- 251-450 мг/м² · сут. – средний уровень загрязнения;
- 451-850 мг/м² · сут. – высокий уровень загрязнения;
- > 850 мг/м² · сут. – очень высокий уровень загрязнения.

Полученные диапазоны значений пылевой нагрузки (рис. 1.) обусловлены выбросами автотранспорта (особенно заметны максимумы в центре города) и промышленных предприятий (ПАО «НЛМК», «Липецкцемент») в атмосферу с максимальными показателями, достигающими 1,400 г/м² · сут.

Средний показатель загрязнения по городу – 0,260 г/м² · сут., что соответствует среднему уровню загрязнения по литературным данным.

Также мы рассчитали средний показатель загрязнения атмосферы по округам (таблица 1). Анализ полученных результатов показал, что Советский и Правобережный округа имеют низкий уровень загрязнения, а Октябрьский и Левобережный средний уровень загрязнения.

Степень загрязнения атмосферы г. Липецка в 2019 г.

№	Округ города	Пылевая нагрузка, (г/м ² · сут)	ПДК, (г/м ² · сут)
1.	Советский	0,240	0,260
2.	Октябрьский	0,290	
3.	Левобережный	0,340	
4.	Правобережный	0,240	

Таким образом, геохимический анализ снеговой воды позволил определить степень антропогенной нагрузки на атмосферу г. Липецка, что является мотивацией для принятия мер по улучшению атмосферы путем очистки выбросов от твердых и газообразных веществ, применением экологически чистого топлива, применением малоотходных и безотходных технологий.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Липецкой области. Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР, Упр. гидрометеорол. службы – Центр. Черноземных областей, Курская гидрометеорол. обсерватория, – Л : Гидрометеиздат, 1960. – 95 с. : 2 л. карты. Библиогр.: – с. 76.
2. Василенко, В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, Ш.Д. Назаров, Д. Фридман, – Л : Гидрометеиздат, 1985. – 181 с.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М : ИМГРЭ, 1982. – 112 с.

С.Ю. Видяпин, В.Д. Дроздов, Ю.Н. Коваль

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

О ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ СЖИГАНИИ УГЛЕЙ

Экологическая безопасность использования углей и их эффективность при сжигании зависит от содержания общей серы. Авторами произведен анализ сернистости углей Ирша-бородинского, Алтайского, Иркутского и Кузбасского месторождений. В качестве методов использовали гравиметрический анализ. Результаты исследования показали, что в углях содержатся от 2,7% до 3,9% общей серы. В рамках исследования подготовлены научно-обоснованные предложения для достижения минимально возможных концентраций общей серы в атмосферный воздух.

Ключевые слова: экологические риски, общая сера, сжигание углей, отходы, загрязнение атмосферы.

Ряд тепловых электростанций Красноярского края работает на углях Ирша-бородинского, Алтайского, Иркутского и Кузбасского месторождений. Повсеместное использование угля объясняется его дешевизной и доступностью. На сегодняшний день до 40% производимой в мире электроэнергии вырабатывается путем сжигания угля. По прогнозам ожидается рост производства и широкое потребление органического топлива. Закупая уголь низкого качества, который характеризуется большим содержанием серы, теплоэнергостанции выбрасывают в окружающую среду не просто большой объем низкоизмельченных отходов производства в виде пыли, но и сернистые соединения (пирит, кальций, сульфат железа) – наиболее опасный для здоровья населения отходы. Наиболее вредная примесь в угле – сера в разных соединениях [1].

По оценкам исследователей экономические потери от загрязнения атмосферы данными отходами производства, включающие затраты на лечение составляют 2-4%. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения – девять из десяти человек дышат воздухом с высокой концентрацией загрязняющих веществ. Возвешенные частицы, образованные при сжигании, способны проникнуть глубоко в легкие и сердечно-сосудистую систему, и спровоцировать такие заболевания как инсульт, рак легких, респираторные болезни, включая пневмонию. Конечный продукт, соединяясь с парами воды, может конденсироваться в виде «кислотных» дождей. Доказано, что диоксид серы закисляет почву, водоемы и угнетает живые организмы [2, 6, 12, 13].

Актуальность: экологические исследования показывают, что в настоящее время количество выбросов диоксида серы уже превышает

возможность их природной нейтрализации и как следствие значительно увеличивается потребность в серьезных мерах для существенного уменьшения этих выбросов.

Учитывая столь сильное влияние серы не только на окружающую среду, но и на производительность, целесообразно проанализировать современное состояние проблемы снижения сернистости [5, 11].

Цель: исследование углей с разных месторождений на содержание общей серы и изучение возможности снижения концентрации серы в углях при помощи химической обработки [8].

Материалы и методы: Для представления реального положения о содержании общей серы в работе был использован гравиметрический метод (ГОСТ 8606-93(ИСО 334-92)). Для этого произвели анализ углей с различных месторождений – Ирша-бородинского, Алтайского, Иркутского и Кузбасского.

Ход работы: согласно используемой методике отбирали по несколько проб из общей массы углей. Массу дробили до получения однородного состояния. Далее брали аналитическую пробу топлива вместе со смесью Эшка, сжигали в окисляющей среде с целью удаления горючей массы и преобразования серы в сульфаты. Сульфаты экстрагировали с помощью раствора соляной кислоты и определяли гравиметрическим способом после осаждения их хлоридом бария [4].

Для каждого угля оценивалось вредное воздействие его главной примеси – общей серы. В качестве контроля брались качественные каменные угли мирового рынка.

Результаты: В результате анализа проб мы обнаружили, что все исследуемые угли с различных месторождений относятся к сернистой группе (2,7-3,9%), и заметно уступают качественным углям мирового рынка по содержанию в них серы. Это означает, что данные угли не отвечают высоким требованиям к экологической чистоте топлив при их сжигании и могут наносить вред окружающей среде.

Содержание серы наряду с коэффициентом калорийности оказывает решающее влияние на стоимость угля, и чаще всего не добросовестные поставщики изменяют заявленные характеристики в свою пользу.

Интересно отметить, что уголь Ирша-Бороинского месторождения заявлен как уникальный по рекордно низкому содержанию серы – всего 0,2%. Угли некоторых месторождений Иркутского бассейна характеризуются очень высоким, более 10%, содержанием серы, что делает их малопригодными для использования в теплоэнергетике [7]. Согласно полученных данных уголь можно отнести к сернистой группе (таблица).

Отличия выявленных показателей общей серы в исследуемых пробах угля от заявленных характеристик, может объясняться фактором смешивания топлива разных партий или влияния погодных условий при

хранении на открытых складах, а так же желанием сэкономить поставщиков продукции.

Таблица

Оценка вредности продуктов сгорания исследуемых углей по общей сере

Месторождение угля	Марка	Рабочая теплота сгорания, в долях условного топлива	Содержание в рабочем топливе общей серы, %	Содержание в рабочем топливе общей серы %, выявленные показатели (Me)
			Заявленные характеристики	
Ирша-бородинский	Б2	0.49	0.2	2.771604
Алтайский	БР	0.69	0.76	3.98622
Иркутский (Черемховский)	Д	0.52	0.3-0.4 до 7-8	2.977236
Кузбасский (Кузбасс)	2 ДГ	0.77	0,4	2.92824
Качественные угли мирового рынка (Донецкий бассейн)	ДГ	0.85-0.9	До 1.0	

Известны случаи, когда часто из-за истощения месторождений и изменения качества твердого топлива, а также рыночных условий предприятия энергетики применяют непроектные топлива и смеси.

В настоящее время существует возможность удаления серосодержащих примесей из угля до начала выемки методами, аналогичными тем, которые используются при разработке месторождений способом скважинной геотехнологии и рассматриваются в рамках концепции техногенного ресурсовоспроизводства минерального сырья. С этой целью пласт угля вскрывается скважинами, в которые нагнетаются специальные растворы (например, раствор кислот или культуры бактерий и питательная среда). После этого скважина герметизируется на время, необходимое для растворения минералов, затем ее распечатывают и в пласт нагнетается раствор для удаления продуктов реакции и нейтрализации выщелачивающих растворов. Следовательно, обрабатывая угольный пласт различными реагентами через скважины, можно добиться снижения сернистости добываемого угля [3]

В рамках выполнения работы была изучена возможность снижения концентрации серы в углях при помощи химической обработки. В работе использована соляная кислота (HCl) и проанализирована зависимость концентрации кислот и зольность углей. Поскольку другие кислоты, такие как фосфат и сульфат, могут образовать нерастворимые соли в воде с

некоторыми ионами, содержащимися в угольной золе, и увеличить количество минералов.

Результаты показывают, что с увеличением концентрации кислоты зольность угля снижается (рисунок).

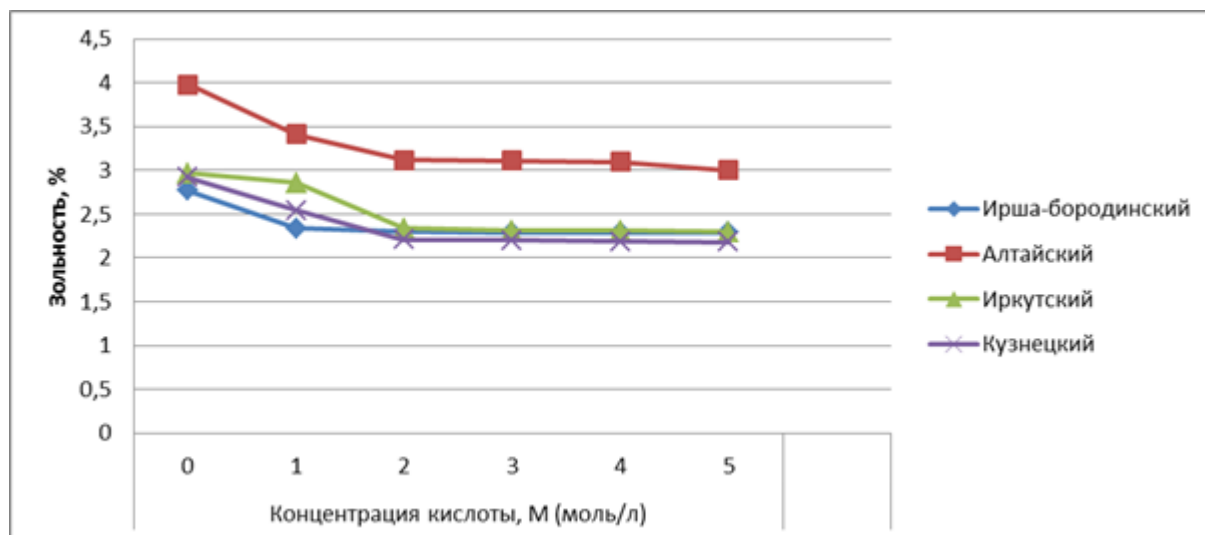


Рисунок – Зависимость концентрации кислоты на зольность угля

Было обнаружено, что при обработке углей Алтайского месторождения с 1М HCl зольность понижается на 14,32%, главным образом из-за растворения соединения кальция и магния, частично железом и алюминием. При дальнейшем повышении концентрации HCl результат не изменился. Таким образом, применение кислотных реагентов низкой концентрации показало высокую эффективность для снижения зольности в углях.

