

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Федеральное государственное унитарное предприятие «РосРАО»

Всероссийское общество охраны природы

Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции

им. А.Н. Северцова РАН

**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 2019

Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Саратов: ООО «Амирит», 2019. Часть 1. 237 с.

Сборник научных статей составлен на основе материалов Всероссийской научно-практической конференции «Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения», которая проводилась в рамках I Всероссийского научно-общественного форума «Экологический форсайт» в СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с ФГУП «РосРАО», Всероссийским обществом охраны природы и Саратовским филиалом ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН при поддержке профильных министерств Правительства Саратовской области 11-13 декабря 2019 г.

В сборнике представлены работы по следующим направлениям работы конференции: методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий; современные информационные технологии в экологическом мониторинге опасных промышленных объектов; современные методы выявления экотоксикантов в объектах окружающей среды и оценка их воздействия на экосистемы и здоровье человека; разработка инновационных методов экологической реабилитации антропогенно нарушенных территорий; 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.

Были рассмотрены также вопросы экологических, экономических и социальных проблем загрязнения территорий опасными отходами; правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности; обоснования рациональной системы мониторинговых наблюдений за состоянием окружающей среды производственно-технических комплексов по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии и в сфере обращения с отходами.

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)

Д.В. Александров, Э.В. Нафикова, О.В. Соколова

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический
университет»

ВЛИЯНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Статья посвящена рассмотрению общего негативного влияния фармацевтических предприятий на окружающую среду. В данной статье будут рассмотрено количество выбросов, сбросов и отходов в срезе определенного предприятия, находящегося в центре г. Уфы. Оценим вклад этого предприятия в загрязнение окружающей среды и сделаем соответствующие выводы.

Ключевые слова: фармацевтическое производство, лекарственные препараты, отходы фармацевтических предприятий, сбросы фармацевтических предприятия, выбросы фармацевтических предприятий.

Фармацевтическая промышленность – отрасль, занимающаяся разработкой, производством, продвижением лекарственных препаратов и медикаментов, прошедших лицензию [1].

Актуальность темы заключается в том, что в настоящее время загрязнение окружающей среды фармацевтическими предприятиями приобретает значимые масштабы. Это может привести к серьезным экологическим последствиям для общества, которые проявляются в ухудшении состояния окружающей среды, необходимости значительных финансовых вложений для ее восстановления, резкого снижения продолжительности жизни людей по сравнению с развитыми странами.

В промышленном производстве фармацевтических препаратов используют разнообразное сырье, получаемое как из растительных и животных материалов, так и путем химического синтеза [2].

Химико-фармацевтические предприятия не относятся к заметным загрязнителям атмосферного воздуха; источники выбросов относятся к низким, и зона их воздействия ограничивается пределами промышленной площадки и санитарно-защитной зоны. Но иногда размеры санитарно-защитной зоны не соответствуют действующим нормативам и требуют разработки и внедрения мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ. Часто фармпредприятия находятся в жилых районах и санитарно-защитная зона минимальна, при этом нужно обеспечить высокое качество выбросов в экологическом отношении.

Основными источниками загрязнения при производстве синтетических лекарственных средств являются емкости для хранения основных и вспомогательных реагентов, реакторы, ректификационные колонны, сушилки, конденсаторы и др. Выделение загрязняющих веществ в атмосферу обусловлено, в основном, их летучестью и уровнем организации технологии.

С предприятий фармацевтического производства в атмосферу могут выбрасываться летучие органические соединения, кислотные газы и твердые частицы, причем это происходит как из точечных источников, так и при неконтролируемом выделении. В этой связи необходимо упомянуть также выбросы парниковых газов.

Для того чтобы оценить общий вклад негативного влияния фармацевтической промышленности на окружающую среду лучше всего изучить конкретное, являющееся одним из крупнейших, фармацевтическое предприятие.

Для апробации методики оценки воздействия фармацевтической промышленности на окружающую среду выбрано реальное предприятие – витаминный завод крупного урбанизированного города РФ, один из крупнейших российских фармацевтических производителей, занимающий первое место по производству моно- и поливитаминных препаратов. Помимо витаминов предприятие производит широкий спектр лекарственных средств других фармакотерапевтических групп. В настоящее время номенклатура выпускаемой продукции включает более 80 наименований.

В технологии производства лекарственных средств на фармацевтическом предприятии отсутствует синтез и химическое превращение веществ, используются готовые субстанции импортного производства.

Все выбросы находятся в пределах норм ПДК, но предприятие расположено вблизи жилых домов, детских садов, школ и дорог.

Все образующиеся отходы производства и потребления предприятия сортируются, накапливаются в специально отведенных местах временного накопления для формирования транспортной партии и вывозятся на утилизацию, обезвреживание, размещение в специализированные предприятия согласно заключенным договорам. У данного предприятия нет возможности самостоятельно хранить образующиеся отходы на территории промплощадки, вследствие чего предприятие вынуждено заключать договора со сторонними организациями для проведения утилизации, обезвреживания и вторичного использования отходов.

Сточные воды основного производства образуются в результате выполнения технологических процессов: водоподготовка, промывка, обработка технологического оборудования и инвентаря, посуды, подготовка и уборка производственных помещений, стирка технологической одежды,

санитарно-гигиеническая подготовка персонала. Для приготовления дезинфицирующих растворов, используемых при санитарной обработке, используются моющие и дезинфицирующие средства.

Стоки от вспомогательных подразделений образуются в результате использования питьевой воды на хозяйственно бытовые нужды.

Сбросы от фармацевтического предприятия приведены в таблице.

Источником водоснабжения предприятия является городской водопровод (питьевая вода), которая поступает из централизованной системы питьевого водоснабжения города. Водоснабжение на производственные, хозяйственно-бытовые нужды, а также водоотведение стоков на промплощадке осуществляется по договору с городским водоканалом.

Сбросы фармацевтического предприятия

№ п/п	Показатель	max	средн	Норм. ДК
1	Взвеш. в-ва, мг/л	1597	205	200
2	ХПК, мг/л	2047	374	300
3	БПК, мг/л	578	203	200
4	Жиры, мг/л	5,02	2,03	8
5	Нитраты, мг/л	16,8	6,54	3,3
6	Нитриты, мг/л	1,67	0,26	0,08
7	Аммоний-ион, мг/л	73,4	15,7	0,7
8	P-PO ₄ , мг/л	1,22	0,45	0,29
9	Сульфиды, мг/л	28,8	3,39	1
10	Железо, мг/л	3,23	1,35	0,29
11	Нефтепродукты, мг/л	0,54	0,19	0,17
12	Медь, мг/л	0,098	0,027	0,003
13	Цинки, мг/л	0,44	0,147	0,025
14	Никель, мг/л	0,03	0,012	0,017
15	Свинец, мг/л	0,017	0,004	0,0013
16	Хром (III), мг/л	0,242	0,061	0
17	Хром (VI), мг/л	0,22	0,037	0,02
18	СПАВ, мг/л	5,41	1,25	1,43
19	Фенол, мг/л	0,07	0,018	0,005
20	Формальдегид, мг/л	0,08	0,034	0,2
21	Трихлорметан, мг/л	0,026	0,01	0,02
22	Сульфаты, мг/л	485	166	140
23	Хлориды, мг/л	48	18	140

Исходя из таблицы видно, что по всем показателям идет превышение норм допустимых концентраций, вследствие чего, можно сказать, что

сбросы оказывают сильное негативное влияние на сточную канализацию города.

Таким образом, рассмотрев сбросы, выбросы и отходы исследуемого фармацевтического предприятия, можно сделать вывод о том, что оно значительно оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Проведенный анализ воздействия позволит разработать мероприятия, снижающие негативное воздействие. Стоит отметить также, что косвенно на окружающую среду влияет большое количество отходов, которое с промплощадки уходит на утилизацию, обезвреживание и вторичное использование.

Литература

1.Краснюк И.И. Фармацевтическая технология: Технология лекарственных форм: Учебник для студ. сред. проф. учеб. заведений / И. И. Краснюк, Г. В. Михайлова, Е. Т. Чижова; под ред. И. И. Краснюка и Г. В. Михайловой. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 464 с. 2004.

2.Захарова Ю. В. Основные подходы к оценке риска загрязнения некоторых компонентов окружающей среды / Ю. В. Захарова. - М.: Наука, 2012. - 250 с.

3.Юсупов Т.Р. Исследование эффективности применения природных адсорбентов при очистке воды/ Юсупов Т.Р., Квятковская А.С., Елизарьев А.Н. // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность - 2016) материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 30-ой годовщине аварии на Чернобыльской АЭС в рамках X Республиканского форума «Безопасность – 2016». - 2016. - С. 183-187.

4.Тунакова Ю.А. Разработка методики определения самоочищающей способности рек на основе фрактальной геометрии для установления допустимого антропогенного воздействия / Тунакова Ю.А., Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Белозёрова Е.А.//XV Всероссийская конференция "Химия и инженерная экология" с международным участием Сборник докладов. - 2015. - С. 218-221.

5.Красногорская Н.Н. Исследование влияния биогенов на качество речных вод (на примере уфимского бассейна) / Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Белозёрова Е.А., Афризунова Л.Ф.//Современные проблемы водохранилищ и их водосборов Труды VI Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 76-81.

6.Красногорская Н.Н. Оценка риска истощения пойменно-руслового комплекса по видовому составу растительности / Красногорская Н.Н., Нафикова Э.В., Белозёрова Е.А.//XIV Всероссийская конференция-школа "Химия и инженерная экология" - 2014. - С. 69-71

7.Красногорская Н.Н. Оценка геоэкологического состояния водотока по показателям качества воды и истощению водных ресурсов /Н.Н. Красногорская, Ю.И. Ферапонтов, Э.В. Нафикова // Проблемы региональной экологии. – 2012. № 5. – С. 20-27.

**В.А. Алексеев¹, В.П. Усольцев¹, С.И. Юран², Д.Н. Шульмин¹,
Д.Н. Буранов¹**

¹Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова

²Ижевская государственная сельскохозяйственная академия

ОБНАРУЖЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИКРОЧАСТИЦ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В докладе рассматриваются оптические характеристики ряда микрочастиц для использования в задаче обнаружения их оптико-электронным прибором. Проведено исследование макетного образца установки для идентификации микрочастиц в сточных водах с применением лазерного зондирования потока жидкости с предварительным его перемешиванием.

Ключевые слова. Водная среда, микрочастицы, моделирование, сточные воды, лазерное зондирование, коэффициент отражения, перемешивание, оптические свойства микрочастиц, сканирование.

В современном производстве с повышенными параметрами технологических процессов нередко возникают критические условия, приводящие к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного процесса, выходу из строя машин, агрегатов, коммуникаций, сооружений или их систем. Такие явления принято называть авариями. В результате аварии, опасного техногенного происшествия, сопровождающегося пожарами, взрывами, обрушениями, создается угроза жизни и здоровью людей, происходит нанесение ущерба окружающей природной среде в результате выбросов вредных веществ в атмосферу, вызывающих повышенную загазованность, сбросов в канализацию или поверхностные водоемы агрессивных жидкостей и сильнодействующих ядовитых веществ [1]. Практически все сточные воды промышленных предприятий содержат то или иное количество микрочастиц, образующихся в процессе производства и природных явлений, и состоящих из органических и неорганических веществ [2].

Для контроля и мониторинга загрязнения сточных вод, в том числе обнаружения и идентификации таких частиц, используется широкий спектр приборов. В основе их работы лежат различные физическо-химические методы (кондуктометрические, диэлькометрические, потенциометрические, оптические и др.). Среди них большими возможностями обладают оптические методы, работающие в ультрафиолетовом, рентгеновском, ближнем инфракрасном и ИК-диапазонах [3].

Известны оптические датчики для мониторинга водной среды, позволяющие выявить изменение прозрачности и цвета, связанные с возможным загрязнением водной среды. Выпускаются и высокоточные

приборы, предназначенные как для лабораторных анализов проб, так и проточные приборы, устанавливаемые на контролируемых объектах [4].

Однако, известные приборы и способы не позволяют проводить оценку загрязнений микрочастицами в реальном масштабе времени. Более того, в ряде способов оценки мутности предлагается предварительно очистить пробы от отдельных микрочастиц. Поэтому задача создания подобного класса анализаторов микрочастиц является актуальной.

При этом существующие подходы не позволяют определить отдельные микрочастицы в большом объеме жидкости. Методы сканирования исследуемых объемов оптическим лучом не работают ввиду значительного рассеивания и поглощения в водных средах [5].

Предлагается метод лазерного зондирования сточных вод с целью идентификации микрочастиц, содержащихся в небольшом количестве в единице объема жидкой среды. Проведены исследования основных оптических характеристик ряда микрочастиц для разработки метода лазерного зондирования микрочастиц в потоках жидкости. Исследования направлены на разработку устройств идентификации микрочастиц в сточных водах с применением лазерного зондирования потока жидкости с предварительным его перемешиванием [6, 7].

Разработан макетный образец установки, на которой исследуются основные оптические характеристики ряда микрочастиц. На рисунке 1 представлена функциональная схема лабораторной установки моделирования обнаружения и идентификации микрочастиц в сточных водах опасных промышленных объектов

Схема содержит проходные вентили 1, 3, 5; резервуар 2 с загрязнителем и микрочастицами первого вида; резервуар 4 с загрязнителем и микрочастицами второго вида; колено 6; трубу Вентури 7; измерительный датчик 8; опорный датчик 9; электронный блок 10 (микроконтроллер ATmega-48-20, аналогово-цифровые преобразователи, усилитель-формирователь импульсов); конвертор 11 сигналов USB - RS485; персональный компьютер 12; блок питания 13; предусилители 14, 15; электронный ключ 16; электромагнитный клапан 17.

В гидросистему установки вода подаётся из системы водоснабжения. Для перекрытия потока имеется проходной вентиль 1. К трубе, по которой течёт вода, присоединены трубы, идущие от резервуаров, в которых находятся загрязнители с микрочастицами. Проходные вентили 3 и 5 предназначены для регулировки количества загрязнителей первого и второго видов, поступающих в воду. На этом этапе движения жидкости происходит первичное смешивание воды с загрязнителями. Следуя далее по трубе, смесь проходит колено 6, предназначенное для интенсификации смешивания воды с загрязняющим веществом. Труба Вентури 7 устанавливается после колена. Измерительный датчик 8 устанавливается на

горловине трубы Вентури, где происходит наиболее интенсивное смешивание жидкостей.

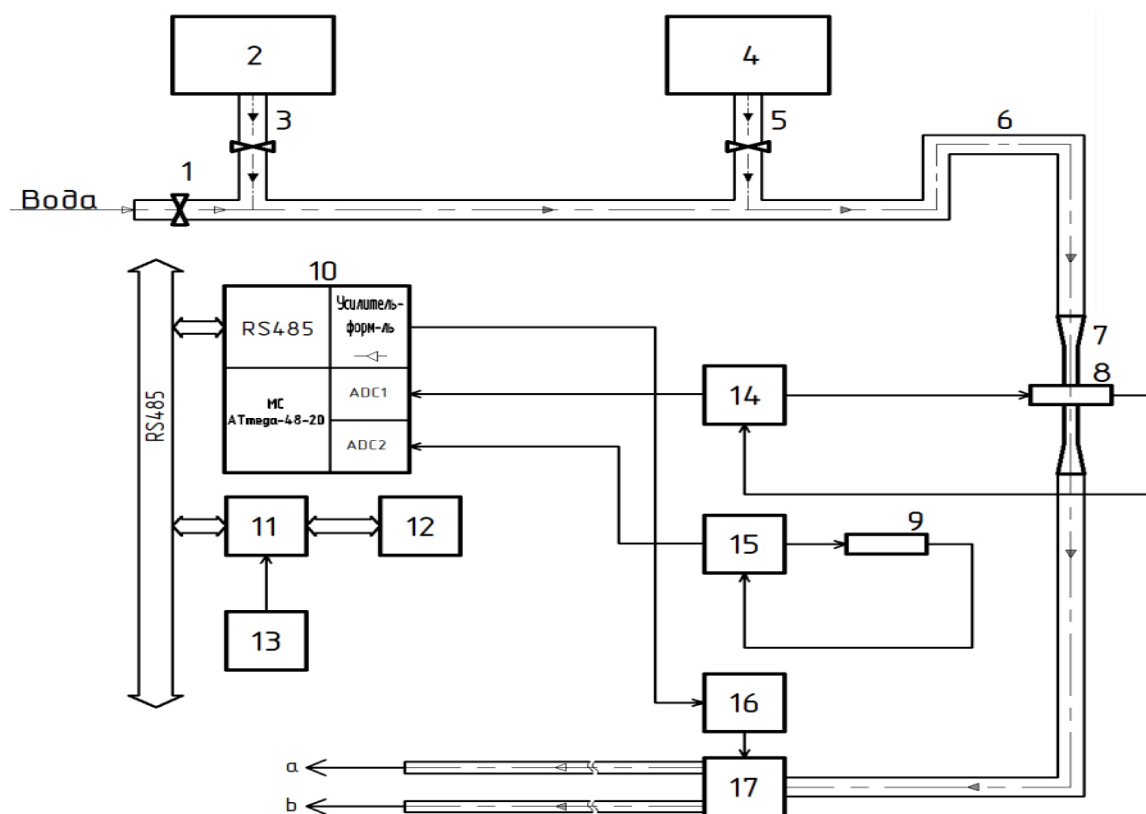


Рис. 1. Функциональная схема установки обнаружения и идентификации микрочастиц в сточных водах опасных промышленных объектов

Кроме измерительного датчика в установке предусмотрен опорный датчик 9. Предусилители 14 и 15 предназначены для стабилизации мощности излучения лазерных диодов датчиков, и для усиления сигнала, поступающего с фотоприёмника. Блоки 10-13 предназначены для обработки сигналов, поступающих с датчиков и формирования импульсов для переключения исполнительного устройства. Электронный ключ 16 предназначен для преобразования управляющего импульса, поступающего с формирователя, в постоянный ток, переключающий электромагнитный клапан 17. Клапан 17 имеет входной канал, в который поступает жидкость. В зависимости от того, на какой из двух электромагнитных приводов подано напряжение, поток с входного канала направляется в один из двух выходных. Клапан 17 управляется путём подачи на него управляющего напряжения, которое формируется в зависимости от свойств смеси. В случае если концентрация микрочастиц в воде не превышает заданный уровень, то открыт канал «а», в противном случае вода направляется в канал «б».