Выводы: В результате исследования рядовых углей различных марок, обусловленного как природными, так и горно-технологическими факторами, установлено, что максимальное содержание общей серы зафиксировано в углях Алтайского месторождения 3,98 Ме, минимальное содержание выявлено в Ирша-бородинский – 2,77 Ме. Полученные значения противоречат заявленным характеристикам.

Наиболее эффективным способом защиты атмосферы от загрязнения диоксидом серы следует рассмотреть использования топлива с низким содержанием серы. Однако таких видов топлива очень мало. Как аналог – сокращение использования энергии и создания электростанций, не использующих минеральное топливо, либо удаление серы из топлива с помощью фильтров, регулирование процессов горения или применение кислотных реагентов низкой концентрации [9,10].

Анализ применяемых в настоящее время способов снижения сернистости углей свидетельствует не только об экономической целесообразности данных мероприятий, но и о возможности значительного

улучшения экологической обстановки в районах углепользования в результате их применения.

Литература

1. Абрамов А.И., Елизаров Д.П. Повышение экологической безопасности ТЭС. – М.: МЭИ, 2002. – 377 с.
2. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав улей и их рациональное использование: Справочник.- М.: Недра, 1994.254 с.
3. Кравцов Ю. Реальные перспективы альтернативной энергетики // Наука и инновации, 2008. №5. С.25-28
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии, т.П. – М.: «Химия», 1970
5. Марченко М.Г., Филиппов В.М. Стандартизация и нормирование качества углей. М., Недра, 1977. 247 с.
6. Путилов В.Я. Экология энергетики. – М.: МЭИ, 2003. – 715 с.
7. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергия, 1976.
8. Скурлатов Ю.И. Введение в экологическую химию. – М.: «Высшая школа», 1994.- 400 с., ил.
9. Чжан Жунли Дэн. Исследование о сбалансированном устойчивом развитии угольной промышленности // Чжунго мэйтань, 2003, № 4.
10. Shirk Susan. Fragile Superpower // Oxford University press, 2007. P. 13-35, 255-271.
11. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
12. URL: <https://www.who.int/airpollution/ru/> всемирная организация здравоохранения.
13. URL: <https://www.iqair.com/ru/russia> Качество воздуха в Россия. Индекс качества воздуха (AQI) и загрязнение атмосферы PM2.5 в Россия.

М.П. Матвеев^{1,2}

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина
Ю.А. , ²ООО «АКРОС», Москва, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ ТУНДРОВЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Обоснованы риски воздействия на уязвимые арктические тундровые экосистемы отходов бурения. Проанализировано усложнение компонентного состава буровых растворов с учетом оценки комплексной токсичности образуемых отходов и увеличения объемов их использования. Показана необходимость разработки технологий комплексной реабилитации территорий ЯНАО.

Ключевые слова: прогнозирование рисков, отходы бурения, буровые растворы, токсичность, арктические экосистемы, тундровые сообщества.

Актуальность проведения природозащитных мероприятий на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) связана как с особой ролью региона в обеспечении требуемого уровня добычи углеводородных ресурсов, так и с большой уязвимостью арктических тундровых экосистем в условиях увеличивающейся антропогенной нагрузки [1, 2]. Неотделимым от процесса бурения являются как процесс использования различных по составу буровых растворов, так и сопряженный процесс образования буровых отходов. Наличие технологических вызовов, стоящих в целом перед отраслью, оказывает большое влияние на расширение номенклатуры химических соединений, используемых в приготовлении буровых растворов, и, соответственно, переходящих в отходы бурения [3].

Имеющиеся технологические вызовы и необходимость обеспечения планового уровня добычи углеводородного сырья диктуют необходимость использования новых технологий бурения; в полной мере это относится и к используемым буровым растворам. Происходит как усложнение компонентного состава буровых растворов на водной основе (РВО), так и введение в широкий обиход буровых растворов на углеводородной основе (РУО). В свою очередь, это меняет комплекс мер по обращению с отходами буровых работ в рамках рационального природопользования [4].

Основным местом размещения выбуренной породы на территории ЯНАО являются шламовые амбары, рассредоточенные по всей территории округа. В среднем площадь шламового амбара в ЯНАО составляет 3100 м², средняя проектная вместимость – 5338 т; эти показатели отличаются в большую сторону по сравнению со средними по РФ (площадь 2500 м²; средняя наполненность 500 м³). В наших предыдущих публикациях показано сильное совпадение тенденций по суммарной добыче нефти и газоконденсата и числа шламовых амбаров. Есть основания полагать, что число, суммарная площадь и наполненность шламовых амбаров в будущем будет расти опережающими темпами к добыче углеводородов.

Особое внимание обращает на себя технология закачки отходов буровых работ в пласт (CRI, Cutting Re-Injection). Единственным объектом в ЯНАО, где с апреля 2016 года [5] и по настоящий момент при техническом сопровождении ООО «АКРОС» применяется технология CRI является морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) «Приразломная».

С начала работ по октябрь 2019 года закачено в пласт суммарно 177,4 тыс. м³ отходов, из них: шламовой пульпы – 21,5 тыс. м³; отработанного бурового раствора – 33,3 тыс. м³; прочие отходы, в т.ч. не имеющие непосредственного отношения к бурению/освоению – 122,6 тыс. м³. По оценкам специалистов ООО «АКРОС» суммарный объем отходов, который способна принять одна инъекционная скважина

колеблется в пределах от 500 до 1000 тыс. м³ и зависит от конкретных геологических условий.

Следующим важным направлением усложнения компонентного состава буровых растворов является глубокое вовлечение солей одно- и двухвалентных металлов, ранее в широкой буровой практике представленных эпизодически (хлорида, нитрата и бромида кальция; бромида цинка; формиатов натрия и калия и т.д.) в компонентный состав буровых растворов. Продиктовано эта тенденция реалиями проведения буровых работ нашего времени, такими, как вовлечение в разработку залежей с наличием сложных термобарических условий. Подобные условия неизбежно ведут к необходимости использования буровых растворов высоких плотностей и высоких показателей термостабильности. Очевидно, что применение, в частности, бромидов, несет дополнительные экологические риски в случае нарушения технологического регламента размещения отходов буровых работ и последующей рекультивации площадок размещения. Экологические риски использования формиатов значительно ниже.

Общеизвестным трендом локализации буровых работ в пределах ЯНАО является перемещение основной их части в сторону высокоширотных проектов. Следствием этого является большая уязвимость арктических тундровых экосистем к антропогенному воздействию - и взаимодействие «шламовый амбар – окружающая экосистема» не является исключением. Так, если естественное возобновление леса и проведение рекультивации на шламовых амбарах, расположенных в среднетаежной зоне, рассматривается как успешное [6], то проведение рекультивации в условиях тундровых сообществ Ненецкого АО требует специфических подходов [7]. Неблагоприятные климатические условия высокоширотных объектов рекультивации, низкий потенциал самовосстановления почвенно-растительного покрова и транспортная изоляция региона определяют необходимость приложения больших усилий по рекультивации нарушенных земель, использования особых приемов рекультивации, отличных от применяемых в более южных регионах.

В заключение следует отметить, что динамика образования и рекультивации шламовых амбаров в ее связи с активностью буровой деятельности требует дальнейшего изучения. Эти исследования являются актуальными для проведения дальнего (10 лет и более) планирования природозащитных мероприятий в рассматриваемом уязвимом регионе. Также представляется необходимым проведение разработки технологий комплексной реабилитации территорий АЗ РФ, вовлеченных в проведение буровых работ, с учетом оценки комплексной токсичности образуемых отходов современных многокомпонентных буровых растворов.

Литература

1. Прищепа О.М. и др. Углеводородный потенциал Арктической зоны России: состояние и тенденции развития //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. №.1. С. 2-13.
2. Гаврилов В.П. и др. Стратегия освоения углеводородного потенциала Арктической зоны РФ до 2050 г. и далее // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. №.3. С. 39-49.
3. Опекунов А.Ю. и др. Оценка загрязнения почв отходами буровых работ на территории ЯНАО / Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. 2015. С. 443-448.
4. АТ Consulting. Исследование рынка буровых растворов и компонентов для буровых растворов (9 выпуск). 2012-2017 гг. Российская Федерация. С. 501-502.
5. Нуцкова М. В. и др. Исследования буровых растворов на углеводородной основе для первичного вскрытия продуктивных пластов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. 2019. Т. 19. №. 2.
6. Седых В.Н. Естественное возобновление леса на отходах бурения //Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 3. №.4. С.114-120.
7. Кононов О.Д., Попов А.И. Проблема рекультивации нарушенных тундровых земель ненецкого автономного округа //Arctic Evironmental Research. 2015. №. 3. С.15-19.

А.В. Козлов, Н.А. Гришина, А.В. Тарасов

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», г. Нижний Новгород, Россия

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ ВОД АКВАТОРИИ ОКИ И ВОЛГИ В ЧЕРТЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

В работе представлены первичные результаты исследования экологического состояния рек Оки и Волги, протекающих в черте города Нижнего Новгорода на основе оценки уровня концентраций суммарного содержания нефтепродуктов и органических примесей. Установлены тенденции повсеместного наличия экотоксикантов в водах обоих водотоков с превалированием содержания комплекса органических веществ над содержанием нефтепродуктов.

Ключевые слова: крупные городские водотоки, органические загрязнители воды, нефтепродукты, загрязнение водотоков.

В условиях современных антропогенно измененных территорий проблемы хронического загрязнения компонентов окружающей среды приобрели массовый географический характер. Поскольку ни один крупный городской массив не обходится без промышленных предприятий

и комбинатов, объектов коммунально-бытовой инфраструктуры и мест размещения различного рода отходов, а также без развитой сети автодорог и транспортных парков, данные территории как правило и являются центрами как прямого, так и инвазивного распространения экотоксикантов в сопредельной окружающей среде [1, 2].

Известно, что крупные реки исторически являются местами размещения поселений людей и служат им во многих целях и нуждах. Вместе с тем нужно помнить, что результаты геологической работы речных сетей по сути являются одними из главных средообразующих факторов для «городского» экотопа, поскольку участвуют в формировании экологического каркаса городов, в определении продуктивности местной флоры и стабилизации всего биологического разнообразия в ландшафте [3].

Нижний Новгород относится к наиболее крупным городам нашей страны, сформированный на промышленных центрах, в первую очередь, станко-, машиностроительной и химической отраслях, а также имеющий нефтехимические, военные и перерабатывающие предприятия. Следствием масштабного развития промышленной и жилой инфраструктуры любого городского поселения является развитость автотранспортной сети, что также имеет место быть в условиях Нижегородской агломерации [4, 5].

Загрязнители органической природы (в том числе нефтепродукты, вещества ароматического ряда, синтетические поверхностно активные вещества, бенз(а)пирен, металлоорганические соединения и многие другие) относятся к приоритетным экотоксикантам водных объектов, поскольку зачастую имеют низкие пороги токсичных концентраций и проявляют различного рода токсические эффекты в отношении большинства гидробионтов, ухудшают общее состояние воды в водоеме и способны активно влиять на трофические цепи у всех жизненных форм, обитающих в водах. Кроме того нужно сказать, что данные вещества, как правило, входят в основную долю загрязнителей, поступающих со сточными водами коммунально-бытовой и промышленной сетей городских территорий [1].

Несмотря на относительную развитость экологических наблюдений в регионе компонентный состав экотоксикантов в объектах окружающей среды массово и постоянно не отслеживается, что в рамках возможных мероприятий по рационализации природопользования к сожалению является первичным недостатком регионального экологического мониторинга и, как следствие, не позволяет грамотно выстроить систему охраны окружающей среды. В связи с этим проведение экологической оценки состояния компонентов экотопа и, в частности, крупных градообразующих водных артерий, протекающих по Нижегородским

территориям различного назначения, является одним из актуальных направлений экологических исследований.

Объектами исследования явились воды рек Ока и Волга, протекающих по территории Нижнего Новгорода. Пробы по 2 л были отобраны с открытых участков русел рек в осенний период (октябрь 2019 г) в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» и ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» при помощи батометра гидрологического БГ-1,0. Пробы отбирались из Оки (№ 1, территория ПКиО «Швейцария», Приокский район) и Волги – до слияния с Окой (№ 2, промышленная территория, Сормовский район), в месте слияния (№ 3, территория г. Бор, Борский район) и после слияния (№ 4, территория д. Подновье, Нижегородский район; № 5, территория г. Кстово, Кстовский район). На рисунке 1 отражено территориальное расположение точек отбора проб воды.

В образцах воды определяли суммарное содержание нефтепродуктов флуориметрическим методом на анализаторе ФЛЮОРАТ 02-4М по ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 «Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных (включая морские), питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02», а также перманганатную окисляемость (по ПНД Ф 14.1:2:4.154-99 «Методика выполнения измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом»), на основе которой оценивалось ХПК воды. Аналитическая часть работы проводилась на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете. На рисунке 2 отражена вариабельность уровня химического потребления кислорода, оцениваемого на основе перманганатной окисляемости воды.

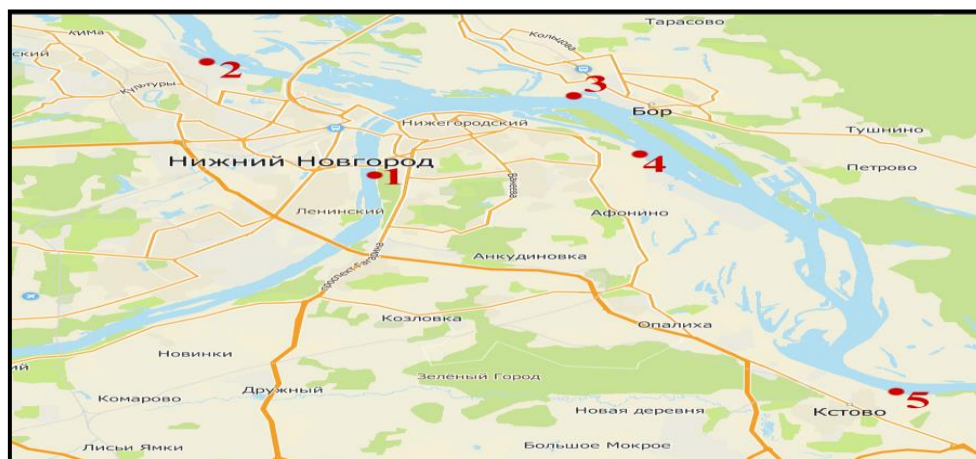


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб воды из рек Оки и Волги

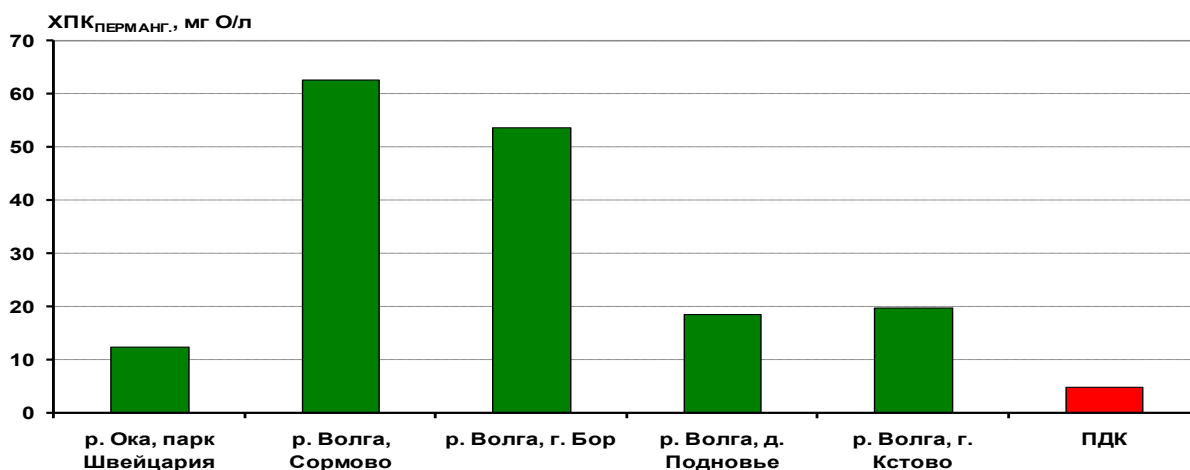


Рис. 2. Уровень химического потребления кислорода в водах рек Оки и Волги, оцененный на основе перманганатной окисляемости воды

Данный показатель может косвенно свидетельствовать как о наличии органических (в том числе гумусовых) веществ в водных объектах, вымываемых из почвенного покрова местной территории, так и о возможных загрязнителях органического происхождения.

Было выявлено, что в целом воды рек имели достаточно много примесей органической природы, превышающих ПДК от 2,5 в водах Оки до 12,5 раз в водах Волги. Вниз по течению уровень показателя снижался, что явно было обусловлено эффектами разбавления и диффузии органических веществ в водной толще. По-видимому, эффект антропогенного загрязнения воды рек сопоставим с привнесом природных органических веществ, который свойственен для вод Левобережной части области – зоны почв подзолистого ряда, из которых массово вымываются гуминовые вещества.

Содержание нефтепродуктов в водах рек, отраженное на рисунке 3, также оказалось на достаточно высоком уровне, но не превышающем предельно допустимые концентрации (по нефти).

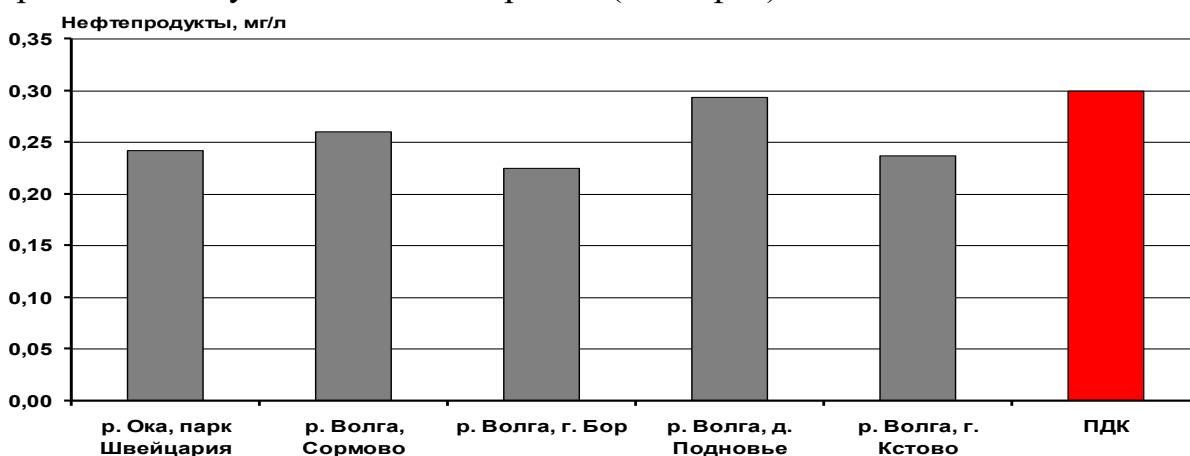


Рис. 3. Уровень содержания нефтепродуктов в водах рек Оки и Волги

Какого-либо распределения в показателе в зависимости от места отбора проб выявлено не было, однако обращает внимание на себя уровень содержания нефтепродуктов как типичных техногенных загрязнителей – показатель варьировал от 0,75 до 0,98 ПДК.