Внешний вид и конструкция измерительного датчика представлены на рисунке 2, где 1 – корпус датчика; 2 – фотодиод; 3 – светодиод; 4 – подложка для крепления светодиода и фотодиода; 5 – кабель питания датчика. Датчик состоит из источника излучения (светодиод типа АЛ107Б) и фотоприемника (фотодиод типа ФДК-155).

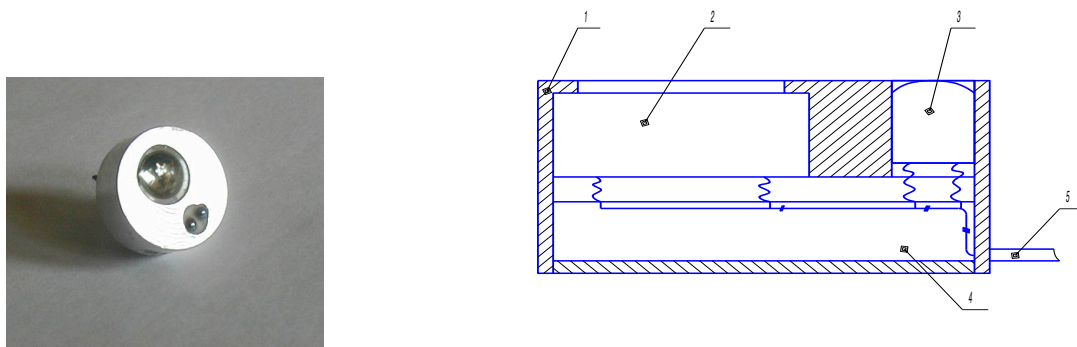


Рис. 2. Внешний вид и конструкция измерительного датчика

На основании проведенного анализа экспериментальных исследований показано, что подход, предложенный в данной работе, является перспективным для обнаружения и идентификации микрочастиц при их достаточно малых концентрациях в жидкости.

Литература

1. Казин В.Н. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии / В.Н. Казин, Г.А. Урванцева. – Ярославль : Яросл. гос. ун-т, 2002. – 173 с.
2. Евстапов А. А. Физические методы управления движением и разделением микрочастиц в жидких средах. I. Диэлектрофорез, фотофорез, оптофорез, оптический пинцет // Научное приборостроение. - 2005. - Том 15. - № 1. - С.3-20.
3. Murphy K. A low-cost autonomous optical sensor for water quality monitoring / K. Murphy [et al.] // Talanta. – 2015. – Vol. 132. – P. 520–527.
4. Geissen Sven-Uwe. Загрязнители антропогенной природы в природных водах в следовых концентрациях. Anthropogene Spurenstoffe im Wasser. WWT: Wasserwirt. Wassertechn. 2007. – N 3. – P. 55–59.
5. Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И., Шульмин Д.Н. Автоматизированная система определения залпового загрязнения воды оптическими методами // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 3. – С. 119–132. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.10.
6. Патент № 105456 на полезную модель, МПК7: G01N 15/06. - Устройство для устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И., Перминов А.С. Оpubл. 10.06.2011. Бюл. №16 (Заявка на полезную модель №2011101251/28 (001555) от 12.01.2011).
7. Патент № 113845 на полезную модель, МПК7: G01N21/00. Устройство устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Козаченко Е.М., Юран С.И., Перминов А.С. Оpubл. 27.02.2012. (Заявка на полезную модель №2011144701/28 (067035) от 03.11.2011).

В.В. Андронников, Л.Н. Костылева, А.А. Громковский

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

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ ЗАДЫМЛЕНИЕ АТМОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

В статье представлены алгоритм решения задачи и результаты численных экспериментов по выявлению влияния концентрации дымового аэрозоля, его микрофизических, оптических характеристик и влажности воздуха на дальность видимости в приземном слое атмосферы

Ключевые слова: моделирование, задымление, аэрозоль, источник загрязнения.

Одной из сложных задач обеспечения безопасности жизнедеятельности является разработка прогноза дальности видимости в условиях задымления промышленными дымами.

Прогноз степени задымления больших регионов является весьма сложной задачей, так как видимость в этом случае зависит не только от наблюдаемых метеорологических условий, но и от пространственной концентрации дымов, их микрофизических и оптических характеристик.

Эта многофакторная задача может быть решена только с привлечением математических моделей, реализуемых на ПЭВМ.

Один из подходов математического и численного моделирования дальности видимости и ее прогноза в условиях задымления пограничного слоя атмосферы (ПСА) дымами, образующимися в промышленных городах, предлагается в данной работе.

Видимость в атмосфере представляет собой сложное психофизическое явление, обусловленное главным образом ослаблением светового потока молекулами воздуха, а также жидкими и твердыми частицами, находящимися во взвешенном состоянии в атмосфере.

Дальность видимости S_m определяется выражением:

$$S_m(\lambda, z) = \frac{\ln \frac{1}{\varepsilon}}{\beta_t(\lambda, z, r)}, \quad (1)$$

где $\beta_t(\lambda, z, r)$ – спектральный коэффициент аэрозольного ослабления частицами дисперсной задымленной среды, м^{-1} ; ε – пороговая чувствительность человеческого глаза.

Показатель ослабления полидисперсного аэрозоля $\beta_t(\lambda, z, r)$ в пределах пограничного слоя атмосферы будем рассчитывать в соответствии с

пространственным распределением массовой концентрации, микрофизических и оптических характеристик дымового аэрозоля [2]:

$$\beta_i(\lambda, r, z) = C(x, z) \frac{\int_{r_1}^{r_2} \pi r^2 K_i(\rho, m) f(r) dr}{\frac{4}{3} \rho_a \int_{r_1}^{r_2} \pi r^3 f(r) dr}. \quad (2)$$

Здесь $C(x, z)$ – массовая концентрация дымов горения от площадного стационарного источника непрерывного действия, мкг/м³; r – радиус твердых частиц дыма, мкм; $K_i(\rho, m)$ – фактор эффективного ослабления излучения одной частицей; $\rho = 2\pi/\lambda$ – параметр Ми; m – комплексный показатель ослабления видимого света частицами дыма; λ – длина волны электромагнитного излучения видимого диапазона, мкм; $f(r)$ – функция распределения частиц по размерам; ρ_a – плотность частиц дымового аэрозоля, г/см³.

Функцию распределения частиц дымового аэрозоля по размерам зададим, как и в [1], логарифмически нормальным законом:

$$f(r) = N(2\pi)^{-0.5} (\nu r)^{-1} \exp[-\ln^2(r/r_0)/2\nu^2] \quad (3)$$

где N – суммарная счетная концентрация частиц; r_0 – медианный радиус распределения $f(r)$ и ν – полуширина распределения с преобладанием аккумулятивной аэрозольной фракции с размерами 0,1–1 мкм и модальным радиусом $r_m = 0,16$ – $0,21$ мкм. Что касается комплексного показателя дымового аэрозоля ($m = n - i\chi$), то его действительная часть, (показатель преломления) в расчетах задавалась в пределах $n = 1,41$ – $1,51$, а мнимая часть, характеризующая поглощательную способность дымового аэрозоля, задавалась не более 0,005 ($\chi \leq 0,005$). Для обводненного дымового аэрозоля $\chi \approx 0,2$ – $0,3$.

Задача решается в декартовой прямоугольной системе координат. Вертикальные профили концентрации дымового аэрозоля $C(x, z)$ определяются из численного решения полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии:

$$u \frac{\partial C}{\partial x} + (w - W_g) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial C}{\partial z}, \quad (4)$$

где u , w – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие скорости ветра, м/с; W_g – скорость гравитационного осаждения аэрозоля, м/с; k – коэффициент турбулентности, м²/с.

Уравнение (4) решается методом прогонки при следующих граничных условиях:

$$C(x, z) = 0, \quad z = h; \quad (5)$$

$$k \frac{\partial C}{\partial z} = Sc, \quad z = z_0. \quad (6)$$

Здесь h – высота пограничного слоя атмосферы; z_0 – параметр шероховатости подстилающей поверхности; Sc – мощность площадного источника дыма, мкг/(м²с).

Остановимся более подробно на определении величины Sc в выражении (6). Согласно [1] показано, что в приземном слое распределение частиц субмикронного дымового аэрозоля по размерам подчиняется логнормальному закону с модальным радиусом $r_m = 0.15 - 0.20$ мкм и, следовательно, скорость осаждения таких частиц примерно близка к нулю. Поэтому данную примесь можно считать невесомой.

При задымлении промышленными дымами распространение тепловой конвекции сопровождается переносом пассивной примеси, источник которой располагается на подстилающей поверхности.

Мощность площадного источника дымового аэрозоля будем определять вблизи поверхности земли, т.е. на уровне $z = z_0$, где z_0 – параметр шероховатости подстилающей поверхности.

Зная измеренные значения концентрации C на двух уровнях в приземном слое и величину турбулентного потока тепла S_θ , мощность площадного источника поступления дымового аэрозоля в приземный слой будем определять при $z = z_0$ по формуле

$$S_c = -(gS_\theta)^{\frac{1}{3}} \lambda_\theta^{-1} Z_0^{\frac{4}{3}} \frac{\partial C}{\partial z}, \quad (7)$$

где S_c – мощность площадного дымового аэрозоля, образовавшегося при горении торфяников.

Сделаем предположение, что процесс задымления является стационарным и непрерывным во времени, то есть мощность стационарного площадного источника дымового аэрозоля S_c постоянно вдоль координатных осей x и y .

Тогда граничное условие для уравнения (4) при $x = 0$

$$C(0, z) = Sc \delta(z - z_{ou}), \quad (8)$$

где Sc – мощность выброса дымового аэрозоля непрерывно действующего

с); z_{0u} – высота расположения источника на поверхности земли.

Неизвестные компоненты скорости ветра $u(z)$, $v(z)$, $w(z)$ и коэффициента турбулентности $k(z)$, входящих в уравнение турбулентной диффузии (4), определяются из системы гидродинамических уравнений ПСА в условиях горизонтальной неоднородности [1], в которой замыкание уравнений осуществлено с помощью баланса кинетической энергии турбулентности и соотношений Колмогорова. Данная модель ПСА при решении многих прикладных задач позволяет учитывать неоднородность температурных, влажностных и динамических характеристик подстилающей поверхности.

На основе выше приведенных соотношений был разработан алгоритм решения задачи и проведены численные эксперименты по выявлению влияния концентрации дымового аэрозоля, его микрофизических, оптических характеристик и влажности воздуха на дальность видимости в приземном слое атмосферы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

а) выявлено существенное влияние модального радиуса частиц дымового аэрозоля на коэффициент ослабления;

б) учет вертикальных градиентов температуры и влажности воздуха в уравнении баланса турбулентной энергии приводит к значительному изменению пространственной концентрации дымового аэрозоля;

в) выявлено значительное влияние относительной влажности воздуха на коэффициент ослабления.

Таким образом, численные эксперименты, проведенные с использованием ПЭВМ, показали, что предложенная модель дальности видимости в условиях задымления пограничного слоя атмосферы имеет большие возможности. Если в качестве входных параметров модели ПСА использовать вертикальные профили составляющих скорости ветра, коэффициента турбулентности, температуры и влажности воздуха, то на выходе можно получать прогностические значения пространственной концентрации дымов и метеорологической дальности видимости.

Литература

1. Вагер Б.Н., Надежина Е.Д. Пограничный слой атмосферы в условиях горизонтальной неоднородности. - Л.: Гидрометеиздат, 1979. - 135 с.
2. Зуев В.Е., Креков Г.М. Оптические модели атмосферы. - Л.: Гидрометиздат, 1986. - 620 с.

Г.М. Ахмадиев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный
университет», г. Набережные Челны

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭВОЛЮЦИОННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Настоящее время отечественными и зарубежными учеными в области эволюции окружающей среды и экологии урбанизированных территорий, не разработаны критерий оценки и прогнозирования состояния окружающей среды.

При этом для обеспечения и управления риска безопасности окружающей среды имеет определение устойчивости наиболее уязвимых и чувствительных живых организмов к загрязнителям окружающей среды и имеющих отношения к показателям здоровья населения различных возрастных групп и категорий. Все еще остается важной не решенной проблемой и имеющее фундаментальное и прикладное значение разработка технологии и техники проведения оценки, прогнозирования устойчивости направленные на повышение жизнеспособности растущего организма на различных этапах постнатального развития. При этом важным является определение приоритетных загрязнителей определяющих параметров опасности для здоровья высокоорганизованных живых систем, связанных с воздействием отрицательных и часто распространенных и индицирующих неблагоприятных факторов.

Ключевые слова: экология, биология, оценка, прогнозирование, устойчивость, здоровье, живые организмы, окружающая среда.

Введение. В ходе эволюции окружающей среды, произошли глубокие изменения на почве антропогенной деятельности, и все эти факторы привели к ухудшению состояния среды обитания животных и человека. В первую очередь все это зависит от эволюции окружающей среды, природных и антропогенных изменений в антенатальных и постнатальных периодах жизнедеятельности живых организмов различных видов, обитающих на Земле.

Целью настоящей работы является оценка и прогнозирование устойчивости живых организмов в зависимости от эволюционных и антропогенных изменений среды обитания и повышение устойчивости животных к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Основной причиной ухудшения состояния среды обитания живых организмов, в том числе человека, являются неблагоприятные факторы, проявляющие в результате чрезвычайной экономически целесообразной потребности человека и антропогенной нагрузки на окружающую среду. Химическое и биологическое загрязнение почвы является причиной загрязнения продуктов растениеводства, животноводства и птицеводства. При этом нарастает эмиссия вредных химических и биологических

веществ, присутствующих в отходах жизнедеятельности животных и птиц. Для сельскохозяйственных полей агропромышленного комплекса представляет опасность и иловые осадки очистных сооружений, содержащих ксенобиотики различного происхождения. Чужеродные вещества химического и биологического происхождения переходят через почву, в растения и далее в организм птиц, домашних, сельскохозяйственных и диких животных.

В настоящее время в результате значительно ухудшившейся экологической обстановки среде обитания живых организмов появляются огромные разнообразные вредные и опасные вещества химического, биологического, техногенного и иного происхождения[1]. Все эти причины могут охватить большое число различных видов и возрастных групп животных и птиц, которые способствуют к снижению показателей жизнеспособности и увеличению их заболеваемости и гибели [2,3].

Обращает на себя внимание огромные территории Российской Федерации, которые оказались неблагополучными в экологическом отношении и непригодном состоянии для жизнедеятельности живых организмов[4].

Исходя, из выше указанных проблем надо принимать меры по искоренению и решению и устранению экологических угроз и все это надо рассматривать, как части комплекса мероприятий по повышению качества жизни населения различных слоев проживающих на урбанизированных территориях. При этом для обеспечения и управления риска безопасности окружающей среды, важное диагностическое значение имеет своевременное плановое проведение мониторинга здоровья животных и населения различных категорий. Кроме всего этого, все еще остается нерешенной проблемой определения риска и ущербов здоровью живых организмов, связанных с воздействием неблагоприятных факторов на урбанизированных территориях.

Механизм возникновения экологических и биологических проблем связано с приоритетными загрязнителями воздуха, воды и пищевых источников[5].

Материал и методы исследований. Объективная оценка и прогнозирование жизнеспособности живых организмов ни возможно без учета приоритетных вредных и опасных загрязняющих различных веществ, присутствующих в среде обитания и они всегда являются информирующими показателями.

В настоящее время можно считать бесспорным, что, по меньшей мере, одним из путей реализации методов направленные на эффективное выявление химических, биогенных и техногенных загрязнителей. В пределах обсуждаемых научных и практических проблемах несомненный интерес представляет также комплексное исследование с привлечением в качестве индикаторов (урбанизированных региональных, городских,

районных и поселковых территорий) среды обитания потенциальных тест-систем для экологического и поведенческого мониторинга организмов различного уровня организации и путем моделирования и воспроизведения, соответствующих поведению различного уровня сложности на почве присутствия приоритетных техногенных и природно- присутствующих отрицательных индексов [5;6;7;8].

Результаты исследований и их обсуждение. В связи с возрастанием опасности экологического и биологического характера угроз и терроризма и широким распространением особо опасных не достаточно изученных бактериальных и вирусных заболеваний, таких как атипичная пневмония, бешенство коров, африканская чума свиней и птичий грипп и др. возникает необходимость разработки инновационных технологических, управленческих, организационных, лечебно-профилактических мероприятий на регионах России. Эти мероприятия должны обеспечивать прогнозирование надёжными и быстрыми способами и устройствами, которые направлены на выявление инфекционных биологических и химических, радиационных агентов. При этом всегда нельзя забывать и в отношении болезнетворных бактерий и вирусов присутствующих в окружающем воздухе, воде и почве, который представляют опасность для животных и людей [9]. Актуальность выше указанных проблем повышается при различных формах проявления чрезвычайных ситуации: химического, биологического и техногенного характера, как мирного, так военного времени, связанных с гибелью животных и человеческими жертвами и влекущих колоссальный экономический ущерб, что может быть, как для экономики России, так и для стран близкого и дальнего зарубежья [10;11;12].

Закключение. Таким образом, решение настоящей проблемы, оценка и прогнозирование устойчивости живых организмов в зависимости от эволюционных и антропогенных изменений среды обитания позволит предупредить и ограничивать неконтролируемое, химическое, техногенное, биогенное и радиоактивное и другое загрязнение окружающей среды. При этом важной задачей является постоянное и стабильное обеспечения экологической и биологической безопасности и сохранения всех категорий населения, животных, птиц и растений.

Литература

1. Аграновский И. Е. Поведение аэрозольных частиц в волокнистых средах //Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора физико-математических наук – Москва -2008 -48с.
2. Ахмадиев Г.М. «Иммунобиологические аспекты оценки и прогнозирования жизнеспособности новорожденных животных (монография). – Казань.: Рутен. 2005. -168 с.
- 3.АхмадиевГ.М. Научные основы и принципы жизнеобеспечения: оценка, прогнозирование и повышение естественной резистентности (жизнеспособности) живых организмов (монография)- Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2015. – 220 с.
- 4.Зачиняев Я. В. Экологические проблемы современного животноводства //Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора биологических наук -

Петрозаводск – 2012 -50 с.

5.Кокаева Ф.Ф. Поведение как критерий поражающего действия техногенного загрязнения среды на организм животных и эффективности мер коррекции.//Автореф. дисс .на соиск. уч. степени . . докт.биол. наук.- Москва, 2006 – 47с.

6. Кузьмина Н. С. Способ определения влияния токсичности сточных вод на водные соленые среды. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 23. 02. 2015).

7. Левина И. Л., Щербакова Н. И., Полуян А. Я. Способ токсического действия пестицидов на водные объекты. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 12. 03. 2015).

8.Ляшенко О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. — Санкт- Петербург: Издательство СПбГТУРП, 2012. 67 с.

9.Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие/ О.И. Бухтояров, Н.П. Несговорова, В.Г.Савельев, Г.В. Иванцова, Е.П. Богданова. – Курган: Издательство Курганского гос. ун-та, 2015. – 239 с.

10. Руднева Н.С., Шайда И.И., Кузьмина В. Г. Способ биологической оценки токсичности морской среды. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 13. 02. 2015).

11. Таловская А. В. Оценка эколого — геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пыли-аэрозолей: Автореферат. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. — Томск, 2008г. — 23 с.

12.Фролова Л. Л., Фирсова С. С. Способ биоиндикации водоемов. [Электронный ресурс]. URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru (дата обращения: 13. 02. 2015).

Г.М. Ахмадиев

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный
университет, г. Набережные Челны

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЪЕКТАХ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Настоящая работа относится к области обеспечения экологической надежности и техносферной безопасности технических устройств, производственных объектов повышенной опасности. Технология обеспечения промышленной безопасности заключается в осуществлении системы контроля, включающей оценку состояния технических устройств технологических установок, усиленный входной контроль технического состояния технических устройств, технологических установок на основе анализа и экспертизы технической документации с учетом условий эксплуатации.

Ключевые слова: система, обеспечение, промышленная безопасность, объекты, опасность.

Введение. В настоящее время система обеспечения промышленной безопасности предусматривает идентификацию по степени опасности с

определением слабых звеньев промышленных объектов. При этом предусматривается присвоения им индекса опасности на основе экспертно-балльной оценки и далее с использованием матричной формы анализа информации о факторах. А далее определяют степень возможной безопасной дальнейшей эксплуатации технических устройств и их классификации, и на этой основе определение объема и уровня неразрушающего контроля в зависимости от степени опасности вероятности прерывания технологического процесса в период эксплуатации [7].

Целью настоящей работы является разработка системы обеспечения промышленной безопасности в объектах повышенной опасности

Аналитическая работа может быть использована при проведении технической ревизии, технической диагностики и технической прогностики по полученным комплексным показателям, в частности по показателю коррозионной стойкости материала вследствие износа, усталости, старения материалов, замены изношенных элементов. При этом необходимо учет объемов проведения неразрушающего надзора и контроля, эффективности диагностирования и вероятной степени риска, характеризующей ответственность технических устройств, в случае их отказа [1-7].

В настоящее время часто происходит отказы техники в промышленно-транспортной системе, в энергетической, нефтяной, газовой, аграрной, пищевой отраслях промышленности[2].

Основными объективными и индексирующими причинами, определяющую ситуацию, явились профессиональная некомпетентность персонала, изношенность основных производственных фондов и недостающий уровень материальных и денежных инвестиций, направляемых на их совершенствование, несоблюдение требований правил техносферной и промышленной безопасности, а также нарушение технологической, трудовой дисциплины и ряд других предрасполагающих причин. Согласно очевидной и вероятной теории и ситуации, что в комплексе указанные неблагоприятные факторы определяют конкретный ситуационный уровень, которые могут приводить к катастрофическим отказам или срывам и превращая в потенциально опасные технические технологические системы. Максимально уменьшить процесс отказов техники или технологии, в корне изменяя конкретную негативную тенденцию. Для этого требуется управление, организация и проведение во время эксплуатации технологических систем качественного надзора и контроля технического состояния входящих в систему функциональных элементов при строгом постоянном соблюдении технологических параметров. А другим составляющим элементом использования способа является усиление производственного входного надзора и контроля и более профессиональный, системный, высококомпетентный и технический контроль структурно составляющих элементов, вынужденный или профилактический проводимый

специалистами организаций, экспертными советами во время остановки систем на ремонт, предписываемый инструкциями и правилами [3;4;5;6;7].

Материалы и методы. Для обеспечения промышленной безопасности в объектах с повышенной опасностью необходимо разработать научно-обоснованные подходы и принципы, в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, в том числе и при увеличенных сроках в период межремонтных интервалах. В настоящее время в научно-технической информации известна серия утвержденных способов, направленные на продление срока эксплуатации и службы различных технических устройств, промышленно производственных объектов направленных на обеспечение надежности и безопасности технических установок и устройств повышенной опасности.

Результаты и их обсуждение. Система обеспечения промышленной безопасности в объектах повышенной опасности требует соблюдение требований промышленной безопасности при эксплуатации технологического оборудования. Система обеспечения промышленной безопасности включает объективные способы контроля технического состояния технологического оборудования, в которые входят:

- оценка фактического состояния технологического оборудования;
- выявление дефектов и изношенных частей технологического оборудования; определение объема ремонтных работ технологического оборудования и перечня заменяемых узлов и деталей;
- определение качества, проводимых по актам ревизии и отбраковки, ремонтных работ;
- определение возможности дальнейшей эксплуатации технологического оборудования;
- прогноз остаточного ресурса технологического оборудования.

Контроль технического состояния технологического оборудования должен проводиться в следующих производственных ситуациях:

- во время эксплуатации оборудования;
- во время подготовки оборудования к эксплуатации;
- во время остановки на капитальный ремонт;
- после проведения ремонтных работ (устранение дефектов и др.);
- после отказов технологического оборудования;
- после окончания установленного срока службы.

По результатам контроля технического состояния и выполнения, выданных на основе контроля мероприятий, должна быть обеспечена работоспособность и безотказная работа технологического оборудования до очередного контроля при сохранении первоначальных (проектных) или близких к ним показателей надежности и технико-экономических характеристик [7].

Заключение. Таким образом, система обеспечения промышленной безопасности в объектах повышенной опасности строится на сочетании контроля, предписываемого нормативно-технической документацией (НТД), и сопровождающего контроля, направленного на обеспечение работоспособности технологического оборудования при заданных параметрах в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами.

Литература

1. Патент RU 2292028, 20.01.2007. Способ определения остаточного ресурса металлоконструкций.
2. Махутов Н.А., Пимштейн П.Г. Определение срока службы и остаточного ресурса оборудования, «Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях», Вып.5, М., 1995.
3. Сосуды и трубопроводы высокого давления: Справочник / А.М. Кузнецов, В.И. Лившиц и др.», изд. 2-е, доп. Иркутск: Издание ГП "Иркутская областная типография №1". -1999. -600 с.
4. Черепанов А.П., Порошин Ю.В. Оценка эффективности диагностирования сосудов, резервуаров и трубопроводов // Безопасность труда в промышленности. №10, 2004. - С.43-46
5. Патент RU 2253096, 27.05.2005. Способ оценки технического состояния оборудования.
6. Патент RU 2454648, 27.06.2012. Способ прогнозирования ресурса технических устройств
7. Патент RU 2574 168, 20.12.2014. Способ обеспечения промышленной безопасности производственных объектов повышенной опасности в условиях увеличенного интервала между капитальными ремонтами

Н.В. Бугеро, С.М. Александрова, Н.А. Ильина

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Псковский государственный университет»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Литейные цеха на промышленных предприятиях характеризуются опасными условиями труда. В работе произведена оценка вредных производственных факторов, опасных для здоровья человека, выделены группы заболеваний, доминирующих у обследованных лиц. Показано, что наибольший процент составляют заболевания желудочно-кишечного тракта. Установлено действие дестабилизирующих факторов производства, которые ведут к перестройке кишечного биома, способствуют уменьшению доминантной группы микроорганизмов и увеличению условно-патогенной флоры. Выраженность данного показателя коррелирует со стажем работы на

предприятия. Наряду с бактериальной флорой из фекалий обследованных лиц выделены простейшие организмы, принадлежащие к паразитической группе (бластоцисты, лямблии, амебы), среди которых наибольший удельный вес принадлежит простейшим *Blastocystis* spp. Изучены биологические свойства бластоцист на примере антикарнозиновой активности (АкрА), позволяющей им заселять слизистые оболочки кишечника и способствующей вытеснению облигатных симбионтов на фоне снижения общей резистентности макроорганизма. Полученные данные позволяют прогнозировать состояние здоровья человека в условиях антропогенно-нарушенных территорий и планировать мероприятия по улучшению и сохранению здоровья рабочих.

Ключевые слова: микробиоценоз, паразитоценоз, литейное предприятие, антикарнозиновая активность, бластоцисты.

Введение. Охрана здоровья населения является одной из важнейших задач в любой стране мира, вне зависимости от уровня ее экономического развития. Всеобщая трансформация влияния условий окружающей среды в современном обществе является очевидной. На здоровье человека оказывают воздействия множество абиотических и биотических факторов, включая и антропогенные [1]. Не следует оставлять без внимания и воздействие факторов производственной среды на организм. Можно выделить производства, характеризующиеся опасными условиями труда. Это в полной мере относится и к литейному производству. Литейному делу присущи вредные факторы как физической, так и химической природы [2]. К физическим факторам относятся вибрация, шум, высокая температура, ультразвук, ионизирующее излучение, к химическим – влияние изоцианатов, формальдегида, третичных аминов, таких как диметилэтиламин, триэтиламин, диоксида кремния, оксидов металлов и др. Установлено, что все вышеперечисленные факторы создают благоприятные условия для возникновения различных заболеваний [3].

Анализ литературных источников показал, что воздействие вибрации на организм человека ведет к изменению сердечной деятельности, нервной системы, спазмам сосудов, изменениям в суставах, приводящих к ограничению их подвижности. Исследования влияния шума на организм человека показали нарушения нервной и сердечно-сосудистой систем. При обследовании рабочие, подвергающиеся воздействию шума, предъявляют, как правило, жалобы на раздражительность, головные боли, сонливость, повышенную утомляемость, плохой сон, головокружения. Также у людей, постоянно контактирующих с шумами различной степени и продолжительности, были выявлены нарушения процессов терморегуляции, повышения уровня пульса и артериального давления [4]. Действие химических факторов угнетают кроветворение, нарушают метаболизм, вызывают функциональные изменения нервной системы и желудочно-кишечного тракта.

Вопрос изучения влияния факторов производственной среды на организм человека не является новым. Однако, не достаточно изученными

остаются вопросы о воздействии всего спектра факторов литейного производства на микробиом организма рабочих, использовании полученных знаний для прогнозирования состояния здоровья в условиях антропогенно-нарушенных территорий, и своевременной коррекции видимых нарушений.

Методы исследования. Обследовано 80 рабочих литейного цеха предприятия в возрасте от 25 до 55 лет. Контрольную группу составили 50 практически здоровых лиц. Оценку микробиоценоза проводили с использованием метода количественного выделения видов и вариантов микроорганизмов, входящих в его состав [5]. Выявление бластоцист в препаратах проводили микроскопическим и культуральным методами. Для получения культур простейших использовали среды Павловой, Zierdt. Определение антикарнозиновой активности осуществляли по методике [6].

Результаты исследования. Было обследовано 80 рабочих. Анализ амбулаторных карт показал наличие в исследуемой группе ряда заболеваний. В структуре заболеваемости наибольший удельный вес принадлежит болезням пищеварительной системы, которые регистрировались в 62,3% случаев, острые респираторные инфекции занимали в среднем 19,2% от всех случаев, болезни костно-мышечной системы – 8,4%, последующие места в разной последовательности занимали грипп, заболевания органов дыхания, заболевания кожи и др. Для дальнейших исследований была отобрана группа лиц с заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

Обследуемые лица были разделены на 4 группы, в зависимости от продолжительности контакта с дестабилизирующими факторами производства. Первую группу составили работающие на предприятии менее 1 года – 26 человек (14%), вторую группу от 1 года до 5 лет – 32 человека (17%), 3 группу от 5 до 10 лет – 37 человек (21%) и четвертую группу со стажем работы 10-20 лет и более – 42 человека (28%).

Проведена оценка микробиоценоза кишечника обследуемых, которая показала снижение частоты встречаемости представителей облигатной микрофлоры: бифидобактерий до 85,4%, лактобактерий до 77,4%, бактероидов до 87,5%, тогда как у людей, не связанных с литейным производством, эти показатели составляли 100%. На фоне снижения частоты встречаемости наблюдалось уменьшение плотности колонизации в этих группах микроорганизмов до $\lg 6,4 \pm 0,4$ КОЕ/г, $\lg 7,0 \pm 0,1$ КОЕ/г и $\lg 8,5 \pm 0,1$ КОЕ/г, соответственно ($p < 0,05$). В зависимости от продолжительности работы в литейном цехе частота встречаемости и плотность колонизации представителей облигатной эндофлоры изменялись у рабочих 2-й группы, затем увеличивались и достигали максимума у рабочих 4-й группы.

Обращает на себя внимание значительное повышение содержания *Escherichia coli*, обладающих гемолитической активностью, что свидетельствует об их высокой патогенности по сравнению с контрольной

группой. Однако, если плотность колонизации нормофлоры уменьшалась, то условно-патогенной – наоборот, увеличивалась. Отмечено повышенное содержание таких представителей как *Klebsiella*, *Staphylococcus*, грибов рода *Candida*, частота и плотность колонизации которых также находились в прямой зависимости от стажа работы на предприятии.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросу о значении толстокишечного дисбиоза при паразитозах. В связи с этим, наряду с представителями бактериальной флоры, была произведена оценка паразитоценоза кишечника обследуемых. Среди паразитов доминирующее положение по частоте встречаемости занимали простейшие *Blastocystis* spp. ($62,00 \pm 5,4\%$), *Lambia intestinalis* ($36,72 \pm 3,2\%$) и *Entamoeba coli* ($16,34 \pm 1,3\%$). Наибольшее количество *Blastocystis* spp. выявлялось в фекалиях гастроэнтерологических больных, что составило $61, \pm 5,4\%$ (49 человек).

Проведенные исследования показали, что в зависимости от продолжительности работы в литейном цехе обнаружение бластоцист в фекалиях рабочих возрастает с $56,30 \pm 4,6\%$ в первой, где продолжительность работы составила (от 3 лет), до $85,63 \pm 7,8\%$ у обследованных 45–59 лет. Однако у лиц старше 60 лет инвазированность уменьшается до $65,78 \pm 4,8\%$.