Таким образом, в результате проведенных исследований были выявлены тенденции наличия в водах рек Оки и Волги, протекающих в черте Нижнего Новгорода, приоритетных экотоксикантов органического происхождения. Для комплексной оценки экологического состояния водотоков необходимо проводить данные исследования продолжительное время.

Литература

1. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет». 2012. 199 с.
2. Суплес Н.А. Влияние хозяйственной деятельности на экологическое состояние водоемов города Ишима // Самарский научный вестник. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 98–103.
3. Дмитриев В.В., Боброва О.Н., Грачева И.В., Колодкин П.А., Примак Е.А., Седова С.А., Четверова А.А. Мониторинг и моделирование продукционно-деструкционных отношений в водных экосистемах // Успехи современного естествознания. 2019. № 1. С. 82-87.
4. Варенов А.Л. Малые реки города и пригородных территорий: эколого-русловой аспект изучения и восстановления // Малые реки города: проблемы и перспективы развития. Н.Новгород: Изд-во НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 24-33.
5. Козлов А.В., Вершинина И.В. Анализ вариабельности общих, биохимических и экотоксикологических показателей в воде реки Волга и канала дренажной системы города Балахны в Нижегородской области // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 95-100.

А.С. Костина¹, И.А. Колычев², А.В. Руденко²

¹Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия

²ООО «Газпром трансгаз Краснодар», Краснодар, Россия

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СИЛИКАГЕЛЕВЫХ АДсорбЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОНВЕРСИИ МЕТАНОЛА В ДИМЕТИЛОВЫЙ ЭФИР

Рассмотрены особенности конверсии метанола в диметиловый эфир с использованием силикагелевых адсорбентов, модифицированных оксидом алюминия, различных марок, используемых в промышленных

адсорбционных установках очистки природного газа. Конверсия метанола на модифицированных силикагелях изучалась на экспериментальной и промышленной установках в широком диапазоне температур при различных потоках подачи газа. Получены температурные зависимости степени превращения метанола на модифицированных образцах силикагеля.

Ключевые слова: газ природный, термокаталитические превращения метанола, модифицированный силикагель, диметиловый эфир.

При добыче природного газа и его транспортировке по магистральным газопроводам могут образовываться газовые гидраты – твердые вещества, внешне напоминающие рыхлый снег [1]. Они отлагаются на стенках труб и уменьшают пропускную способность газопроводов. На газодобывающих предприятиях России в качестве ингибитора гидратообразования широко используется метанол [2].

При подготовке природного газа к транспорту газодобывающими предприятиями из него удаляется значительная часть воды и метанола, однако полностью избавиться от метилового спирта, который является экологически опасным веществом, не удастся, и его пары транспортируются по магистральным газопроводам. В России при осушке газа актуальной становится утилизация метанола в результате его конверсии в диметиловый эфир (ДМЭ) на кислотно-основных катализаторах, что связано с особенностями работы установок с разными технологиями регенерации.

Анализ литературных данных позволяет заключить, что наиболее эффективными катализаторами паровой конверсии метанола в ДМЭ являются γ - Al_2O_3 [3], модифицированные и немодифицированные цеолиты [4], гетерополикислоты [5] и силикоалюмофосфаты (SAPO) [6] и их активность обусловлена наличием поверхностных гидроксильных групп, связанных с алюминием.

Цель настоящей работы – исследование условий конверсии метанола, извлеченного из природного газа на УПГТ адсорбционного типа в режиме регенерации.

Конверсия метанола изучалась на экспериментальной установке проточного типа, включающей реактор с силикагелевым адсорбентом, насыщенным метанолом (XЧ) в температурном диапазоне 160–290°C при атмосферном давлении и скоростях потока азота 400 и 800 мл/мин. Подача метанола в реактор осуществлялась с использованием генератора азота.

Поскольку дегидратация метанола в ДМЭ на кислотно-основных катализаторах осуществляется за счёт поверхностных гидроксильных групп, связанных с алюминием [7], то в образцах силикагеля определяли содержание оксида алюминия рентгенофлуоресцентным методом (табл. 1).

Таблица 1

Содержание оксида алюминия в адсорбентах

Адсорбент	КС- Trockenperlen H	КС- Trockenperlen WS	АСМ	АСМ ВС
$\omega_{\text{Al}_2\text{O}_3}, \%$	$3,1 \pm 0,6$	$3,5 \pm 0,9$	$3,9 \pm 0,3$	$13,2 \pm 0,4$

Контроль выхода продуктов осуществляли методом газовой хроматографии. Нами были получены зависимости степени конверсии метанола от температуры на исследуемых промышленных адсорбентах. На рис. 1 такая зависимость приведена при потоке азота 400 мл/мин.

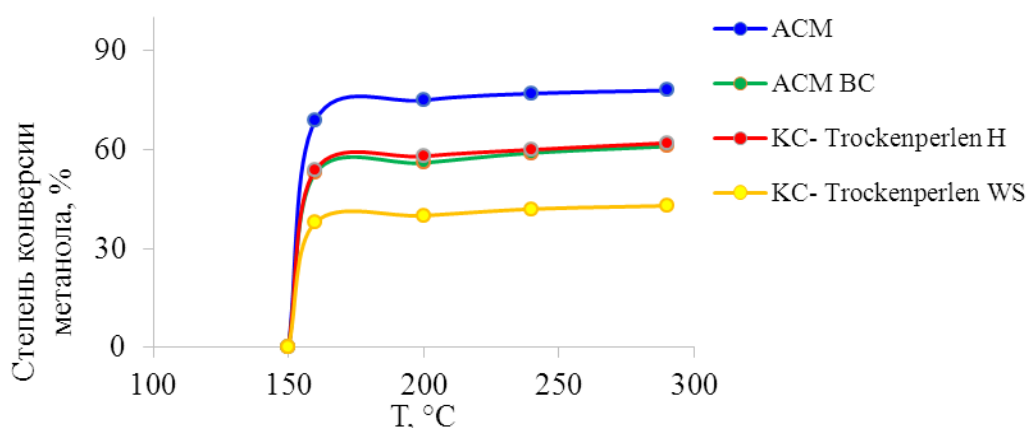


Рис. Зависимость степени конверсии метанола от температуры на силикагелевых адсорбентах

Изучение зависимости выхода ДМЭ от объемной скорости показало, что с повышением скорости потока с 400 до 800 мл/мин наблюдается увеличение выхода ДМЭ и снижение концентрации метанола.

Для определения оптимальной скорости протекания реакции дегидратации метанола на примере силикагеля АСМ варьировали объемную скорость подачи спирта в диапазоне 400–2000 мл/мин при температурах реактора 160–290°C. Максимальное значение степени превращения для каждой температуры достигается при 1200 мл/мин и при 290°C составляет 84%.

В продуктах очистки природного газа содержание метанола изучали на промышленных адсорбционных установках. Установлено, что при уменьшении потока газа регенерации со 100 до 65 тыс. м³/ч содержание метанола уменьшается на 44 %. Это обусловлено повышением интенсивности образования ДМЭ. Сокращение количества метанола обеспечивает снижение вредных выбросов в атмосферу и экономию топливного газа, расходуемого стационарной установкой термического обезвреживания.

Исследования проводились в рамках проекта № 4.2612.2017/ПЧ Минобрнауки РФ с использованием научного оборудования ЦКП “Эколого-аналитический центр” Кубанского госуниверситета.

Литература

1. Yin Z. A review of gas hydrate growth kinetic models / Z. Yin [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2018. – № 342. – P. 9-29.
2. Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в период до 2030 г. / А.В. Грунвальд // Нефтегазовое дело. – 2007. – № 2. – С. 1-25.
3. Sabour B. Catalytic dehydration of methanol to dimethyl ether (DME) over Al-HMS catalysts / B. Sabour [et al.] // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. – 2014. – V. 20. – № 1. – P. 222-227.
4. Masih D. Low-temperature methanol dehydration to dimethyl ether over various small-pore zeolites / D. Masih [et al.] // Applied Catalysis B: Environmental. – 2017. – V. 217. – P. 247-255.
5. Peinado C. Effects of support and reaction pressure for the synthesis of dimethyl ether over heteropolyacid catalysts / C. Peinado [et al.] // Scientific Reports. – 2020. – V. 10. – № 1. P. 1-127.
6. Elamin M.M. Microwave assisted growth of SAPO-34 on β -SiC foams for methanol dehydration to dimethyl ether / M.M. Elamin [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2015. – V. 274. – P. 113-122.
7. Magzoub F. 3D-printed HZSM-5 and 3D-HZM5@SAPO-34 structured monoliths with controlled acidity and porosity for conversion of methanol to dimethyl ether / F. Magzoub [et al.] // Fuel. – 2020. – V. 280. – P. 118628-118634.

Т.И. Прожорина, Ю.А. Преснякова, Д.А. Иванова

Воронежский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ г. ВОРОНЕЖА, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНАХ АКУСТИЧЕСКОГО ДИСКОМФОРТА

В настоящее время в городе Воронеже наблюдается устойчивый рост автомобильного транспорта, что приводит к повышению акустической нагрузки. Проведенные исследования и расчеты позволили получить количественную и качественную оценку риска заболеваний населения, проживающего на исследуемых территориях, под воздействием шумовой нагрузки, а также выявить существующие проблемы для здоровья населения, в частности, нарушений сердечно-сосудистой, нервной системы и органов слуха и предложить конкретные рекомендации по уменьшению акустического дискомфорта.

Ключевые слова: эквивалентный уровень шума, оценка риска, мониторинговые точки контроля.