Изучение биологических свойств *Blastocystis* spp., колонизирующего слизистые оболочки толстого отдела кишечника, позволит раскрыть новые подходы в оценке возможного участия возбудителя в развитии патологического процесса, объяснить возможную причину нахождения бластоцист в изучаемом биотопе и показать участие данных простейших в формировании кишечного биома обследуемых.

Экспериментально полученные данные о наличии распространенности антикарнозиновой (АкрА) среди *Blastocystis* spp. показали, что среди простейших более 60% обладали изучаемым признаком, средний уровень колебался от 2,5 мг/мл до 6,5 мг/мл. Из 49 штаммов бластоцист карнозин инактивировался в 72,8% случаев. Средний и высокий уровень АкрА составил 3,2 – 4,5 мг/мл и 4,5 – 6,5 мг/мл соответственно.

Сравнительный анализ распространения АкрА среди выделенных штаммов бластоцист с учетом источника выделения, показал, что уровень активности находился в зависимости от возраста рабочих и стажа работы на предприятии.

Полученные в ходе исследования результаты можно объяснить тем, что для микробиома кишечника человека АкрА является фактором персистенции, помогающим штаммам бластоцист формировать особую флору толстого кишечника, на фоне снижения доминантных представителей и увеличения условно-патогенной группы, как одной из формы инфекционного процесса. *Blastocystis* spp. совместно с сообществом

других микроорганизмов можно рассматривать в качестве биологических индикаторов состояния кишечной флоры человека, подвергнутой воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды, использовать это для прогнозирования состояния здоровья человека и планирования мероприятий по улучшению и сохранению здоровья рабочих.

Литература

1. Шарапов, Р. В. Переход от технических к природно-техническим системам // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2012. - № 2 (12) - С. 43-46.
2. Соловьев, Л. П. Состояние системы мониторинга эколого-экономических систем // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2013. - № 1. - С.15-19.
3. Лазаренков, А. М., Хорева, С. А. Анализ производственных факторов литейных цехов // Литейное производство и металлургия 2016. Беларусь: тр. 24-й Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 19–21 октября 2016. - С. 117-120.
4. Афанасова, О. Е. Влияние условий труда на формирование артериальной гипертензии у работающих в условиях высокого профессионального риска / О.Е. Афанасова, Е.Л. Потеряева, Г.Н. Верещагина // Медицина труда и пром. экология. - 2010. - № 8. - С.19-22.
5. Куваева, И. Б. Ладодо, К. С. Микроэкологические и иммунные нарушения у детей. - М.: Медицина, 1991. - 240 с.
6. Пат. 2132879 Российская Федерация, МПК⁷ C12Q1/04. Способ определения антикарнозиновой активности микроорганизмов / Бухарин О. В., Чернова О. Л., Матюшина С. Б.; заявитель и патентообладатель Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения РАН. - 98107881/13; заявл. 27.04.1998; опубл. 10.07.1999, Бюл. № 19. - 3 с.

А.И. Вагапова, Э.С. Насырова

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный
технический университет**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В 2017-2018 ГОДАХ

В статье исследованы количественные и качественные характеристики подземных вод Республики Башкортостан за 2017-2018 год. Дана общая характеристика месторождений подземных вод, выделены виды подземных вод и сферы их использования.

Ключевые слова: водные ресурсы, подземные воды, месторождения подземных вод.

Большую часть водных запасов Земли составляют подземные воды. Они протекают в толще почвы и слоях горных пород. Подземные воды

подразделяют на несколько видов: почвенные, грунтовые, межпластовые, артезианские и минеральные. Почвенные воды заполняют часть между частицами почвы и являются самыми полезными, так как их поверхностное расположение содержит все минералы и химические элементы [1, 2].

Грунтовые воды расположены над водоупорными породами и образуют водоносный слой. Места, где данная разновидность вод выходит на поверхность, называют родником, ключом или источником. Грунтовые воды распространены в быту (колодцы) и используются для поддержания плодородности почвы. Межпластовые воды размещаются между несколькими водоупорными слоями и имеют постоянный уровень. Указанные воды чище, чем грунтовые. Это связано с глубиной залегания грунтовых вод. Артезианские воды располагаются на глубинах свыше 100 метров и достигают 1 км. Артезианские воды являются наиболее пригодными для употребления в пищу. Расположены эти воды в пустотах горных пород между водоупорными пластами земной коры. Минеральные воды - самые глубоководные и целебные для человеческого здоровья. В них содержатся различные минеральные элементы, которые благоприятно сказываются на организме человека. Главным преимуществом минеральных вод Республики Башкортостан (РБ) является их высокое качество и доступность для населения.

На территории Республики Башкортостан разведано 54 месторождения подземных вод, которые распределены неравномерно. Отметим, что формирование водных ресурсов зависит от природно-климатических, геолого-тектонических условий, а также от истории развития геологических структур региона.

Самые крупные из них Максимовское (361,0 тыс. м³/сут.), Терегуловское (285,0 тыс. м³/сут.), Карашидинское (70,0 тыс. м³/сут.), Козарезовское (60,2 тыс. м³/сут.), разведанные для г. Уфа, а также Зирганское для г. Салават (435,0 тыс. м³/сут.), Бикмурзинское для г. Уфа и г. Благовещенск (91,4 тыс. м³/сут.), Изякское для г. Благовещенск (182,0 тыс. м³/сут.), Ировское для г. Кумертау и г. Мелеуз (96,8 тыс. м³/сут.), Якшеевское для г. Октябрьский (73,0 тыс. м³/сут.). Общие запасы этих 9-ти месторождений в количестве 1654,4 тыс. м³/сут. составляют более 65% от всей величины разведанных и оцененных запасов на территории Республики Башкортостан по состоянию на 01.01.2019. Такое разнообразие обусловлено литологическим составом, водно-физическими свойствами горных пород и условием их залегания.

В местах наиболее высоких хребтов формируются ультрапресные подземные воды, которые содержат соль менее 0,1 г/л. На юго-востоке республики в степных местах при малом количестве атмосферных осадков распространены солоноватые (до 10 г/л) грунтовые воды. В местах распространения гипсов и загипсованных пород независимо от физико-

географических условий формируются сульфатные, кальциевые воды с минерализацией до 2-3 г/л.

По мере увеличения глубины залегания осадочных водопроницаемых пород в них содержатся разнообразные по минерализации и химическому составу воды, в которых присутствуют сероводород и другие микрокомпоненты. Такие воды находят применение в лечебных целях или для извлечения из них микрокомпонентов в промышленных целях, т.е. воды относятся к минеральным и промышленным.

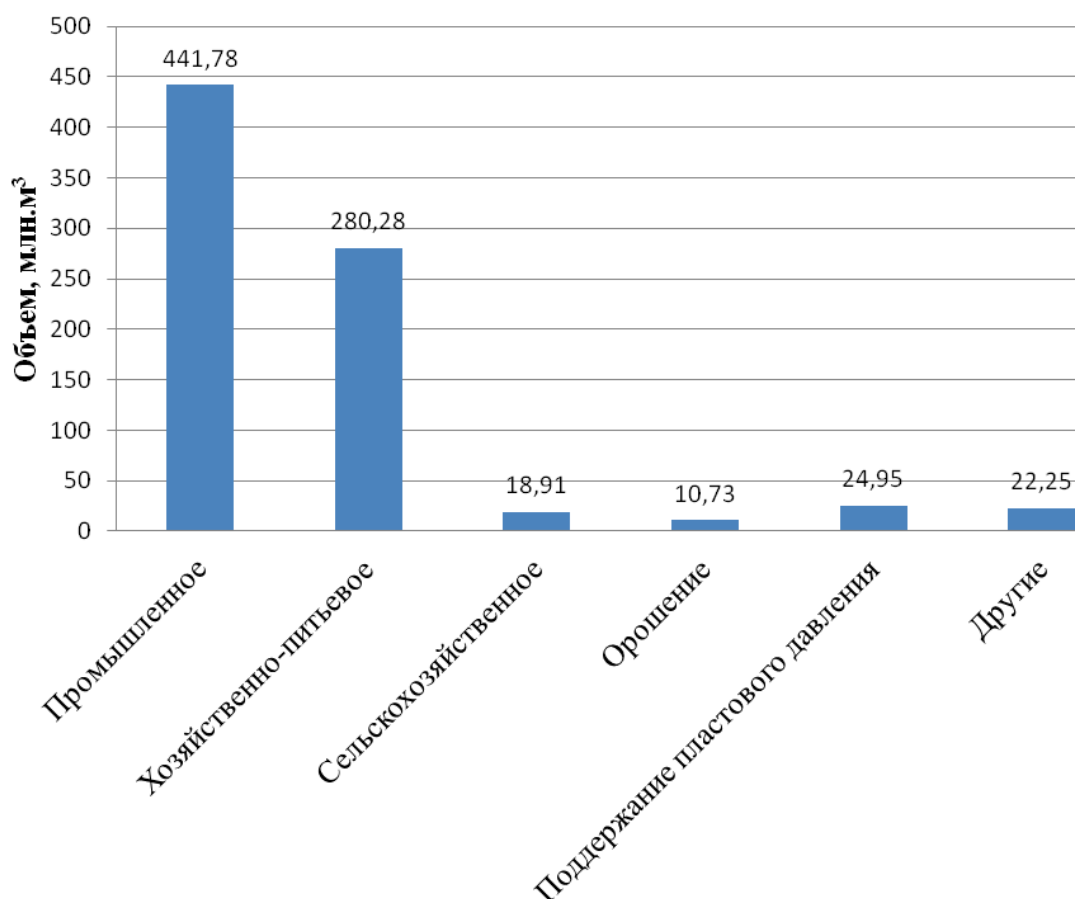
РБ обеспечена запасам пресных подземных вод. По данным за 2017-2018 года пресные подземные ресурсы составили примерно 17818,8 тыс. м³/сут. На 01.01.2017 зарегистрировано 2556,936 тыс. м³/сут. по 360 участкам и месторождениям подземных вод, это составляет 14,3 % от прогнозных ресурсов. На 01.01.2018 - 2532,481 тыс. м³/сут. по 354 участкам [3].

Удельное потребление подземных вод на хозяйственно-питьевые нужды в 2018 году составило 101 л/сут. на 1 чел., по городам с населением свыше 100 тыс. чел. – 142 л/сут., менее 100 тыс. чел. – 134 л/сут., по сельским населенным пунктам в среднем 43 л/сут. Данные показатели всего лишь на единицу выше от показателей 2017 года.

Пресные подземные воды являются возобновляемыми, т.е. постоянно пополняются за счет инфильтрации поверхностных вод и атмосферных осадков. По данным Отдела водных ресурсов Камского бассейнового водного управления по РБ из природных источников 1590 водопользователями забрано 851,59 млн. м³ воды (рисунок).

Забор воды по бассейнам рек составил: р. Кама – 817,65 млн. м³ (96,1 %); р. Урал – 31,04 (3,6 %); р. Обь -2,98 млн. м³ (0,3 %). Объем забранной из природный источников свежей воды увеличился на 13,74 млн. м³ (1,6 %), из поверхностных источников забрано 458,29 млн. м³, из подземных источников – 393,3 млн. м³.

Вопрос использования подземных вод на территории республики является не маловажным, поскольку обеспечение населения питьевыми водами надлежащего качества выступает одним из главных направлений экологической деятельности. В последнее время проблеме охраны окружающей среды уделяется огромное значение. В школах, университетах и организациях республики проводятся мероприятия, способствующие сохранению и защите водных источников.



Использование подземных вод на определенные нужды

Например, в 2017 году проведена акция «Мой родник». Предприятия, организации и просто жители районов откликнулись на инициативу администраций районов взять шефство над родниками. Также в рамках государственной программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан» обустроено 10 родников в Кармаскалинском, Чишминском, Илишевском, Бижбулякском, Татышлинском, Миякинском, Учалинском, Федоровском, Белебеевском и Балтачевском районах Республики Башкортостан.

Литература

1. Елизарьев А.Н. Оценка антропогенного воздействия на гидроэкологический режим водных объектов (на примере р. Белой): диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Уфа, 2007.
2. Елизарьев А.Н., Красногорская Н.Н., Фацевская Т.Б. Комплексная оценка антропогенной деградации речных экосистем. количественный аспект: монография. Уфа, 2008. 290 с.
3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2017 и 2018 года».

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КЛАСТЕРА ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрены особенности формирования и развития кластера вторичных ресурсов Самарской области. Сделан вывод, что в Самарской области накоплен передовой опыт развития кластера вторичных ресурсов, подтверждающий несомненные экономические и другие преимущества кластерных систем.

Ключевые слова: кластер, вторичные ресурсы, экология

В настоящее время необходимо решать новые задачи по обеспечению комфортной среды обитания, рациональной организации производства и др. [1-5, 7]. Кластерный подход даёт достаточное количество преимуществ – специализированных поставщиков сырья, материалов, услуг, рынок рабочей силы со специальными навыками, необходимую инфраструктуру, систему обмена знаниями между компаниями [6].

Под кластером понимается группа компаний, сконцентрированных в определённом регионе, взаимосвязанных между собой, с включением в кластер специализированных поставщиков сырья, комплектующих, товаров, услуг, а также связанных с деятельностью компаний, организаций и учреждений (от образовательных учреждений до специализированных государственных структур).

Под **кластером вторичных ресурсов** понимается территориальная система, обеспечивающая согласованное взаимодействие субъектов обращения с отходами производства и потребления для реализации экономики циклов потоков вторичных материальных ресурсов вне зависимости от наличия или отсутствия общих собственников.

Принципиальным отличием кластера вторичных ресурсов является принадлежность предприятий, связанных с процессами жизненного цикла отходов, к разным отраслям. Объединение партнеров в рамках кластера «Вторичные ресурсы» происходит изначально на межотраслевой основе. Отходы, образующиеся в одной отрасли, могут использоваться в качестве вторичных ресурсов как внутри этой же отрасли, так и в других отраслях. Движение вторичных ресурсов между отраслями способствует межотраслевой интеграции знаний и появлению принципиально новых научно-технических решений. Важной особенностью кластера "Вторичные ресурсы" в отличие от чисто промышленных кластеров является существенное влияние муниципального хозяйства, образующего значительный объем бытовых отходов широкой номенклатуры.

Самарская область является одним из первых в России регионов, начавших изучение и использование кластерного подхода в управлении

региональным развитием. Ещё в начале 2000–х годов в Самарской области были проведены серьёзные исследования по этой тематике [3, 6]. Кластерный подход положен в основу стратегии социально-экономического развития Самарской области. Ведётся постоянная работа с предприятиями – потенциальными участниками базовых и перспективных кластеров с целью формирования и реализации крупных межотраслевых и межрегиональных инвестиционных проектов.

Кластерный подход способен принципиальным образом изменить содержание региональной политики в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды, составной частью которой является решение проблемы отходов. Преимущества кластерных объединений в сфере обращения с отходами очевидны, их можно определить как приоритетное направление дальнейшего развития и повышения эффективности деятельности предприятий индустрии переработки отходов:

- содействие в создании и функционировании системы использования вторичных ресурсов;
- объединение ресурсов на основе региональных механизмов для внедрения современных технологий переработки отходов;
- разработка и внедрение информационно-технических систем и их использование в рамках единого информационного пространства;
- совместная подготовка кадров всех уровней – от лицеев до вузов;
- сотрудничество с зарубежными предприятиями по обмену передовым опытом и новейшими достижениями в отрасли.

Самарская область ежегодно накапливает около 3,5 миллиона тонн мусора, то есть каждый житель оставляет после себя примерно тонну мусора в год. Снизить объёмы образования отходов практически невозможно, потому что для этого пришлось бы сократить и объёмы потребления. Поэтому путь один – активно развивать схемы переработки мусора, как это происходит в цивилизованном мире [2, 5].

Самарский кластер вторичных ресурсов – уникальный в условиях России. Основная цель кластера – обеспечение эффективного взаимодействия всего множества специалистов, решающих частные задачи в области переработки вторичных ресурсов. 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».

У истоков создания кластера вторичных ресурсов Самарской области (поволжского кластера переработки отходов) стоит группа компаний «ЭкоВоз». В 2011 году именно ЭкоВоз выступил с инициативой создания кластера, благодаря которому стало возможным объединение усилий мусороперерабатывающий предприятий области для достижения единой

цели. С того момента начались исследовательские работы и в 2012 году, в рамках осуществления кластерной политики, была внедрена комплексная система, объединяющая усилия двух мусороперерабатывающих заводов и ряда переработчиков вторичного сырья. Технология переработки предусматривает обязательную, предварительную сортировку отходов. Оставшиеся отходы, свободные от бутылок и упаковок направляются на «Завод по переработке бытовых отходов» где проходят биотермическое обезвреживание. Отходы после сортировки богаты пищевыми компонентами, которые не нужны на сортировке, но отлично перегнивают при обезвреживании. В результате прохождения всей цепочки от первоначального объема отходов остается лишь 20%, которые попадают на полигон. Кроме того, класс токсичности «хвостов» самый низкий, а соответственно он не принесет вреда окружающей среде, а новые земли не будут занятыми под захоронение отходов.

В состав кластера вошли: ООО «ПОВТОР», ОАО «ЗПБО» (обезвреживание отходов и производство компоста методом биотермического компостирования), ООО «Плодар» (утилизация органических отходов и производство биогумуса), ЗАО «Мягкая кровля» (переработка бумаги, картона, ветоши и производство кровельных материалов), ООО «АТБ-пласт» (производство пластмассовых изделий из полиэтилена и полипропилена, а также вторичного гранулята).

Создание системы переработки отходов в Самарской области идет весьма интенсивно. Во многом это происходит благодаря деятельности группы компаний «ЭкоВоз» и входящего в ее структуру предприятия «ПОВТОР», где происходят сортировка и переработка твердых бытовых отходов, переработка различных видов пластмасс, ПЭТ-бутылок, отработанных покрышек, отработанного масла и др.

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.

Данная схема показала себя как весьма эффективная. Однако достоинство ее не только в том, что 80% бытовых отходов будет вовлекаться в переработку, но еще и в том, что она создаст предпосылки для появления в области новых мусоросортировочных комплексов, а также производств – потребителей вторичной продукции.

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 твердыми коммунальными отходами стало ООО «ЭкоСтройРесурс». Соответствующий договор был подписан с компанией 1 ноября 2018 года на ближайшие 9 лет.

Таким образом, в Самарской области накоплен передовой опыт развития кластера вторичных ресурсов, подтверждающий несомненные экономические и другие преимущества кластерных систем.

Литература

1. 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.
2. Васильев А.В. Особенности обращения с отходами в условиях урбанизированных территорий. Академический журнал Западной Сибири. 2015. Т. 11. № 1. С. 111-112.
3. Васильев А.В., Пименов А.А. Особенности экологического мониторинга нефтесодержащих отходов. Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 4. С. 15.
4. Васильев А.В., Быков Д.Е., Пименов А.А. Анализ особенностей и практические результаты экологического мониторинга загрязнения почвы нефтесодержащими отходами. В научном издании «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2014 г., т. 16, №1(6), с.1705-1708.
5. Васильев А.В., Тупицына О.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке. В научном издании «Известия Самарского научного центра РАН», г. Самара, 2014 г., т. 16, №5, с.308-313.
6. Хасаев Г.Р. Кластер как современный инструмент повышения конкурентоспособности. Компас промышленной реструктуризации. 2003. № 6. С. 24.
7. Vasilyev A.V. Method and Approaches to the Estimation of Ecological Risks of Urban Territories. Proc. of Scientific Journal "Safety of Technogenic Environment" of Riga Technical University, Riga, Latvian Republic, edition of Riga Technical University, 2014, №6, pp. 43-46.

А.В. Васильев, Г.В. Кузина

Самарский государственный технический университет

МОНИТОРИНГ И СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Проведены исследования вибрации поршневого компрессора. По результатам измерений выявлено превышение допустимых норм. Рассмотрена классификация методов снижения вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем. Разработан ряд технических решений по снижению вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем.

Ключевые слова: вибрация, энергетические установки, снижение

Вибрация и связанный с ней механический шум энергетических установок и присоединенных механических систем (трубопроводов, агрегатов и др.) являются факторами, оказывающими существенное

влияние на надежность, долговечность, производительность и другие параметры при эксплуатации энергетических установок [1-3]. Их воздействие может вызвать целый ряд негативных последствий: разрушение деталей и узлов энергетических установок и трубопроводов, соединений трубопроводов и аппаратов, нарушение герметичности уплотнений и др. Кроме того, интенсивная вибрация при эксплуатации энергетических установок и механический шум способствуют снижению внимания и увеличению числа ошибок при выполнении работы, оказывают влияние на быстроту реакции, сбор информации и аналитические процессы.

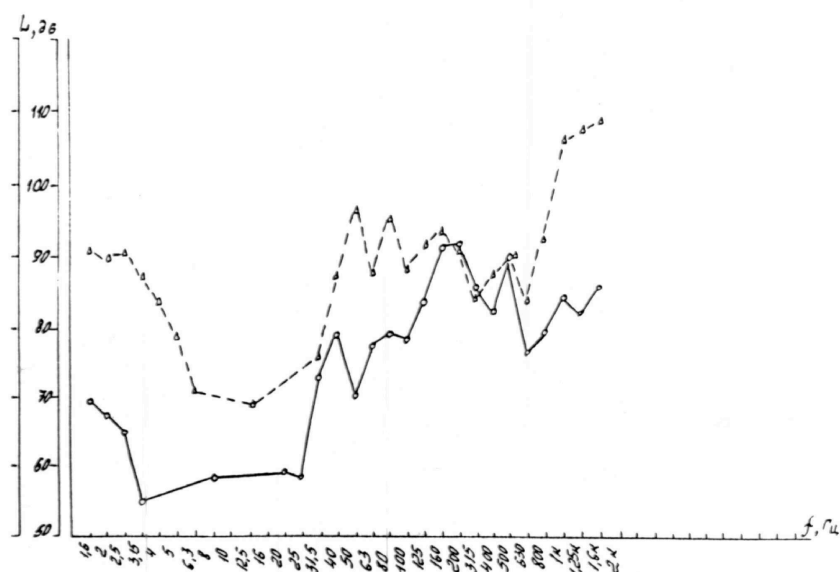
Проведены исследования вибрации поршневого компрессора. Результаты измерений показаны на рис. 1 и 2.

Анализируя полученные результаты экспериментального исследования вибрационных характеристик поршневого компрессора, отметим, что амплитуды колебаний в точке б всасывающего трубопровода весьма высоки и значительно превышают предельно допустимые нормы, см. рис. 2.



Рис. 1. Третьооктавный спектр виброускорений корпуса фильтра компрессора, т. 3з

Классификация методов снижения вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем может базироваться на различных принципах. В широком плане средства защиты от звука и вибрации можно подразделить на средства коллективной и индивидуальной защиты.



- работа компрессора под нагрузкой
 ————— работа компрессора без нагрузки

Рис. 2. Третьооктавный спектр виброускорений всасывающего трубопровода, т. 6з

В первую очередь нужно использовать коллективные средства и методы, которые классифицируются следующим образом:

1. Архитектурно-планировочные методы:

- рациональные виброакустические решения планировок производственных помещений и генеральных планов объектов;
- рациональное размещение технологического оборудования;
- рациональное размещение рабочих мест;
- создание виброзащитных зон.

2. Виброакустические средства:

- средства виброизоляции (в т.ч. виброизолирующие опоры);
- средства вибропоглощения;
- гасители пульсаций;

3. Организационно-технические методы:

- применение технологических процессов с низким уровнем вибрации;
- оснащение виброопасных энергетических установок средствами дистанционного управления и автоматического контроля;
- совершенствование технологии ремонта и обслуживания энергетических установок;
- применение энергетических установок с низким уровнем вибрации, изменение конструктивных элементов энергетических установок и присоединенных механических систем.

- использование рациональных режимов труда и отдыха.

Разработан ряд технических решений по снижению вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем [4-13 и др.], эффективность которых апробирована расчетным и экспериментальным путем.

Литература

1. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: Учебник для вузов - СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.
2. Васильев А.В. Снижение низкочастотного шума и вибрации в газоведах энергетических установок с использованием метода активной компенсации: монография / А. В. Васильев, СПб., 2004.
3. Васильев А.В. Моделирование и снижение низкочастотного звука и вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем: монография / Самара, 2011.
4. 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.
5. Васильев А.В. Снижение низкочастотной вибрации трубопроводов энергетических установок. В ежемесячном научном журнале "Наука - производству", №8, август 2004 г., с. 68-70.
6. Васильев А.В. Систематизация принципов классификации методов активного снижения шума и вибрации. В сборнике: 14th International Congress on Sound and Vibration 2007. С. 3250-3257 (на английском).
7. Глейзер А.И., Васильев А.В., Бахтемиров А.И. Динамический виброгаситель: патент на изобретение RUS 2468268 25.02.2011.
8. Глейзер А.И., Васильев А.В., Бахтемиров А.И. Виброопора: патент на изобретение RUS 2466313 18.04.2011.
9. Глейзер А.И., Васильев А.В., Бахтемиров А.И. Гаситель крутильных колебаний: патент на изобретение RUS 2470202 07.07.2011.
10. Столбов В.И., Васильев А.В., Шайкин А.П., Столбов С.В., Ильязов Е.К. Трубопроводный транспорт: патент на изобретение RUS 2245487 02.11.2000.
11. Старобинский Р.Н., Васильев А.В., Крохин В.Н., Береснев В.А., Шафиков Р.Х. Гаситель колебаний давления системы всасывания поршневой машины: патент на изобретение RUS 2065121.
12. Чернов Н.С., Васильев А.В., Мурановский В.П. Гаситель колебаний давления: патент на изобретение RUS 2459998 15.03.2011.
13. Чернов Н.С., Васильев А.В., Мурановский В.П. Гаситель колебаний давления: патент на изобретение RUS 2459999 10.12.2010.

О.О. Волкова, Е.И.Новоселова

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

АКТИВНОСТЬ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВДОЛЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В сезонной динамике изучена активность окислительно-восстановительного фермента дегидрогеназы в почвах на различных расстояниях от автомобильных дорог в черте города Уфа и вдоль трассы М5.

Ключевые слова: почвенные ферменты, дегидрогеназа, тяжелые металлы, автомобильная дорога.

Тяжелые металлы относятся к экотоксикантам 1 и 2 классов опасности и оказывают негативное влияние на все живые объекты, перемещаясь по пищевым цепям. С выбросами автомобильного транспорта, численность которого постоянно увеличивается, в почвы поступают свинец и кадмий, обладающие токсичными, канцерогенными и мутагенными свойствами, представляя большую опасность для биоты и человека [1, 2]. Почвы способны аккумулировать их на протяжении всего периода техногенного воздействия [3]. Это обуславливает необходимость регулярного проведения мониторинга содержания в них экотоксикантов, основой которого может стать использование в качестве биоиндикатора почвенных ферментов благодаря их высокой чувствительности [4]. Биомолекулярный анализ отличается высокой точностью [5] и определяет негативные изменения на ранних стадиях [6]. Одним из чувствительных ферментов к воздействию ТМ является дегидрогеназа [7].

Объектами исследования явились почвы (урбанозем), расположенный вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением в черте г.Уфа (лесопарковая зона) и вдоль трассы М5 (чернозем типичный). С целью изучения сезонной динамики отбор проб происходил на всех точках в июне, июле и августе на расстоянии от автомобильной дороги 50, 100, 150 и 500 (контрольная точка) метров.

Тяжелые металлы оказывают на почвенные ферменты ингибирующее воздействие вплоть до полного инактивирования вследствие активного образования комплексов с белками [3]. и вытеснения металла из активного центра металлофермента [8].

Определение активности дегидрогеназы в образцах почвы, отобранных вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением в лесопарковой зоне (рис.1) в сезонной динамике показало максимальное ингибирование дегидрирования органического вещества в образцах почвы, отобранных на расстоянии 50м от дороги. Разница между активностью фермента в образцах вблизи автомобильной дороги на расстоянии 50м и

контролем в июне, июле и августе составила 39%, 36% и 30% соответственно. На удалении 100м соответственно 17%, 16% и 12%, в то время как на расстоянии в 150м различия с контролем достоверно не отличались.

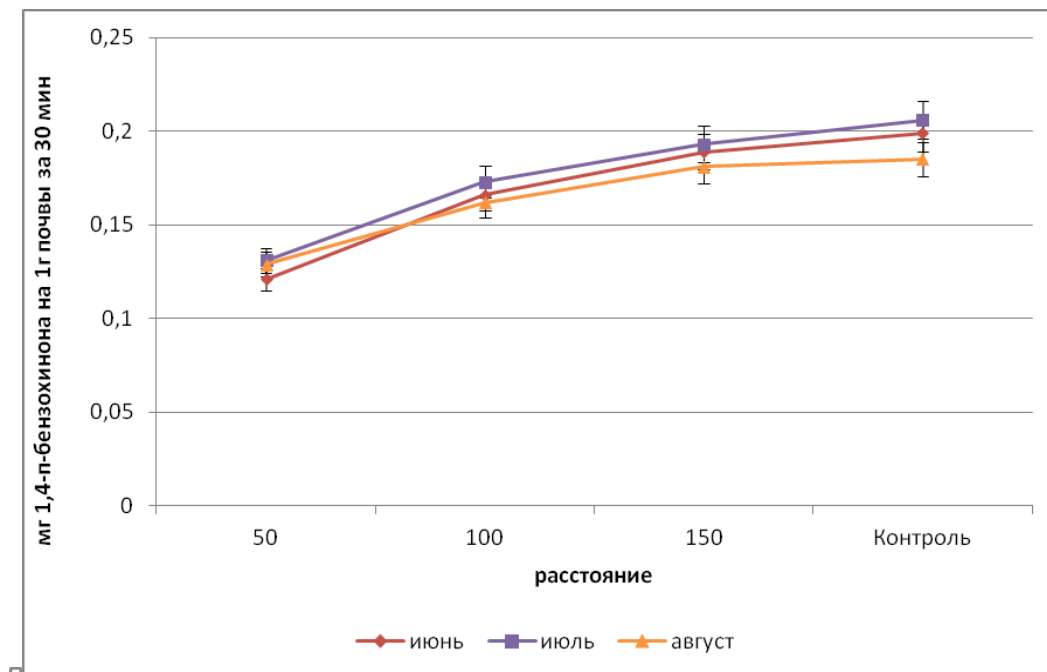


Рис. 1. Активность дегидрогеназы урбанозёма вдоль автомобильной дороги с интенсивным движением в черте города

В сезонной динамике активность дегидрогеназы в черноземе типичном возле автомобильной трассы М5 (рис.2) снижалась относительно контроля по мере приближения к источнику загрязнения. Разница между активностью фермента в образцах, отобранных на расстоянии 50м от автомобильной дороги и контролем в июне, июле и августе составила 43 - 49%. Также достоверны различия по снижению активности фермента на удалении в 100м (21-33%) и 150м (18-29%) от трассы.

Негативное влияние автодороги заметно убывает с расстоянием как в черте города, так и вдоль трассы М5. Уровень ингибирования активности фермента выше в почве в районе трассы М5 по сравнению с урбаноземом, что обусловлено большим содержанием в ней экотоксикантов вследствие высокой загруженности трассы автомобильным транспортом.

Максимальное ингибирование активности в почве как в черте города, так и вдоль трассы М5 наблюдалось на расстоянии 50м от дороги. С удалением от источника загрязнения на 100м оно снижалось и на расстоянии 150м достоверно не отличалось от контрольных значений в лесопарковой зоне, а вдоль трассы М5 токсичность металлов оставалась высокой. Почвы вдоль автомобильных магистралей подвержены интенсивному полиметалльному загрязнению. Ингибирующее влияние оказывают такие металлы, как никель, свинец, кадмий и мышьяк [1].

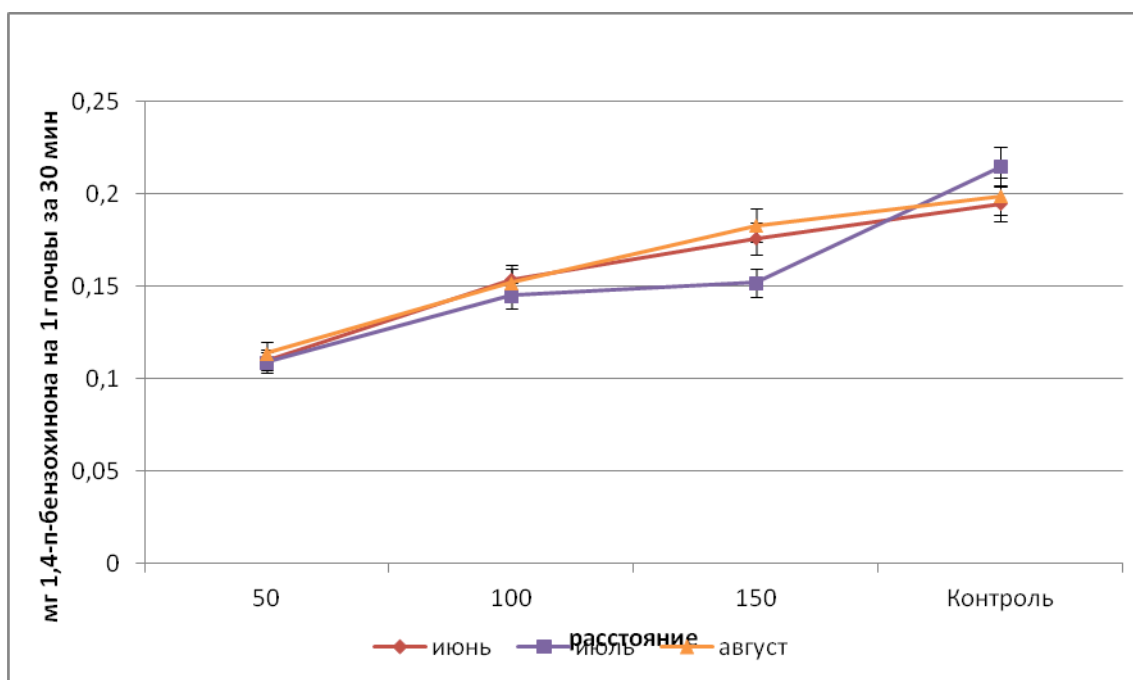


Рис. 2. Активность дегидрогеназы чернозема типичного возле автомобильной трассы М5

Это дает основание рекомендовать использование активности дегидрогеназы с целью диагностики загрязненности почв тяжелыми металлами не только вдоль автомобильных дорог, но и от других предполагаемых источников их поступления.