Шум относится к ведущим факторам среды обитания, неблагоприятно воздействующим на здоровье человека. У каждого третьего человека в течение дня возникает дискомфорт, в связи с шумом от автодорог, а ночью каждый пятый отмечает, что шум нарушает сон. Это увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Под воздействием шума ускоряется или замедляется пульс, повышается или снижается артериальное давление, изменяется ЭКГ, плетизмо- и реоэнцефалограмма.

Известно, что транспортный шум существенно влияет на функциональное состояние слухового анализатора. Уровень шума 80 дБА снижает слуховую чувствительность на 1—25 дБА. В городских жилых домах, расположенных вдоль магистралей, население часто жалуется на плохое восприятие речи. Установлено, что шум нарушает разборчивость речи, особенно если его уровень превышает 70 дБА. При этом человек не разбирает от 20 до 50% слов. При уровне шума свыше 60 дБА уменьшаются скорость перенесения информации, объем кратковременной памяти, количественные и качественные показатели умственной работоспособности, изменяется реакция на различные жизненные ситуации.

Вследствие актуальности проблемы, шум от автотранспорта был выбран как фактор, представляющий потенциальную опасность жизни и здоровью человека [3].

В настоящее время в городе Воронеже наблюдается устойчивый рост автомобильного транспорта, особенно индивидуального. По данным на 01.01.2019 год в общее количество личного автотранспорта (включая легковые, грузовые, автобусы) по Воронежской области составляет 877837 единиц, в том числе в г. Воронеже – 356232 единиц (или 40,6 % от общего количества) [2].

Цель данного исследования заключается в выявлении возможности причинения вреда здоровью при воздействии транспортного шума с выделением территорий «риска» на примере 4 мониторинговых точек города Воронежа.

В качестве методической основы для оценки риска здоровью населения от воздействия транспортного шума используют методические рекомендации МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» [4].

Основными этапами данной работы явились: идентификация опасности; оценка экспозиции; оценка зависимости «экспозиция-ответ»; характеристика риска.

Экспериментальная часть работа была выполнена ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» совместно с сотрудниками кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета. В рамках социально-гигиенического мониторинга в течение 2019 года в г. Воронеже проведены измерения шума в 4 мониторинговых точках контроля (м.т.к.): ул. Ломоносова, 114/8, ул. Антонова-Овсеенко, 25а, ул. Елецкая, 8, (правобережная часть) и Ленинский проспект, 117 (левобережная часть города).

Инструментальные значения уровня шума были получены с помощью цифрового прибора шумомера-анализатора спектра модификации «Ассистент S-Light», соответствующего требованиям для шумомеров первого класса точности. В соответствии с нормативными требованиями измерения были проведены на расстоянии 7,5 м от оси, ближней к точке измерения полосы движения транспорта, на высоте 1,5 м и в заранее определенных климатических условиях (отсутствие осадков, скорость ветра меньше 5 м/с).

Для выявления тенденции изменения акустической обстановки показатели шума в каждой точке определяли по дням недели: в рабочий день (вторник или среда), в пятницу и в один из выходных дней.

В качестве основной единицы действующих уровней шума при оценке риска принимался эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума, который был определен по уравнению с учетом дневных и ночных уровней шума согласно методическим рекомендациям [4].

Анализ показал, что в течение года наибольшие показатели эквивалентного уровня шума регистрировались в мониторинговой точке контроля по адресу Ленинский проспект, 117 - до 65 дБ (в I и III кварталах). В м.т.к. по адресу ул. Елецкая, 8 показатель эквивалентного уровня средневзвешенного шума в течение года находился в пределах от 52-53 дБ (I, IV квартал) до 55-56 дБ (II квартал). В м.т.к. по адресу ул. Ломоносова, 114/8 показатель эквивалентного уровня средневзвешенного шума варьировался от 56-57 дБ (II, III, IV квартал) до 58 дБ с максимальными значениями в I квартале. В м.т.к. по адресу ул. Антонова-Овсеенко, 25а максимальные показатели эквивалентного уровня средневзвешенного шума регистрировались в диапазоне 53-55 дБ во II квартале 2019 года.

Проведенные исследования и расчеты по оценке риска заболеваний населения, проживающего на исследуемых территориях, под воздействием шумовой нагрузки позволили сделать следующие **выводы**:

1. Из 4 мониторинговых точек по уровню приведённого риска заболеваний сердечно-сосудистой системы, нервной системы и органов слуха под воздействием шумовой нагрузки к территориям «риска» в г.

Воронеже относятся две точки, расположенные по адресу Ленинский проспект, 117 и ул. Ломоносова, 144/8.

2. Приведённый риск заболеваний *сердечно-сосудистой системы* под воздействием транспортного шума установлен только для одной м.т.к. по адресу: Ленинский проспект, 117. К достижению возраста населения 30 лет, он характеризуется как «средний». «Высокий» уровень риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы населения, проживающего на данной территории сформируется к 60 годам, а экстремальный – к 70. Для остальных м.т.к. он отсутствует.

3. Для двух мониторинговых точек, расположенных по адресу: Ленинский проспект, 117 и ул. Ломоносова, 144/8, установлен «низкий» уровень риска развития заболеваний *нервной системы* и *органов слуха* населения, слабо влияющий на уровень состояния здоровья, на всём протяжении исследуемого возрастного диапазона (от 1 до 85 лет).

4. Для территории м.т.к. по адресу: ул. Елецкая, 8 и ул. Антонова-Овсеенко, 25а уровень риска развития заболеваний *нервной системы* и *органов слуха* населения отсутствует, так как в течение года (как в дневное, так и вечернее время) регистрировались показатели допустимого уровня шума (55 дБА).

Обобщая полученные результаты, авторы работы рекомендуют:

1. С целью снижения риска заболеваний сердечно-сосудистой системы населения, проживающего на территории мониторинговой точки левобережной части г. Воронежа по адресу Ленинский проспект, 117, предпринять меры по организации расширенной программы мониторинга шумовой нагрузки с проведением дополнительных исследований в периоды максимальных уровней шума, в том числе:

- провести мероприятия по снижению шумовой нагрузки на ближайшую краткосрочную перспективу в течение года с ежегодным пересмотром степени риска;
- установить архитектурные сооружения, способствующие снижению уровня шума;
- перераспределить транспортные потоки в г. Воронеже с целью снижения транспортной нагрузки.

2. С целью снижения риска заболеваний *нервной системы* и *слухового аппарата* населения, проживающего на территории мониторинговых точек по адресу Ленинский проспект, 117 и ул. Ломоносова, 144/8, рекомендуются меры по организации сокращённого (выборочного) мониторинга шумовой нагрузки, планированию мероприятий, которые могут быть реализованы в долгосрочной перспективе (5 лет и более). Плановый пересмотр уровней риска рекомендуется с частотой не реже, чем один раз в пять лет, а также при

размещении на территории новых источников шума и изменении градостроительной ситуации [5].

Результаты, полученные в данной работе по оценке риска, могут быть использованы при проведении гигиенических оценок, исследований, экспертиз; планировании развития селитебных территорий; обосновании управленческих решений, направленных на снижение уровней риска здоровью населения, связанного с воздействием транспортного шума, в том числе при разработке мер по его снижению.

**Исследования проведены при финансовой поддержке Российского
научного фонда, проект 20-17-00172**

Литература

1. Андреева-Галанина Е.Ц. Шум и шумовая болезнь. - Москва: Наука, 2000.- 165с.
2. Воронежский статистический ежегодник. 2019: Стат.сб. / Воронежстат. – В 75 Воронеж, 2019. –340 с.
3. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др. – Воронеж: Научная книга, 2015. – 232с.
4. МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума».
5. ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. Москва: Росавтодор, 2013.- 127 с.

Е.Ю. Руденко, К.А. Мышова

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТИ ПОДСОЛНЕЧНОЙ ЛУЗГОЙ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ КИСЛОТАМИ И ЩЕЛОЧАМИ

Исследована возможность использования подсолнечной лузги для очистки сточных вод от нефти. Показано, что лузгу подсолнечника, модифицированную серной, соляной и фосфорной кислотами, гидроксидами натрия и кальция различной концентрации, можно применять для очистки нефтезагрязненных сточных вод.

Ключевые слова: подсолнечная лузга, модификация, кислоты, щелочи, сточные воды, очистка, нефть.

Современные масштабы производства и переработки сельскохозяйственной продукции приводят к образованию большого количества вторичных материальных ресурсов и отходов растительного происхождения. В последние годы активно ведутся поиски наиболее рациональных способов использования растительных остатков, в том числе производства из них адсорбентов для очистки сточных вод от нефти и продуктов ее переработки.

Подсолнечная лузга является вторичным сырьевым ресурсом масложировой промышленности. Она в больших количествах круглогодично образуется при производстве подсолнечного масла. Термически модифицированная подсолнечная лузга является перспективным сырьем для производства адсорбентов для очистки сточных вод от нефти, нефтепродуктов [1, 2].

Материалы и методы. Объектом исследований являлась подсолнечная лузга, полученная в ЗАО «Самараагропромпереработка». Подсолнечную лузгу высушивали при температуре 105 °С в сушильном шкафу «ЭКРОС» до постоянной массы.

Способность лузги подсолнечника производить очистку исследовали на модельных растворах сточных вод с концентрацией нефти в воде 100, 300 и 500 мг/л, для приготовления которых использовали нефть средней плотности (3.2.1.2) [3], полученную на ОАО «Оренбургнефть». Для этого брали коническую колбу вместимостью 250 мл, делали в ней навеску нефти массой 0,025; 0,75 или 0,125 г, приливали 250 мл водопроводной воды, эмульсию перемешивали на магнитной мешалке ИКА при комнатной температуре с частотой вращения 1500 об/мин в течение 20 мин.