Литература

1. Плешакова Е.В., Решетников М. В., Любунь Е. В., Беляков А. Ю., Турковская О. В. Биогенная миграция Cd, Pb, Ni и As в системе "почва-растения" и изменение биологической активности почвы // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2010. №2. С.59-66.
2. Арышева С.П., Анисимов В.С. Санжарова Н.И. Изучение миграционной способности свинца в системе почва-растение и его фитотоксичность в почвах разного типа // Агрохимия. 2013. №1. С.85-94.
3. Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е. Динамика загрязнения городских почв свинцом (на примере восточного округа Москвы) // Почвоведение. 2007. №8. С. 984-997.
4. Капралова О.А., Колесников С.И. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону: монография / О.А. Капралова, С.И. Колесников, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, Е.В. Налета – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2014. 148 с.
5. Берток П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнения / Пер. с англ. М.: Мир, 1980. 606с.
6. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. 252 с.
7. Rogers J.E., Li S.W. Effect of metals and other inorganic ions on soil microbial activity: soil dehydrogenase assay as a simple toxicity test // Bull. Environ. Contam. a. Toxicol. 1985. Vol. 34, № 6. P. 858-865.
8. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / под ред. Ю.А. Ершова. М., 2005. 560с.

Е.Ф. Волосатова, О.П. Диканская, И.О. Тихонова

РХТУ им. Д.И.Менделеева, г. Москва, Россия

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ К ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

Предложена структура программы экологического мониторинга на отвале горных пород угледобывающего предприятия. Определены маркерные вещества в атмосферном воздухе, поверхностных водах, почвенном покрове. Рекомендовано использование лишеноиндикации как дополнительного инструмента мониторинга.

Ключевые слова: программа мониторинга, маркерные вещества, добыча угля, отвалы.

В настоящее время угольная отрасль является важнейшей составляющей топливно-энергетического комплекса Российской Федерации, которая спустя затяжного периода стагнации объемов производства стала постепенно увеличивать объемы угледобычи и производственные процессы угольной продукции. Совокупная производственная мощность на конец 2018 г. по добыче угля составляет 470 млн тонн [1]. Основные потребители угля на внутреннем рынке – это электростанции и коксохимические заводы, а также население.

Негативное воздействие угледобывающих предприятий на окружающую среду главным образом связано с эмиссиями взвешенных частиц (пыли) в атмосферу, большими объемами сброса сточных вод в водные объекты, образованием и размещением крупнотоннажных отходов (отвалов). В результате угледобывающей деятельности наблюдается полное уничтожение естественных ландшафтов, изменение характера биологических и почвенно-геохимических процессов, а также рост загрязнения биосферы продуктами добычи и переработки этих ресурсов, который приводит к резкому ухудшению среды обитания.

В процессе добычи угольных ископаемых при подготовительных или очистных работах выделяются пустые породы, которые направляются в отвалы. В случае неполного отделения пустой породы от полезных ископаемых, сырьё подвергается обогащению, после которого пустая порода удаляется в хвосты. Применение пустой породы можно найти для заполнения горных выработок, оврагов, дорожного строительства, при рекультивации и др. Однако в большинстве случаев она используется на специальных участках для размещения пустых пород, оказывая негативное воздействие [2].

Загрязнение атмосферы происходит при транспортировке горной массы и при работе инфраструктуры ОРО (от работающей строительной и дорожной техники – NO и NO₂, SO₂, CO). При пылении в процессе пересыпки в атмосферу поступает пыль неорганическая с содержанием SiO₂.

<20 % и пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 20-70 %. Согласно Приложению Б «Перечень маркерных веществ и технологических показателей» [2] к маркерным веществам в атмосферном воздухе относится только пыль неорганическая.

В соответствии с Приказом Минприроды РФ № 66 от 04.03.2016 г. [3] для организации работ по наблюдению за состоянием окружающей среды на территории объектов размещения отходов – отвалов горных пород, и в пределах их воздействий на окружающую среду, оценки и прогноза ее изменений, предприятия угледобывающей отрасли должны разрабатывать «Программу мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории объекта размещения отходов – Отвал горных пород – и в пределах его воздействия на окружающую среду». Существует практика разработки стандартов горнодобывающих предприятий, регламентирующих в целом систему управления охраны окружающей среды или отдельные элементы этой системы (осуществление экологического мониторинга за компонентами окружающей среды, выполнение обязательств по рекультивации): например, СТП «Руководство по системе управления охраной окружающей среды», СТП «Производственный экологический контроль», СТП «Рекультивация нарушенных земель» и пр.

Концептуальная основа комплексного экологического мониторинга территории размещения отвалов угольной отрасли должна базироваться на геосистемном подходе, включая совместный анализ природных и антропогенных источников, и факторов загрязнения окружающей среды.

ЗАДАЧИ ПЭМ	ОБЪЕКТЫ ПЭМ	РЕЗУЛЬТАТЫ ПЭМ
<ul style="list-style-type: none"> • осуществление наблюдений за техногенным воздействием на компоненты окружающей среды при строительстве объектов, их эксплуатации и постэксплуатационном периоде; • анализ и обработка полученных в процессе мониторинга данных; • оценка изменений состояния компонентов окружающей среды в результате техногенных воздействий. 	<ul style="list-style-type: none"> • выбросы в атмосферный воздух; • снежный покров; • поверхностные воды; • донные отложения; • почвенный покров; • растительный покров 	<ul style="list-style-type: none"> • контроль соответствия воздействия объекта на различные компоненты окружающей среды предельно допустимым нормативным нагрузкам; • контроль соответствия состояния компонентов окружающей среды санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам; • разработка и внедрение мер по охране окружающей среды.

Предлагаемая Структура производственного экологического мониторинга (ПЭМ) на отвале горных пород угледобывающего предприятия.

Для оценки состояния атмосферного воздуха следует проводить измерения таких параметров, как оксида азота (NO_x), диоксида серы (SO₂), углерода оксида (CO), пыль (взвешенные вещества) в местах отбора проб на границе земельного участка, на котором расположен объект размещения отходов для атмосферного воздуха и почв. Для дополнительного анализа осевших веществ рекомендуется проведение мониторинга снежного

покрова, в котором измеряют содержание pH, нитратов, сульфатов и взвешенных веществ.

Отвалы пустых (вскрышных) пород оказывают непосредственное влияние на изменение качества воды поверхностных и подземных водных объектов. В условиях повышенной сульфидной минерализации большинства руд и благоприятных возможностей их быстрого окисления происходит вынос поверхностными и подземными водами в водотоки большого количества различных металлов (медь, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть, селен и др.).

Для оценки воздействия сбросных вод угледобычи в местах сброса следует запланировать контрольные створы 500 м выше (фоновый створ) и 500 м ниже по течению от границы отвала и по направлению течения подземных вод для определения гидрологических (скорость течения, уровень воды), физико-химических показателей (pH, хлориды, сульфаты, ХПК, БПК₅, взвешенные вещества, нефтепродукты, азот нитратный и нитритный) в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.5.980-00 [4].

В местах расположения объектов размещения отходов может происходить физическая деградация (изъятие почвенно-плодородного слоя, ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля, эрозия, уплотнение почвы) и частично химическая деградация (при условии невыполнения природоохранных мероприятий). Согласно РД 52.18.718-2008 [5] в программу мониторинга почвенного покрова необходимо включать ежегодный контроль следующих параметров: pH, тяжелые металлы (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, As, Hg), 3,4-бенз(а)пирен и нефтепродукты с последующим расчетом суммарного показателя загрязнения Zс. Данный перечень может быть дополнен определением 1 раз в 5 лет агрохимического состава (pH, обменные основания, NPK, содержание гумуса) на границах земельного участка отвала горных пород по линиям ландшафтно-геохимического профиля.

Для техногенно нарушенных ландшафтов характерна неполноценность биогеоценоза – когда из него выпадают важнейшие компоненты, и оценивать состояние приходится по растительности как главному элементу компонентов ландшафтов. Наиболее чувствительна к загрязнителям атмосферного воздуха эпифитная экологическая группа, что позволяет чаще использовать в экологическом мониторинге лишайники этой группы. Для быстрой оценки в случае резкого повышения концентрации поллютантов рекомендуется использовать шкалу витальности для индикаторных видов (*Evernia mesomorpha*, *Flavopunctelia soledica*, *Parmelia sulcata*) [6].

Литература:

1. Министерство Энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/433> (дата обращения: 21.11.2019).

2. Электронный ресурс - ИТС 37-2017 «Добыча и обогащение угля» - URL: [http://docs.cntd.ru/document/556173717] (дата обращения: 21.11.2019).
3. Приказ Минприроды РФ № 66 от 04.03.2016г. «О Порядке проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду»
4. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».
5. РД 52.18.718-2008 «Организация и порядок проведения наблюдений за загрязнением почв токсикантами промышленного происхождения».
6. Пчелкин А.В. Использование эпифитных лишайников для фоновое экологического мониторинга регионального и континентального масштабов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2003. Том 19. С. 119-129.

А.Ю. Генералов, П.А.Севалкин

Государственный университет по землеустройству, Москва

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ СЕРПУХОВСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В данной работе представлены сведения о загрязнение воздушной среды Серпуховского района. Проведена самостоятельная оценка антропогенного загрязнения воздуха методом биоиндикации – флуктуирующая асимметрия.

Ключевые слова: загрязнение, промышленные предприятия, флуктуирующая асимметрия, Серпуховский район.

Экология Подмосковья в настоящее время оставляет желать лучшего. Даже западные районы, которые всегда считались более чистыми, сейчас имеют достаточно грязный воздух. Выросло общее загрязнение воздуха в Подмосковье оксидами азота, оксидами серы, оксидами углерода. Существенно загрязняют атмосферный воздух области некоторые предприятия своими ночными выбросами, которые не фиксируются из-за отсутствия специальных приборов в местах выбросов.

Серпухов занимает 28 место из 30 подрайонов Московской области по валовым загрязнениям воздуха. Экологическое положение в Серпухове. На территории Серпуховского района функционируют десятки предприятий, изготавливающих фармацевтику и стройматериалы. Из-за этого в атмосферу попадают формальдегиды и фенол, воздух над городом переполнен ими. Несколько смягчает обстановку Приокско-Террасный заповедник, расположенный на юге района. Он уникален так, как в Московской области нет других природных биосферных заповедников. В Серпуховском расположены полигоны ТБО «Лесная» и «Съяново-1»,

которые часто в летние жаркие периоды возгораются и территорию окутывает дым и вонь с них.

Несмотря на малый размер центрального города – Серпухов, - в нем расположено большое количество промышленных предприятий. На территории города функционируют около 140 промышленных предприятий, 33 из которых — крупные. В Серпухове производят: медицинскую технику электрические устройства всех видов, гироскопы, изделия из железобетона, металлические изделия различной сложности, системы охранной сигнализации, конденсаторы, продукты питания, электродвигатели различной мощности и назначения.

В городе Серпухове наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся на двух стационарных станциях Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН). По местоположению станции можно отнести к категориям «городские фоновые» и «промышленные». «Городская фоновая» станция (станция 1) находится в жилом районе города по адресу: ул. Горького, д. 8. Станция 3, расположенная на улице Пушкина, д. 2, является «промышленной», так как вблизи находятся предприятия. Измеряются концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота, фенола, формальдегида, ацетона, бенз(а)пирена, а также тяжелых металлов.

Основные источники загрязнения атмосферы: предприятия машиностроения, стройиндустрии, текстильной промышленности, котельные, автомобильный и железнодорожный транспорт. Крупнейшие загрязнители: ОАО «Химволокно», ОАО «Урса Серпухов», ОАО «Серпуховский завод «Металлист», ОАО «РАТЕП», МУП Серпуховская теплосеть, ОАО «Конденсаторный завод», ЗАО ЖБИ, ЗАО «Труд».

Наибольший вклад в загрязнение воздуха в городе внесли концентрации формальдегида, бенз(а)пирена и диоксида азота. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена превысила ПДК в 1,7 раза, наибольшая среднемесячная – в 3,4 раза и зарегистрирована в январе и декабре 2012 года. Среднегодовые концентрации формальдегида и диоксида азота составили 3,0 ПДК и 1,2 ПДК соответственно, максимальные разовые концентрации нормы не превышали. Максимальные концентрации взвешенных веществ достигали 1,6 ПДК, фенола – 1,0 ПДК. Загрязнение воздуха диоксидом серы, оксидом углерода, оксидом азота и ацетоном в течение года невысокое. Средние за год концентрации тяжелых металлов значительно ниже нормы.

Общая оценка загрязнения атмосферы. По данным наблюдений в 2012 году уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе высокий и определяется он значением ИЗА5=9.

Годовой ход загрязнения атмосферы. Содержание в воздухе бенз(а)пирена возрастало в холодный период года, взвешенных веществ – в

переходный период года (апрель-май), оксида углерода – в июне-июле. Годовой ход других примесей выражен слабо.

Тенденция изменений уровня загрязнения атмосферы. За период 2008-2012 годы отмечается рост уровня загрязнения воздуха, что связано с увеличением содержания в воздухе оксидов азота и формальдегида.

За период 2008-2012 гг. отмечается рост среднегодовых концентраций формальдегида и оксидов азота (23-67%), снижение – взвешенных веществ и ацетона. Загрязнение воздуха другими примесями существенно не изменилось.

Самыми грязными производствами Серпухова считаются завод Химволокна, что на улице Химиков, вкладывающий свои 16% в общее загрязнение, «Конденсаторный завод» на улице Чехова, несущий потенциальную возможность заражения диоксинами и диоксиноподобными токсикантами, а также завод «Урса-Серпухов» на Московском шоссе. Последнее предприятие является самым крупным в России производителем материалов для тепло- и звукоизоляции и, соответственно, источником формальдегида и бензаперена, концентрация которых в местном воздухе превышает допустимые нормы. Предприятие вкладывает около 17% в общее дело загрязнения серпуховской атмосферы, и уже дважды штрафовалось Роспотребнадзором за превышение ПДК загрязняющих веществ – стирола и формальдегида.

Серьезными источниками выбросов являются также Кожевенный завод «Труд», находящийся на Пролетарской улице, завод «Металлист» на улице Луначарского, производящий продукцию для авиакосмической и военной техники, ФГУП «75 Арсенал», на Московском шоссе, осуществляющий капитальный ремонта систем и комплексов ПВО, радиолокационных станций и наземных радиозапросчиков, «АЗТ» на улице Полевой – самый крупный производитель в нашей стране топливораздаточных колонок.

Одним из таких крупных предприятий является один из крупнейших производителей и поставщиков материалов для теплоизоляции – «URSA». С 2008г. данное предприятие начало работать в г. Серпухов.

По рассказам серпуховичей, с 2008 года от УРСЫ начал исходить ужасный запах, который прозвали запахом «болгарки» и «сгоревшего утюга». И это только ощущаемая часть, некоторые химические элементы нельзя осязать, при этом они влияют на экологию и здоровье. Эпицентром угрозы здоровью является предприятие «УРСА», на котором периодически происходила утечка вредных для здоровья химических веществ. Когда по заявлению жителей ул. Юбилейной были произведены лабораторные испытания проб воздуха, то превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) опасных веществ «потянуло» на возбуждение административного дела. Причиной запаха, витающего в воздухе вокруг

жилых кварталов, оказались стирол и формальдегид, а их ПДК превысила норму в 2,8-4,8 и 1,1-1,9 раза соответственно [1].

Нами было решено провести свои исследования в области определения загрязнения атмосферного воздуха и негативной антропогенной нагрузки на атмосферу в Серпуховском районе.

Для оценки негативной нагрузки использовался метод биоиндикации атмосферы – флуктуирующая асимметрия.

Небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей (например, листьев березы) называют флуктуирующей асимметрией (Таблица 1, Таблица 2).

Пробы были взяты с крупных городов, Приокско-Террасного биосферного заповедника и крайних точек района. С востока – с. Турово, с запада – г. Протвино, с севера – д. Шарапова Охота и с юга – д. Ланышино.

Таблица 1

Показания загрязнения атмосферного воздуха методом флуктуирующей асимметрии

Место сбора образцов	Координаты	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния
г. Серпухов (центр)	54°55'14.6"N 37°24'26.0"E	0,053	4
г. Серпухов (завод УРСА)	54°56'52.3"N 37°24'30.2"E	0,049	3
г. Оболенск	54°58'28.6"N 37°11'57.4"E	0,041	2
г. Протвино	54°51'21.7"N 37°11'11.0"E	0,043	2
д. Шарапова Охота	55°03'03.7"N 37°28'45.6"E	0,034	1
с. Турово	54°52'56.5"N 37°48'17.3"E	0,025	1
Приокско-Террасный биосферный заповедник	54°54'44.1"N 37°34'22.4"E	0,012	1

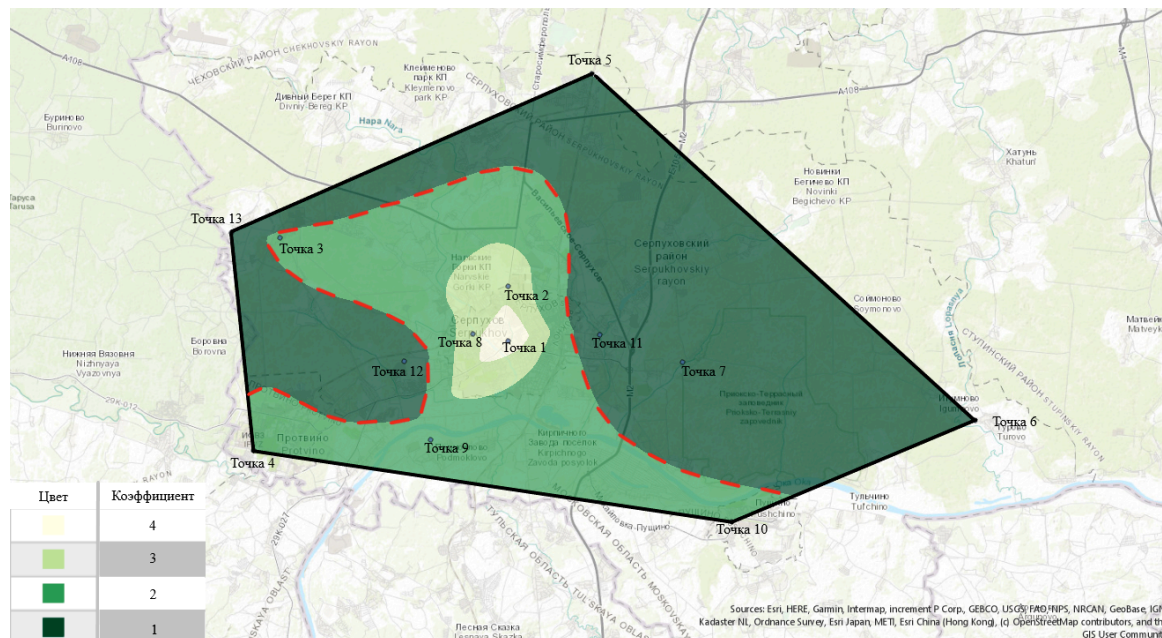
Исходя из данных таблицы 1 можно сделать выводы:

- В большинстве населенных пунктов состояние атмосферного воздуха в Серпуховском районе находится в пределах нормы;
- Наименьший показатель антропогенного воздействия на воздушную среду в Приокско-Террасном заповеднике;
- Наибольший показатель загрязнения атмосферы соответствует г. Серпухов в его центре.

Таблица 2

Соответствие баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии

Балл состояния				
1	2	3	4	5
<0,04	0,04-0,044	0,045-0,049	0,05-0,54	>0,054



Карта-схема загрязнения атмосферного воздуха Серпуховского района, определяемые методом флуктуирующей асимметрии.

Литература

1. Давыдова А., Экологические проблемы Серпухова и Серпуховского района. – Серпухов, 2006 год.

А.Т. Глухов, Лифанова А.А.

Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина

МОНИТОРИНГ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

В процессе проектирования зданий, сооружений и инфраструктуры города разрабатываются и внедряются мероприятия снижения антропогенного влияния на окружающую среду. Динамику этого влияния устанавливают в процессе экологического мониторинга путем создания картографической основы, на которую наносят зафиксированные элементы. Это дает наглядную интерпретацию динамических изменений экологических факторов в пространстве и во времени.

Ключевые слова: Экологическая безопасность, мониторинг земель, природные процессы, инфраструктура города, антропогенные процессы, подтопление, загрязнение химическими веществами.

Государственный мониторинг земель осуществляет федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Мониторинг обусловлен тем, что уровень экологически допустимого воздействия на землю в ряде регионов страны превышен. Серьезную опасность представляют запечатанность городских земель, их подтопление грунтовыми водами, загрязнение химическими веществами, захламление отходами производства и потребления, шумовое и физическое загрязнение среды обитания жителей города. Данные, полученные в ходе мониторинга, используются при подготовке государственного (национального) доклада [2] о состоянии и использовании земель в Российской Федерации и используются для информационного обеспечения деятельности органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц и граждан.

Природные процессы, происходящие во времени, являются случайными. Наличие и относительные изменения численности жителей в городе и, приходящиеся на них здания, сооружения, абсолютная и относительная длина улиц, их ориентация в пространстве, транспортные развязки, площади закрытые асфальтом, площади парковых зон и зеленых насаждений, представляют собой вероятностное пространство городской территории. Здесь действует взаимное проникновение антропогенных и природных процессов и факторов, которые формируют соответствующее синергетическое пространство. Это пространство природных и антропогенных процессов, накладываясь друг на друга, формируют среду обитания городских жителей: человека, домашних и уличных животных (кошек, собак, птиц). Взаимное проникновение антропогенных и природных процессов зависит, в том числе, от расположения функциональных зон в

городе. Все процессы антропогенного влияния на природную среду можно разделить на следующие виды [1, 5]:

1. Разрушительного (деструктивного) осознанного и/или неосознанного действия. Приводят к ухудшению качества среды обитания живых организмов и, в том числе, человека.

2. Стабилизирующего осознанного действия с целью остановить (приостановить) негативный антропогенный процесс разрушения природной среды.

3. Конструктивного осознанного действия с целью предотвратить негативный антропогенный процесс разрушения природной среды или восстановить позитивную его форму.

Для проектирования объектов городского строительства и объектов инфраструктуры необходимо устанавливать динамику закономерностей взаимного проникновения природных и антропогенных процессов. Эти закономерности могут изменяться от деструктивных к стабилизирующим процессам и далее к процессам, предотвращающим разрушение природной среды. Такую стратегию мониторинга удобно отслеживать путем создания картографической основы, на которую наносят зафиксированные элементы экологических факторов. Переход картографии на цифровые методы [3] или на геоинформационные системы (ГИС) расширил возможность применения крупномасштабных карт в виде цифровых (ЦММ) и математических моделей местности (МММ). Их используют для обобщения данных о загрязнении окружающей среды, анализа разнообразных данных и визуализации результатов. Система геоэкологического мониторинга складывается из наблюдений за состоянием отдельных компонентов и комплексов природной среды в целом. Его особенность состоит в учете связей между отраслевыми звеньями системы в функциональном подчинении геосистемному мониторингу других видов наблюдений, что обусловлено свойством целостности среды. Применение геоэкологического мониторинга в комплексном виде включает необходимость мониторить природные образования: атмосферу, воды океанов, литосферу и почвы, воды рек и озер, земли суши, и места обитания биоты. В качестве примера приведем данные геоэкологического мониторинга подтопления городских земель (табл. 1, 2) и загрязнения химическими веществами (табл. 3).

Процесс подтопления земель в населенном пункте и прилегающих территориях относится к природно-техногенным негативным явлениям, влияющим на инженерно-строительное состояние городских земель. Он заключается в повышении уровня грунтовых вод выше его критической глубины залегания [4, 5] (как правило, < 3 м. см. табл. 1.).

Таблица 1

Результаты подтопления земель в населенном пункте и прилегающих территориях

№ участка	Уровень залегания грунтовых вод	Степень опасности	Площадь (га)	Площадь (%)
8.1; 8.2	5,1; 4.3	Допустимая	50	12,5
8.3; 8.4	2,2; 2,2	Слабая	50	12,5
9.1; 9.2; 9.3; 9.4; 13.1	5,5; 4,4; 4,1; 3,7; 3,5	Допустимая	125	31,25
13.3; 14.2	1,8; 1.7	Опасная	50	12,5
13.2;13.4;14.1;14.3;14.4	0,5; 0,1; 0,7; 0; 0	Чрезвычайная	125	31,25
Итого			400 га	100

Таблица 2

Оценочная шкала опасности подтопления городских земель

№ пп	Уровень грунтовых вод, м	Степень подтопления
1	$\geq 3,1$	Допустимая
2	2,1-3,1	Слабая
3	1,1-2,1	Опасная
4	$\leq 1,1$	Чрезвычайная

Таблица 3

Оценка загрязнения городских земель химическими веществами

№ участка	Химический элемент	Содержание элемента в почве, мг/кг	Показатель концентрации, СПК	Уровень / категория загрязнения / экологическая обстановка
А1	Цинк	68	0,67	Минимальный/ допустимая/ удовлетворительная
	Кадмий	0,07		
	Свинец	12		
А2	Свинец	8	0,43	
	Ртуть	0,05		
	Медь	9		
А3	Медь	6	0,58	
	Кобальт	8		
	Никель	9		
А4	Кобальт	4	1,67	
	Никель	8		
	Мышьяк	1,9		

Загрязненные земли содержат химические вещества в количествах выше фоновых или установленных нормативами [2, 4] (ПДК – предельно допустимые количества). В соответствии со степенью их опасности к загрязняющим веществам относят соединения тяжелых металлов (Pb, Hg, Cd и др.), мышьяк, некоторые углеводороды, бенз(а)пирен. Анализ загрязнения земель (см. табл. 3) осуществляют на основании расчёта суммарного показателя концентраций (СПК) химических элементов, находящихся в почве в аномальных количествах. Известны его

апробированные связи с показателями здоровья населения [4]. СПК рассчитывают по формуле.

$$\text{СПК} = \left(\sum_i \frac{C_i}{C_{\phi i}} \right) - (n - 1),$$

где, C_i — фактическое содержание i -го элемента в пробе, мг/кг; $C_{\phi i}$ — фоновое содержание i -го элемента, мг/кг; i — номер загрязняющего вещества; n — количество загрязняющих веществ.

Экологическую опасность городской среды устанавливают путем пространственной интерполяции (аппроксимации) значений риска, не только в заданных точках территории, но и во времени. Методика экологического мониторинга с применением геоинформационных технологий и принципов формирования планировочной структуры города становится необходимой в городской экологической политике [1, 5]. Использование этих принципов позволили сформулировать применение мероприятий направленных на снижение экологического риска, например, для города Воронежа [3]. Анализ же этих мероприятий дает возможность их применения для иных городов России.

- Формирование транспортной сети нового города или реконструкция старых городов с учетом пропускной способности, качества дорожного покрытия, скорости движения транспортных средств и применения новых перспективных видов средств передвижения в городских условиях.
- Модернизация технологических процессов предприятий теплоэнергетики в направлении (сокращения) прекращения вредных выбросов в атмосферу.
- Строительство внегородской территории и вынос за границу города промышленных предприятий с повышенной экологической опасностью.
- Проектирование экологического каркаса в новых городах и реконструкция систем внутригородского и пригородного озеленения.

Литература

1. Глухов А.Т. Транспортная планировка, землеустройство и экологический мониторинг городов: Учебное пособие. / А.Т. Глухов, А.Н. Васильев, О.А. Гусева // – СПб.: Издательство “Лань”, 2019. – 324 с.
2. Государственный мониторинг земель. Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/gosudarstvennyy-monitoring-zemel/>
3. Куролап С.А. Мониторинг экологического состояния городской среды с применением геоинформационных технологий. / С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Междунар. науч.-практич. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, 2017. Ч. II. С. 39-43.
4. Сизов А.П., Мишкина А.С. Мониторинг и охрана городской среды: Методические указания. М.: МИИГАиК, 2016. – 51 с.
5. Экологические принципы градостроительной системы. Режим доступа: <https://www.webkursovnik.ru/kartgotrab.asp?id=-9714>

О.П. Диканская, Е.Ф. Волосатова, И.О. Тихонова

РХТУ им. Д.И.Менделеева, г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ В ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

Рассмотрена структура программы экологического мониторинга в районах добычи угля. Рекомендовано использование данных лишеноиндикации для оценки негативного воздействия отвалов вскрышных пород. Предложены виды индикаторных эпифитных лишайников и методология оценки загрязнения атмосферного воздуха через индекс чистоты атмосферы.

Ключевые слова: лишеноиндикация, мониторинг, лишайники, индекс чистоты атмосферы, отвалы.

Высокие темпы развития горнодобывающей промышленности приводят к увеличению негативного воздействия горнодобывающих предприятий на современном этапе. Приоритетными экологическими аспектами негативного воздействия горнодобывающей промышленности являются выбросы твердых веществ (пыли) в атмосферу, большие объемы сброса сточных вод в водные объекты, образование и размещение крупнотоннажных отходов (вскрышных и пустых пород).

Отвалы горных пород относятся к источникам антропогенного воздействия на окружающую среду, не связанным непосредственно с процессом добычи твердых полезных ископаемых. В образовавшихся пустых отвалах находится большое количество химических элементов и соединений, которые могут трансформироваться и мигрировать на сотни километров от источника загрязнения. На рост выбросов пыли в атмосферу влияют климатические и горно-геологические условия, а также высота отвалов, поскольку, например, при сухом континентальном климате, особенно при сильных ветрах создаются условия для интенсификации поступления в приземные слои атмосферы и перемещения в них пыли [1].

Для оценки негативного воздействия отвалов на окружающую среду необходимо проводить мониторинговые наблюдения в районах разработки месторождений (рисунок) [2]. Для техногенно нарушенных ландшафтов характерна неполноценность биогеоценоза – когда из него выпадают важнейшие компоненты, и оценивать состояние приходится по имеющимся в наличии признакам. Среди них ведущее место, несомненно, занимает растительность как главный элемент компонент ландшафтов (в том числе и антропогенных).



Структура системы производственного экологического мониторинга на отвалах вскрышных пород

Биомониторинг предлагается осуществлять с использованием в качестве тест-объектов – лишайников (лихеномониторинг или лишеноиндикация). Наиболее чувствительна к загрязнителям атмосферного воздуха эпифитная экологическая группа, что позволяет чаще использовать в экологическом мониторинге лишайники этой группы.

Основные поллютанты, которые могут оказать отрицательное воздействие на лишайники – пылевое загрязнение и фоновое загрязнение атмосферного воздуха, которое обычно оценивают по наиболее токсичному компоненту – диоксиду серы. При этом лишеномониторинг основывается на количественных характеристиках наиболее чувствительной к загрязнению экологической группе - эпифитным видам в районе расположения отвалов вскрышных пород.

В качестве растения-форофита рекомендуется использовать доминирующую породу, средневозрастную, со стабильной корой, удобной для измерений – в условиях Новосибирской области это береза (*Betula spp.*).

В то же время кора березы неоднородна - участки со стабильными показателями структуры, приуроченные, в основном, к комлевой и нижней части ствола, чередуются с участками, малопригодными для произрастания эпифитных лишайников. Поэтому необходимо из большого числа методик лишенометрии выбрать оптимальную для данной древесной породы [3].

С учетом региональных особенностей растительности и характера древесной породы-форофита рекомендуется использовать модификацию индекса чистоты атмосферы, не требующую шкалы чувствительности:

$$I.A.P. = \sum_n^1 \frac{Q_i \cdot f_i}{10}$$

где Q_i - экологический индекс определенного вида (индекс токсифобности, или индекс ассоциированности), f_i - комбинированный показатель покрытия и встречаемости, n - количество видов.

Для быстрой оценки в случае резкого повышения концентрации поллютантов рекомендуется использовать шкалу витальности для индикаторных видов (*Evernia mesomorpha*, *Flavopunctelia soledica*, *Parmelia sulcata*) [4].

Пробные площадки для долговременного мониторинга с использованием индекса чистоты атмосферы и оценки состояния индикаторных видов лишайников по шкале витальности желательно располагать, основываясь на «розу ветров», с подветренной стороны.

Мониторинговые исследования с использованием лишеномониторинга дают возможность построения карт геохимических ореолов и потоков загрязнения, а также производить оценку и долговременный прогноз изменения техногенной нагрузки на компоненты природной среды, т.к. ухудшение состояния индикаторных эпифитных лишайников повлияет в целом на экологическую обстановку исследуемого региона.

Полученные результаты можно будет использовать для прогнозирования сроков нейтрализации загрязнений и восстановления биологической продуктивности техногенных ландшафтов.