Кислотную модификацию подсолнечной лузги проводили при комнатной температуре. В плоскодонной колбе вместимостью 250 мл на лабораторных весах взвешивали 5 г подсолнечной лузги, добавляли 100 мл 1 %-ного, 5 %-ного или 10 %-ного раствора серной, соляной или фосфорной кислоты, либо гидроксида натрия или кальция. Полученную смесь выдерживали при постоянном перемешивании на магнитной мешалке ИКА при частоте вращения 1000 об/мин в течение 60 мин при комнатной температуре, затем отфильтровывали через ватно-марлевый фильтр, модифицированную подсолнечную лузгу пять раз промывали дистиллированной водой объемом 100 мл и высушивали в сушильном шкафу «ЭКРОС» при температуре 105 °С до постоянной массы.

Для исследования возможности использования модифицированной кислотами и щелочами подсолнечной лузги для очистки сточных вод от нефти из каждого модельного раствора отбирали 100 мл, помещали в плоскодонную колбу вместимостью 250 мл, добавляли 5 г модифицированной подсолнечной лузги. Смесь перемешивали на

магнитной мешалке при комнатной температуре с частотой вращения 1000 об/мин в течение 20 мин. После этого смесь фильтровали через складчатый фильтр «красная лента». Фильтрат помещали в делительную воронку, добавляли 10 мл гексана и интенсивно встряхивали. После того как жидкость расслоится, нижнюю часть (рафинат) сливали, а верхнюю (экстракт) в стеклянный стаканчик вместимостью 50 мл, добавляли 10 г сульфита натрия, для удаления из фильтрата пузырьков и капель воды, перемешивали стеклянной палочкой, затем фильтровали через складчатый фильтр «красная лента». Содержание нефти в подготовленной пробе определяли флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3м» [4]. В качестве контроля использовали подсолнечную лузгу, не подвергавшуюся модификации кислотами и щелочами, высушенную при температуре 105 °С.

Исследования осуществляли в трехкратной повторности, анализ каждой пробы проводили в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение. Данные лабораторных исследований, показывают, что при модифицировании подсолнечной лузги кислотами и щелочами различной концентрации в процессе очистки сточных вод повышается ее адсорбционная способность по отношению к нефти. Использование контрольного образца подсолнечной лузги для очистки модельных растворов сточных вод позволило адсорбировать от 68,7 до 93,1 % нефти. Очистка подсолнечной лузгой, обработанной серной кислотой, позволила удалить от 82,7 до 96,7 % нефти из модельных растворов сточных вод. Применение лузги подсолнечника, модифицированной соляной кислотой, дало возможность извлечь из модельных растворов сточных вод от 85,3 до 96,5 % загрязняющей их нефти. Адсорбция подсолнечной лузгой, обработанной фосфорной кислотой, удалила от 81,8 до 96,1 % нефти из модельных растворов сточных вод. Очистка модельных растворов сточных вод подсолнечной лузгой, обработанной гидроксидом натрия, позволила удалить из них от 78,6 до 96,1 % нефти. Лузги подсолнечника, модифицированная гидроксидом кальция, извлекла из модельных растворов сточных вод от 80,6 до 95,7 % загрязняющей их нефти.

Подсолнечная лузга, модифицированная растворами кислот и щелочей различной концентрации, может быть использована в качестве сорбента для удаления нефти из сточных вод, вследствие того, что проведенная обработка удаляет кислото- и щелочерастворимые вещества, способствуя формированию дополнительных пор [5-7].

Заключение. Подсолнечную лузгу, модифицированную серной, соляной и фосфорными кислотами, гидроксидами натрия и кальция, можно использовать в качестве адсорбента для очистки сточных вод от нефти. Наиболее предпочтительна обработка подсолнечной лузги серной и

соляной кислотами или гидроксидом кальция. Максимальное количество нефти из сточных вод позволяет удалить адсорбент из подсолнечной лузги, модифицированной 10 %-ным раствором серной кислоты.

Литература

1. Ларина, О.Г. Физико-химический анализ формирования пористой структуры и эксплуатационных свойств термомодифицированных сорбентов для очистки сточных вод / О.Г.Ларина, С.Н. Овчаров, А.Ю. Калиниченко // Наука. Инновации. Технологии. – 2018. – № 3. – С. 195–208.

2. Колотова, О.В. Разработка биосорбента на основе отходов растениеводства для очистки сточных вод от нефтепродуктов/ О.В. Колотова, И.В. Соколова, И.В. Владимцева, К.Е. Заикина, А.О. Павлова // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 4. – С. 58–71.

3. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2006. – 6 с.

4. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды и воды поверхностных и подземных источников водопользования. Методические указания. МУК 4.1.1262-03. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2003. – 16 с.

5. Шмандий, В.М. Использование адсорбентов, полученных из отходов, для улучшения состояния среды обитания человека / В.М. Шмандий, Л.А. Безденежных. Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 44–45.

6. Жашуева, К.А. Применение лузги подсолнечника в качестве адсорбента для очистки сточных вод от тяжелых металлов / К.А. Жашуева, Н.О.Сиволобова // Инновационные технологии и технические средства для АПК: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – 2016. – С. 10–15.

7. Жашуева, К.А. Очистка воды от ионов тяжелых металлов адсорбентами на основе растительных отходов / К.А. Жашуева, Н.О. Сиволобова, Н.В. Грачева, А.В. Сикарская // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20 – №7. – С. 142–143.

А.А. Алоян, А.А. Водянова, П.А. Горюнова, Т.В. Анохина

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

СБОР И ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА САРАТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

В работе представлены материалы по сбору и переработке вторичного сырья на примере опыта Саратовской агломерации в г. Саратове и г. Энгельсе. Описаны динамика и структура принимаемого сырья за 2017-2019 годы. Составлены практические рекомендации по отдельному сбору и подготовке вторичного сырья.

Ключевые слова: вторичное сырье, структура сырья, отдельный сбор, переработка, Саратовская агломерация

Рост количества отходов производства и потребления – актуальная экологическая проблема современного мира. Для того, чтобы перестроить состояние сферы обращения с отходами, важно не только бросить все усилия на рекультивацию свалок и ликвидацию ущерба от них, но и одновременно переходить к решению задачи организации сбора коммунальных отходов и переработки вторичного сырья.

В настоящее время помимо официальной работы регионального оператора, проблемой организации сбора и переработки вторичного сырья в Саратовской агломерации (г. Саратов и г. Энгельс) занимается волонтерское движение «Зеленый Бык». Данная организация проводит акции по отдельному сбору вторсырья от населения при поддержке компаний «ПАКМИЛ», «Отходы в доходы» и «Кварц».

Целью работы было изучение проблем организации отдельного сбора отходов и переработки вторичного сырья на примере опыта Саратовской агломерации.

При выполнении были поставлены и решены задачи:

- 1) Обзор и анализ литературы по данной тематике;
- 2) Анализ нормативных документов;
- 3) Изучение состава принимаемого вторичного сырья в г. Саратове и г. Энгельсе;
- 4) Составление практических рекомендаций по отдельному сбору вторичного сырья.

Полученные результаты. Всего за 2019 год в Саратовской агломерации было отправлено на переработку 48,5 тонн вторичного сырья, в 2018 – 17 тонн, в 2017 – 2 тонны. По сравнению с 2017 годом объем принимаемого вторичного сырья увеличился в 24,25 раз.

Волонтерским движением «Зеленый Бык» в 2019 году было проведено 8 акций по отдельному сбору вторичного сырья в г. Саратове и г. Энгельсе. Было собрано: макулатуры – 12962 кг, ПЭТ – 1374 кг, стекла – 23100 кг, батареек – 1554 кг, разное вторсырье – 8706 кг. Объемы принимаемого вторичного сырья к концу 2019 года увеличился по сравнению с началом года в 3 раза. В структуре принимаемого вторичного сырья 1 место занимало стекло – 48,4 %; 2 место – макулатура, 27,1 %; 3 место – разное вторсырье (табл.1).

Собранное вторичное сырье с акций далее отправлялось к партнерам – заготовителям и переработчикам вторичного сырья (таб.2).

Для более удобной сдачи можно было воспользоваться сервисом RECYCLEMAP (рис.): карта отдельного сбора отходов <http://recyclemap.ru/saratov>. Для пользования сервисом необходимо ввести

свой адрес в поисковую строку, и карта покажет пункты приёма вторсырья поблизости, а система отзывов помогает сделать рейтинг пунктов и выявить лучшие.

Таблица 1

Структура принимаемого вторичного сырья за 2019 год (кг)

Дата	Макулатура	ПЭТ	Стекло	Батарейки	Разное	Всего
20.01.2019	1060	34	1500	70	494	3158
03.03.2019	1500	153	1500	70	547	3770
21.04.2019	1600	136	2200	150	998	5084
09.06.2019	1412	172	2000	200	919	4703
28.07.2019	1720	332	3500	200	1195	6947
15.09.2019	1700	200	3700	400	1316	7316
27.10.2019	1560	162	4300	236	1447	7705
15.12.2019	2410	185	4400	228	1790	9013
Всего	12962	1374	23100	1554	8706	47696

На сайте также можно выбрать различную категорию: бумага, стекло, пластик, металл, одежда, опасные отходы, батарейки, бытовая техника, Тетра Пак.

Самостоятельно жители Саратовской агломерации могли сдать различное вторичное сырье в организованные пункты приема.

Таблица 2

Адреса и телефоны партнеров

Вид сырья	Компания	Адрес, телефон
Макулатура и ПЭТ	«ПАКМИЛ»	г. Саратов, ул. Вересковая, 9а – 8 (927) 277-84-82 г. Энгельс, ул. Промышленная, 6а – 8 (927) 228-10-81 Прием макулатуры от 1 кг.
Стекло	«Кварц»	г. Саратов, пос. Зоринский, ул. Дорожная 1 – 8 (905) 321-71-17
Металлы и техника	«Отходы в доходы»	8 (903) 328-88-40
Пластик	Перерабатывающий завод «Склады вторичного сырья РФ»	г. Саратов, пос. Зоринский, 5 – 8 (980)-06-06 Предприятие осуществляет прием вторсырья объемом от 50 кг.
Пенопласт		г. Саратов, ул. Лунная, 6а – 8 (967) 507-02-89
Батарейки	Леруа Мерлен	г. Саратов, ул. Усть-Курдюмская, 50



Рис. Карта раздельного сбора отходов в г. Саратове

Перед сдачей вторичного сырья в пункты приема его необходимо было отсортировать и подготовить:

– Металл:

- алюминиевая фольга – чистая, плотно утрамбованная в алюминиевую банку перед сдачей;
- алюминиевые банки – чистые, без этикеток, без других материалов, максимально смятые, отсортированные от другого металла;
- металлические баллоны без вскрытия;
- металлические баночки от чая, кофе – удалить остатки содержимого, этикетки и другие виды материалов;
- консервные банки – чистые, без других видов материалов, смятые или сложенные одна в другую (по типу матрешки).

– Макулатура: перевязанная или сложенная в пакет / коробку.

– Пластик:

- 1 РЕТ бутылки – без содержимого, чистые, желательно смятые;
- 1 РЕТ контейнеры – чистые, смятые, без этикеток;

– Стекло: без остатков содержимого, без металлов и пластика, без этикетки.

Заключение. В процессе работы был рассмотрен вопрос организации сбора и переработки вторичного сырья в г. Саратове и г. Энгельсе. Отмечен факт увеличения количества отсортированного вторичного сырья в динамике с 2017 по 2019гг., что свидетельствует о формировании культуры в области обращения с отходами, возрастающей экологической грамотности и информированности населения.

По данной теме была подготовлена и выпущена информационная брошюра с рекомендациями по разделному сбору бытовых отходов и подготовке вторичного сырья для студентов СГМУ им. В.И. Разумовского, участников эковолонтерского движения, для учащихся ряда школ Саратовской агломерации. В дальнейшем планируется проведение тематических занятий со студентами и школьниками.

Литература

1. Барегамян Л.А., Абрамкина С.С., Логашова Н.Б. Мониторинг состояния окружающей среды Саратовской области в контексте Российской Федерации // Гигиена, экология и риски здоровью в условиях современного производства. 2016. С. 13-18.
2. Каменецкая Д.М. Проблемы сбора и утилизации твердых бытовых отходов в г. Саратове // Материалы 79-й студенческой межрегиональной научно-практической конференции «Молодые ученые — здравоохранению». 2018. С. 26-29.
3. Коломыйченко В.А., Каракотина И.А., Логашова Н.Б. Экологическая проблема накопления и утилизации отходов в городе Саратове // Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов ФБУН Саратовский НИИ сельской гигиены Роспотребнадзора. 2016. С. 80-85.

О.В. Щербакова¹, О.В. Абросимова¹, О.М. Посненкова²

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., ²Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕДИ ЖИТЕЛЕЙ СПАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ г. САРАТОВА

Рассмотрено влияние окружающей среды на здоровье человека, негативные последствия сердечно-сосудистых заболеваний и причины их появления. Проведено сравнение влияние окружающей среды на распространение среди жителей сердечно-сосудистых заболеваний в спальных и промышленных районах города.

Ключевые слова: окружающая среда, промышленные районы, сердечно-сосудистые заболевания.

Саратов находится на правом берегу реки Волги. Является центром Саратовской области и включает 6 административных районов: Волжский, Кировский, Ленинский, Заводской, Октябрьский, Фрузенский.

Численность населения на 2020 год составляет 838 тыс. человек. Хорошо развита нефтяная и химическая промышленность, машиностроение.

С каждым годом проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды все чаще тревожат общество. Воздействие человека, негативно сказывающееся на экологии, достигло поистине внушающих масштабов. Большую роль в здоровье людей играет экология, но также влияние оказывают биологические и генетические факторы, образ жизни и уровень развития здравоохранения. Здоровье так же является важным показателем оценить степень негативного воздействия окружающей среды на человека. Негативное воздействие окружающей среды может проявляться в изменении кровяного давления. Зачастую под кровяным давлением подразумевают артериальное давление.

Существует классификация норм артериального давления, созданная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Так же давление классифицируется относительно возраста. Оно может быть нормальным, повышенным или пониженным. В зависимости от того страдает человек гипертонией или гипотонией это будет по разному влиять на его здоровье.

Если у человека постоянно повышенное или пониженное АД это плохо сказывается на работе организма в целом. При повышенном давлении организм начинает уничтожать сам себя, печень не может нормально фильтровать и происходит накопление токсинов, она начинает разрушаться, стенки сосудов расширяются, теряют эластичность и сердце начинает работать «на износ». Факторами повышенного давления могут быть неправильное питание, алкоголь и наркотики, ожирение. Симптомами могут быть головные боли, учащенное сердцебиение, покраснение кожи, повышенная потливость. Результатом повышенного давления может стать инфаркт или инсульт. При пониженном давлении стенки сосудов сжимаются, и давление крови резко увеличивается, что может привести к кислородному голоданию или «взрыву», развивается почечная недостаточность. Симптомами гипотонии могут быть усталость, раздражительность, повышенная чувствительность к высоким температурам. Результатом пониженного давления могут стать обмороки и инсульты. Здоровье так же является важным показателем оценить степень негативного воздействия на окружающую среду на человека.

Из 838 тыс. человек 76% составляет городское население, а оставшиеся 24% составляет сельское население. Задачей анкетирования было опросить людей и проанализировать возможность появления сердечно-сосудистых заболеваний у людей относительно их места жительства. Опросы проводились в разных районах г. Саратова.

В промышленных районах на человека одновременно воздействует много факторов, которые негативно сказываются на состоянии здоровья. Нарушения сердечно-сосудистой системы часто проявляются при

воздействии эндогенных и экзогенных факторов. Профессионально-производственные факторы химической и физической природы могут влиять непосредственно на сердечно-сосудистую систему или воздействовать на нее косвенно через другие органы.

В микрорайоне Юбилейный были опрошены 51 человек из них 50% были люди с нормальным давлением, 31 % составили люди с пониженным давлением, а оставшиеся были люди с повышенным давлением. В 2019 году 51% опрошенных составили люди с пониженным давлением, 34% были люди с повышенным давлением, а с нормальным давлением лишь 15%. Юбилейный район считается микрорайоном компактного проживания в Волжском районе города Саратова без развития производственных структур. Расположен он в районе с хорошей экологией, вдали от промышленных предприятий. Является типичным спальным районом.

В Октябрьском районе города в опросе приняли участие 100 человек. Из них людей с пониженным давлением оказалось больше всех, а вот с нормальным давлением меньше. Это важный район города Саратова, где находятся промышленные предприятия, социальные и научные учреждения. Находится в центральной части города. Территория района составляет 2 389 га, а население 118 554 тыс. человек на начало 2020 года. Крупные и средние промышленные предприятия района представляют машиностроение и металлообработку (Саратовский агрегатный завод, Саратовский завод энергетического машиностроения, Серп и Молот), топливную, полиграфическую, легкую, пищевую, мукомольно-крупяную и комбикормовую промышленности, транспорт.

Спальные районы характеризуются искусственностью, большим числом потребностей, непрерывно изменяющейся средой. Факторы жилой среды могут служить условиями развития заболеваний. Они не вызывают заболевания, но могут способствовать их появлению. При несоблюдении санитарных норм и гигиены условий жизни, малом озеленении или внеплановом размещении различных элементов строительство могут возникнуть условия оказывающие вредное влияние на здоровье человека.

В поселке Солнечный Ленинского района г. Саратова в опросе приняло участие 50 человек, из них 52% были люди с нормальным давлением, 18% с повышенным и 30% составили люди с пониженным давлением. Поселок Солнечный – микрорайон компактного проживания в Ленинском районе Саратова без развития производственных структур. Он расположен вдали от промышленных предприятий, известен хорошей торговой инфраструктурой, наличием рынков, магазинов, спортивным комплексом и другими полезными учреждениями. Является типичным спальным районом.

Таким образом, более благоприятная атмосфера складывается в спальнях районах города, однако и среди жителей этих районов, большое количество сред опрошенных имело превышение уровня артериального давления, следовательно надо дополнительно учитывать и другие факторы здоровья, которые могут приводить к повышению артериального давления.

Содержание

Методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий.....	3
Андронников В.В., Костылева Л.Н., Башлыков С.Н., Мозиков Б.В. Проблемы экологического мониторинга подземных вод.....	3
Антонова О.М., Матвеева Ю.Г., Тихомирова Е.И. Последствия воздействия кислых гудронов на экосистему и современные безопасные технологии по утилизации отходов нефтехимического производства.....	6
Аунг Пьяе, Вей Мьо Хтун, Колесников А.В. Катионный ПАВ в электрофлотационном процессе извлечения смеси фосфора никеля и меди.....	12
Ахмадиев Г.М. Экологический мониторинг опасности стихийной несанкционированной свалки.....	14
Байдюк Ю.А., Насырова Э.С. Оценка потенциального риска причинения вреда здоровью в санитарно-защитной зоне Уфимской ТЭЦ-2.....	19
Белова М.Ю., Бахешева А.Е. Исследование состояния водного объект урбанизированной территории по органолептическим показателям (на примере реки Торгун Палласовского района волгоградской области).....	21
Белова М.Ю., Грибанова Т.А. Сравнительная характеристика содержания углекислоты в почвенном покрове городских территорий (на примере Саратовской области).....	24
Белова М.Ю., Дюсюнбеев Д.У. Сравнительный анализ микробоценозов почвенного покрова на территории Саратовской и Волгоградской областей.....	27
Борисков Д.Е., Комарова Н.А., Ажнакина А.В., Ефремова С.Ю. Инженерно-экологическая оценка систем очистки промстоков гальванических производств.....	30
Васильев А.В. Актуальные проблемы обеспечения экологической безопасности регионов России на примере Самарско-Тольяттинской агломерации.....	34
Глубокая А.С. , Беляченко А.А. Инновационный подход к мониторингу состояния окружающей среды в районе эксплуатации предприятий, производящих отходы первого и второго классов опасности.....	38
Долгушева М.А., Черезова Е.Н. Использование продуктов химического рециклинга полиэтилентерефталата в качестве пластификаторов для поливинилхлорида.....	41
Дюсюнбеев Д.У., Плотникова О.А. Утилизация автомобильных шин и методы переработки в резиновую крошку.....	44
Кауркина Е.А, Астахова И.С, Атаманова О.В. Исследование показателей экологической опасности транспортного участка предприятия АО «Саратовстройстекло».....	49
Кирносов С.Л. Методологические аспекты учета фрактальных свойств температурных рядов при разработке экологических прогнозов.....	53
Клепиков О.В., Куролап С.А., Енютина М.В. Методические подходы организации мониторинга уровня загрязнения атмосферного воздуха в зонах влияния военных аэродромов.....	57
Клепиков О.В., Куролап С.А., Епринцев С.А. Оценка канцерогенного риска здоровью населения города в условиях преобладающего вклада в загрязнение атмосферного воздуха выбросов металлургического производства.....	61
Костылева Л.Н., Громковский А.А., Башлыков С.Н., Хворых И.В. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха крупного промышленного города.....	65
Кривко В.В., Соколовский Е.В. Определение уровня антропогенной нарушенности природных территорий, подлежащих специальной охране г. Витебска.....	69
Руденко А.В., Костина А.С., Колычев И.А. Уменьшение концентрации метанола в технологических отходах установки подготовки газа к транспорту при оптимизации технологического режима регенерации адсорбентов.....	72

Симонова З.А., Шайденко И.С. Электронная база данных физиологического состояния деревьев как основа мониторинга территорий санитарно-защитных зон предприятий.....	75
Соловьев А.В. Использование элементов технического анализа для прогнозирования метеорологических условий распространения загрязняющих веществ в атмосфере.....	81
Сорокотягина Л.А. Изучение изменчивости меланизированного рисунка клопа-солдатика (<i>Pyrrhocoris apterus</i> L.) при биоиндикации наземных экосистем Старооскольского района Белгородской области.....	85
Трубачева Л.В., Лоханина С.Ю., Трубачев А.В. Научно-исследовательские аспекты входного и производственного аналитического контроля на производственно-технических комплексах по обработке, утилизации и обезвреживанию опасных отходов...	91
Тхан Зо Хтай, Наинг Зо Хтун, А.В. Колесников Электрофлотационное извлечение гидроксидов алюминия и хрома из водных сульфатных растворов в присутствии ионов кальция, бария и ПАВ различной природы.....	95
Фомина Алла Анатольевна Оценка воздействия выбросов объектов теплогенерирующей компании на качество атмосферного воздуха г. Саратова.....	99
Правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности.....	103
Веденева Н.В. Проблемы правового регулирования государственной экологической экспертизы объектов, связанных с размещением отходов.....	103
Солдатова В.В., Фомина А.А. Экологическое образование как инструмент решения проблемы раздельного сбора отходов в г. Саратове на примере лучших экоинициатив.....	106
Сухинина Е.А. Требования экостандартов по рациональному обращению с отходами в строительстве.....	110
Хвостов А.А. Информационное обеспечение населения о состоянии опасных промышленных объектов.....	114
Бобырев С.В., Тихомирова Е.И. Проблемы загрязнения водоохраных зон и околосоводных экосистем, организация общественного мониторинга водных объектов на примере движения «Чистый берег – чистая Волга»	117
Янбаева И.И. Сибайско-Баймакский промышленный узел Республики Башкортостан: состояние и перспективы развития.....	121
Разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий.....	125
Алексашин А.В., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И. Разработка технологии биологической рекультивации нефтезагрязненных земель и нефтешламов в условиях полигона биокомпостирования.....	125
Антонова О.М. Современные безопасные технологии по утилизации отходов нефтехимического производства термическими методами.....	132
Атаманова О.В., Кошелев А.В., Тихомирова Е.И., Алексашин А.В. Технология рекультивации техногенного песчаного грунта.....	138
Атаманова О.В., Симонова З.А., Глубокая А.С., Подоксенов А.А. Десорбция тяжелых металлов (на примере ионов Cu^{2+} и Fe^{2+}) из сорбционных материалов на основе бентонита.....	142
Ахмадиев Г.М. Экологические основы и принципы обеспечения техносферной безопасности на урбанизированных территориях Республики Татарстан.....	145
Глухов А.Т., Таирова В.Д., Мартиросян А.П. Уголь Кузбасса – экологические перспективы	149
Гринфельдт Ю.С. Антропогенное воздействие на приток воды и баланс наносов в береговой зоне.....	154
Карасева К.В., Николаенко А.И., Атаманова О.В., Симонова З.А. Анализ современных технологий утилизации отходов фармацевтических предприятий.....	158
Лобкова Г.В. Исследование поглотительной способности водных растений по отношению к ионам свинца, кадмия и меди в составе различных солей.....	162

Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т. Биодegradация белого фосфора стрептомицетами и грибами.....	166
Ольшанская, Л.Н., Чернова М.А., Волков В.А. Разработка состава магнитного сорбента для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов с поверхности вод и почв.....	170
Симонян Г.С., Нерсисян А. О., Симонян А.Г., Маргарян Л.А. Гидрохимическая оценка экологического состояния Озера Севан.....	173
Тюрина К.А., Успанова Д.М., Нечаева О.В., Тихомирова Е.И. Современные подходы к утилизации нефтесодержащих отходов.....	176
Современные информационные технологии в экологическом мониторинге опасных промышленных объектов.....	181
Куликова О.В. Использование современных информационных технологий в лесном хозяйстве как необходимое условие обеспечения экологической безопасности.....	181
Купцов А.И., Гимранов Ф.М. Прогнозирование предельно допустимых концентраций с помощью нейросетевого моделирования на примере экспериментальных данных.....	185
Мешков С.С., Углев В.А. Процессы в жидкосолевых реакторах как объект автоматизированного мониторинга и управления.....	187
Павлов А.Т., Павлова Ю.Н., Павлова П.А. Предотвращение вторичного засоления полей при мелиорации с беспилотного дрона - диагностика динамики подповерхностной минерализации геоэлектроразведкой ЗСБ в аэроварианте.....	192
Современные методы выявления экотоксикантов в объектах окружающей среды и оценка их воздействия на экосистемы и здоровье человека.....	196
Антонова О.М., Пантелеев Н.А., Стрелина М.А., Тихомирова Е.И., Анохина Т.В. Новые подходы экспресс-оценки токсикометрических характеристик соединений тяжелых металлов применительно к человеку.....	196
Антонова О.М., Фетняева А.Н., Тихомирова Е.И., Анохина Т.В. Проблема оценки токсиколого-гигиенических характеристик полихлорированных углеводородов при утилизации отходов сгорания.....	202
Бактыбаева З.Б., Кулагин А.А., Габидуллина Г.Ф. Эколого-гигиеническая оценка состояния техногенного водоема золотоизвлекательной фабрики.....	206
Булавина М.И., Артамонова В.С. Определение фитотоксичности эмбриозёмов зарастаемых хвостохранилищ Кузбасса.....	210
Булгакова В.В. Хромато-масс-спектрометрия, как современный метод выявления экотоксикантов.....	214
Васильев А.В., Ганин А.И. Экспериментальные исследования шума энергетических установок промышленных предприятий.....	217
Васильев А.В., Ганин А.И., Ермаков В.В., Кузина Г.Б. Методика мониторинга вибрации трубопроводов энергетических установок.....	221
Котова В.Е. Уровень, источники и оценка риска загрязнения полициклическими ароматическими углеводородами реки Темерник.....	224
Котова В.Е., Тамбиева Н.С., Князева Т.В. Изучение загрязнения р. Темерник некоторыми приоритетными экотоксикантами.....	228
Переломов Л.В., Атрощенко Ю.М. Тяжелые металлы в пойменных почвах в зоне воздействия комбината черной металлургии.....	232
Плотникова О.А., Тихомирова Е.И. Люминесцентные методы в экологическом мониторинге экотоксикантов.....	236
Третьякова М.О., Пикула К.С., Кириченко К.Ю., Голохваст К.С. Исследование влияния частиц угля на представителей зоопланктона.....	240
Экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения территорий опасными отходами.....	247
Бодня М.А. , Копева Н.А. Определение степени антропогенной нагрузки на атмосферу	

г. Липецка в 2019 г по данным геохимической съемки.....	247
Видяпин С.Ю., Дроздов В.Д., Коваль Ю.Н. О возможности снижения экологических рисков при сжигании углей.....	251
Матвеев М.П. Прогнозирование рисков воздействия на экосистемы тундровых сообществ при размещении отходов бурения	255
Козлов А.В., Гришина Н.А., Тарасов А.В. Оценка загрязненности органическими веществами и нефтепродуктами вод акватории Оки и Волги в черте Нижнего Новгорода...	258
Костина А.С., Колычев И.А., Руденко А.В. Разработка методики контроля каталитической активности силикагелевых адсорбентов в условиях конверсии метанола в диметиловый эфир.....	262
Прожорина Т.И., Преснякова Ю.А. , Иванова Д.А. Исследование влияния автотранспорта на здоровье населения г. Воронежа, проживающего в зонах акустического дискомфорта	265
Руденко Е.Ю., Мышова К.А. Очистка сточных вод от нефти подсолнечной лузгой, модифицированной кислотами и щелочами.....	269
Алоян А.А, Водянова А.А., Горюнова П.А., Анохина Т.В. Сбор и переработка вторичного сырья на примере опыта Саратовской агломерации.....	272
Щербакова О.В., Абросимова О.В., Посненкова О.М. Оценка распространения сердечно-сосудистых заболеваний среди жителей спальных и промышленных районов г. Саратова	276

Научное издание

Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения

Сборник научных трудов

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

Ответственный за выпуск канд. биол. наук, доцент О.В. Абросимова

За достоверность представленных в сборнике сведений и изложенной научной терминологии несут ответственность авторы статей

ISBN 978-5-00140-681-5



Подписано в печать 10.11.2020

Бум. офсет.

Тираж 200 экз.

Усл.-печ. л. 16,51.

Заказ № 3186-20/30110.

Формат 60x84 ¹/₁₆

Уч. изд. л. 14,99.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
410054 г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Отпечатано в ООО «Амирит» 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского., 88.

Тел. 8-800-700-86-33 | (8452) 24-86-33,

E-mail: zakaz@amirit.ru

Сайт: amirit.ru