Литература

1. Информационно-технический справочник 37-2017 «Добыча и обогащение угля» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1130&etkstructure_id=1872
2. «Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых» (утв. МПР России 04.08.2000).
3. Пчелкин А.В. Использование эпифитных лишайников для фоновое экологического мониторинга регионального и континентального масштабов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2003. Т. 19. С. 119-129.
4. Тихонова И. О., Кухта А. Е., Пчелкин А. В. Приоритетные аспекты воздействия при экологическом мониторинге на отвалах угольной отрасли // Системы контроля окружающей среды-2018 / Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. Колорит Севастополь, 2018. С. 53–53.

А.Н. Елизарьева

Уфимский государственный нефтяной технический университет

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ПОДСЧЕТ ВОДНОГО СЛЕДА ПРЕДПРИЯТИЯ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ

В данной работе была рассмотрена необходимость мониторинга качества потребляемой населением воды, а также необходимость подсчета и сокращения водопотребления. Представлена методика расчета водного следа был рассчитан для предприятия водоочистки и водоподготовки.

Ключевые слова: водопотребление, водозабор, канализационные очистные сооружения, водный след, голубой водный след, серый водный след, зеленый водный след.

Промышленное развитие региона в целом, является главным фактором сложившейся экологической обстановки. Водный след региона отражает объем воды, затрачиваемый при производстве различных товаров или оказании услуг. Водный след может быть рассчитан не только для предприятия, но и индивидуально для каждого человека.

По данным ВОЗ ежегодно в мире из-за низкого качества воды умирает около пяти миллионов человек, а инфекционная заболеваемость населения, связанная с водоснабжением, достигает пятисот миллионов случаев за год. Качество потребляемой воды в развитых странах напрямую зависит от мощностей и технической оснащенности предприятий водоподготовки и водоочистки. При многократном увеличении водопотребления населения, в городских очистных сооружений наблюдается нехватка пропускной способности и загрязненные стоки попадают в водные объекты, поэтому при мониторинге качества сточных вод стоит уделять внимание водному следу населения и предприятий.

Водопотребители в городских районах – коммерческие и общественные объекты, такие как правительственные здания и школы, а также жильцы многоквартирных и частных домов.

Мониторинг качества и количества потребляемой населением воды необходим для нахождения водного следа применялась в различных областях, связанных с прямым и косвенным использованием воды человеком. Широкое распространение методика получила в сельскохозяйственной деятельности и пищевой промышленности – в отраслях с наиболее высоким значением водного следа [1].

Водный след предприятия водоочистки и водоподготовки

Станции очистки сточных вод (КОС) играют важную роль в городском круговороте воды в защите принимающих вод от неочищенных

сбросов. Однако процессы очистки сточных вод также влияют на окружающую среду.

Одна из самых популярных методологий, используется для оценки потенциального воздействия на окружающую среду, вызванного работой очистных канализационных сооружений — оценка жизненного цикла.

Оценка жизненного цикла — это стандартизированный метод (ISO 14040—14044:2006), который используется для оценки воздействия на окружающую среду в широком диапазоне, учитывая этапы строительства, эксплуатации и демонтажа предприятия.

Понятие водного следа продукта или процесса было введено впервые в 2003 г., это индикатор потребления воды, состоящих из трех компонентов:

— «зеленого» водного следа — относится к объему потребления дождевой воды;

— «голубого» водного следа — относится к объему потребления пресной воды из наземных и подземных источников;

— «серого» водного следа относится к объему производимой за грязненной воды [1].

Общее уравнение для расчета водного следа представляет собой объем воды, потребляемой в течение определенного периода времени [2].:

$$WF = WF_{blue} + WF_{green} + WF_{grey}, \quad (1)$$

где WF_{blue} — голубой водный след,

WF_{green} — зеленый водный след,

WF_{grey} — серый водный след.

Голубой водный след (WF_{blue})

В водоочистных сооружениях голубой водный след образуется за счет воды, которая испаряется во время очистки сточных вод, и воды, используемой для всех процессов водоподготовки: использование химических соединений, потребление энергии, управление отходами, транспортировка воды, обработка осадка сточных вод.

Например, использование химических веществ и потребление энергии должно учитываться голубым водным следом при очистке вод, так как во время производства химикатов и генерации энергии была затрачена вода [2].

Зеленый след водный след (WF_{green})

В обычных очистных станциях воды зеленый водный след не рассматривается, потому что процессы очистки сточных вод не подразумевают испарение воды из почвы или объединение почвенной воды с очищенной водой.

Серый водный след (WF_{grey})

Существует подход, считающий, что серый водный след — минимальный объем воды, необходимый для разбавления концентрации загрязняющих веществ в сточной воде до максимально разрешенной

концентрации загрязняющих веществ, допустимой для сброса в водные объекты [2].

Уравнение серого водного следа основано на массовом балансе загрязняющих веществ:

$$WF_{grey} = \max \left[WF_{grey(p)} = \frac{Q_e \cdot (c_{e(p)} - c_{max(p)})}{c_{max(p)} - c_{nat(p)}} \right], \quad (2)$$

где Q_e — расход сточных вод, м³/с,

$c_{e(p)}$ — концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, кг/м³;

$c_{max(p)}$ — максимальная допустимая концентрация загрязнителя, кг/м³;

$c_{nat(p)}$ — естественная концентрация загрязняющего вещества в принимающем водоеме кг/м³;

Поскольку многие загрязнители существуют в сбросе сточных вод, серый водный след рассчитывается отдельно для каждого из соединений. Вариант без очистки сточных вод подразумевает только расчет WF_{grey} предполагая, что концентрация загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения, разбавляется определенным количеством воды для достижения предельно допустимой концентрации.

При уменьшении водопотребления населения будет замечена положительная динамика уменьшения водного следа, и соответственно, улучшения качества природных вод. Два возможных подхода к сохранению качества водных ресурсов-учет водопотребления в процессе строительства и просвещение граждан о ценности использования воды и энергосбережения [3]. Осведомленность граждан об ограниченностях водных и энергетических ресурсов – это эффективный подход, который следует поощрять.

Литература

1. Water footprint network [Электронный ресурс]– Режим доступа. – URL: <https://waterfootprint.org/en/> (дата обращения 26.10.2019).
2. S. Morera, Ll. Corominas, M. Poch, M.M. Aldaya, J. Comas. Water footprint assessment in wastewater treatment plants// [Journal of Cleaner Production](#) (112)— 2016.— P. 4741—4748
3. Leiby VM, Burke ME. Energy efficiency best practices for North American drinking water utilities. [Электронный ресурс]– Режим доступа. – URL: <http://www.waterrf.org/Pages/Projects.aspx?PID¼4223> (дата обращения 21.10.2019).

Л.Н. Костылева¹, А.В. Самсонов², К.К. Куликов², Ю.А. Кудряшов²

¹ЦНИИ ВВС (Минобороны России),
²ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассмотрены основные задачи экологического мониторинга сложившейся обстановки при воздействии на окружающую среду техногенно опасных объектов в войсках.

Ключевые слова: экологический мониторинг, опасный объект, чрезвычайная ситуация, контроль, наблюдение.

В результате экологических нагрузок, вызываемых различными видами воздействий на окружающую среду деятельности техногенно опасных объектов, может возникать сложная экологическая обстановка, влияющая на боеготовность войск, состояние здоровья военнослужащих и населения жилых городков и, в конечном счете, на эффективность выполнения боевых задач, как в мирное, так и в военное время. Все это обуславливает постановку сравнительно новой задачи в многосторонней управленческой деятельности командиров и штабов по подготовке и принятию решений, организации мероприятий и контролю недопущения или снижения экологического ущерба. Одним из определяющих условий осуществления этого направления деятельности является знание возможной или сложившейся экологической обстановки в районе военного объекта.

Под оценкой экологической обстановки понимается совокупность мероприятий, направленных на выявление количественных и качественных характеристик загрязнения окружающей среды в позиционном районе соединений и частей и оценку их экологической опасности для деятельности личного состава и здоровья населения. Главная задача оценки экологической обстановки состоит в определении влияния неблагоприятных экологических последствий на боеготовность личного состава [1].

Целью оценки экологической обстановки является обеспечение своевременного и эффективного принятия мер экологической защиты в соединениях и частях, а также снижения возможных штрафных санкций за нарушение правил охраны окружающей среды. Основными объектами при оценке экологической обстановки являются атмосферный воздух, водные источники, почва. Оценка экологической обстановки проводится периодически в процессе повседневной деятельности войск и во внеплановом порядке при возникновении аварий и катастроф естественного и антропогенного происхождения [2].

Методическое обеспечение имеется в относительно завершенном виде для условий химического загрязнения воздуха и водных источников. Оценка последствий загрязнений сводится, по сути, к контролю, т.е. приборным измерениям параметров и сравнению их с нормативными требованиями.

В процессе оценивания экологической обстановки выявляются все потенциально опасные объекты в местах дислокации воинских частей, откуда могут непосредственно распространяться ингредиенты загрязнения воздуха и воды. Основные выявляемые показатели потенциально опасных объектов: местонахождение, характер производства, выброса в атмосферу и сброса в водные источники, виды загрязняющих веществ, их масса, интенсивность и продолжительность выбросов (сбросов).

Параллельно осуществляется сбор и анализ статистических данных по метеообстановке: наиболее вероятное направление и скорость приземного ветра по месяцам года, степень вертикальной устойчивости приземного воздуха, характеристика осадков, температура воздуха и воды в источниках. По данным такой оценки определяют наихудший вариант для экологических загрязнений. Анализ рельефа местности заключается в оценке его влияния на распространение ингредиентов загрязнения воздуха и водных источников, где осуществляются водозаборы военных объектов.

Выявление, оценка и контроль экологической обстановки ведутся с помощью системы экологического мониторинга.

Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг) осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды.

Порядок предоставления информации о состоянии окружающей среды регулируется законодательством. Экологический мониторинг представляет собой комплекс выполняемых по научно обоснованным программам наблюдений, оценок, прогнозов и разрабатываемых на их основе рекомендаций и вариантов управленческих решений, необходимых и достаточных для обеспечения управления состоянием окружающей среды и экологической безопасности.

Все виды мониторингов включают три основные функции: наблюдение за состоянием окружающей среды; оценка и прогноз ее состояния. Наблюдение (слежение) состоит в сборе информации об источниках антропогенных воздействий, о реакции окружающей среды на действие этих источников, о состоянии здоровья и жизнедеятельности

населения. Оценка предполагает выявление трех групп сведений: определение возможного ущерба от антропогенных и естественных факторов воздействия на окружающую среду; определение природных резервов для использования их в интересах человека; определение оптимальных способов человеческой деятельности как с экологических, так и с экономических позиций. Прогноз предполагает выявление оптимальных способов для принятия мер пресечения (для устранения причин и условий возможных негативных изменений в окружающей природной среде).

Экологический мониторинг в военной области представляет собой систему долгосрочных наблюдений, контроля, оценки и прогноза состояния окружающей природной среды в районе размещения военного объекта.

Основными задачами экологического мониторинга в военной сфере являются:

- своевременное обнаружение фактов подготовки, начала воздействий противника на природную среду в военных целях и анализ возможных последствий;
- оценка экологической обстановки и прогнозирование состояния окружающей природной среды в районах дислокации войск;
- обнаружение, регистрация источников экологических нагрузок, находящихся в пределах районов дислокации войск и непосредственной близости от них;
- установление масштабов и интенсивности экологически неблагоприятных и опасных факторов в пределах районов дислокации и в первую очередь на объектах войск;
- оценка ущерба боеготовности или боеспособности войск в результате воздействия неблагоприятных экологических факторов;
- контроль за состоянием здоровья военнослужащих и членов их семей.

Таким образом, экологический мониторинг является комплексным мероприятием по сбору, обобщению, изучению данных о состоянии природной среды и обстановки в районе взрыва или аварии. В комплексе мероприятий защиты населения и объектов народного хозяйства от последствий чрезвычайных ситуаций важное место занимают выявление и оценка радиационной, химической, санитарно-эпидемиологической, медицинской, инженерной и пожарной обстановки, каждая из которых является важнейшей составной частью общей оценки обстановки, складывающейся в условиях чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Военная экология: учебник для высших военных учебных заведений / И.П. Айдаров, В.Н. Алексеев, А.В. Бударягин и др. М.: Издательство «Русь-СВ», 2000. 360 с.
2. Матрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебник для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М.: Академия, 2003. 336 с

**Е.Ю. Либерман, В.Н. Грунский, В.А. Колесников,
Е.А. Симакина, Т.В. Конькова**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

**ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ
ОТ ОКСИДОВ УГЛЕРОДА (II) И АЗОТА (II),
САЖИ НА $M/Pr_{0.1}Zr_{0.18}Ce_{0.72}O_2$, ГДЕ М – Pd, Pt, Ru**

Синтезированы образцы $M/Ce_{0.72}Zr_{0.18}Pr_{0.1}O_2$, где М – Pt, Pd, Ru. Характеризацию катализаторов проводили методами рентгенофазового анализа, просвечивающей электронной микроскопии, газовой хроматографии и термического анализа. Катализаторы обладают высокой активностью в реакциях окисления CO, CO+NO и дожигания сажи.

Ключевые слова: диоксид церия, очистка газовых выбросов, катализ

Задачей экологического катализа является разработка высокоэффективных методов очистки промышленных выбросов, что обусловлено постоянным ужесточением норм эмиссии основных токсикантов: оксидов углерода и азота, углеводородов, сажи и т.д., являющихся продуктами неполного сгорания топлива в различных теплоэнергетических устройствах. Наиболее перспективным, технологичным и экономически выгодным методом очистки является применение катализаторов. В оригинальной и патентной литературе большое внимание уделяется синтезу флюоритоподобных многокомпонентных церийсодержащих твердых растворов, которые могут использоваться как катализаторы, и как носители. Необходимо также отметить, что применение в качестве носителей платиноидов церийсодержащих соединений способствует диспергированию металлов, что позволяет предотвратить агломерацию металлических частиц в процессе эксплуатации катализаторов, которая сопровождается снижением каталитической активности [1,2].

Целью данной работы являлось синтез и исследование каталитических свойств $M/Pr_{0.1}Zr_{0.18}Ce_{0.72}O_2$, где М – Pd, Pt, Ru в процессах детоксикации CO (II), NO(II) и дожигания сажи.

Синтез нанокристаллического твердого раствора $Pr_{0.1}Zr_{0.18}Ce_{0.72}O_2$ на основе кристаллической решетки диоксида церия проводили методом соосаждения малорастворимых соединений с последующим термолизом [3]. Нанесение платиноидов проводили методом пропитки. В качестве предшественников использовали ацетилацетонаты Ru, Pt, Pd. Образец прокаливали на воздухе при 300°C в течение 2 ч. Палладиевые и рутениевые образцы восстанавливали в потоке азото-водородной смеси ($H_2/N_2 = 3$) при 500°C в течение 4 ч [4], платиновые - при температуре 400°C в течение 2 ч [5]. Микроструктуру катализаторов исследовали методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на электронном

микроскопе Carl Zeiss LEO (Германия) при ускоряющем напряжении 100 кВ. Фазовый состав образцов исследовали методом рентгеновской дифракции на установке D2 PHASER (Bruker, Германия) с монокроматическим $\text{CuK}\alpha$ -излучением в интервале $2\theta = 20-80^\circ$ с шагом $0,05^\circ$. Для идентификации фазового состава использовали картотеку JCPDS. Удельную поверхность полученных материалов определяли на анализаторе NOVA 1200e (Quantachrome, США). Каталитическую активность полученных образцов в реакции окисления СО исследовали проточным методом. Модельная газовая смесь имела следующий состав (об.%): оксид углерода (II) – 4; кислород – 8; азот – баланс при объемной скорости газовой смеси 3600 ч⁻¹. Измерение концентраций оксида углерода(II) и кислорода проводили на газовом хроматографе Chrom-5.

Для исследования каталитических свойств образцов в реакции $\text{CO} + \text{NO}$ использовали проточный метод. Модельная газовая смесь имела следующий состав (об.%): оксид углерода (II) – 0,2; оксид азота (II) – 0,2; азот – баланс. Для измерения концентраций оксида углерода (II) и оксида азота (II) использовали газоанализатор КАСКАД - Н. Исследования проводили при объемной скорости газовой смеси 60000 ч⁻¹. Изучение каталитической активности окисления сажи проводили на термическом анализаторе STD Q600 (TA Instruments, США). В качестве модельного материала использовали сажу (Aldrich, 98%), удельная поверхность которой составляла 115 м²/г. Исследуемый образец смешивали (90% масс.) с навеской сажи (10% масс.) (так называемый «слабый контакт»). Термический анализ проводили в потоке воздуха (100 мл/мин), при этом скорость нагрева составляла 5°C/мин. В качестве меры каталитической активности синтезированных катализаторов использовали характеристические температуры: $T_{\text{нач}}$, T_{max} , $T_{\text{кон}}$, которые определяли на основании кривой дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК). Значения $T_{\text{нач}}$ и $T_{\text{кон}}$ соответствуют нулевой величине теплового потока, определяемой по кривой ДСК. Максимум на полученной кривой ДСК соответствует температуре наибольшей скорости окисления сажи (T_{max}).

Согласно проведенным исследованиям фазового состава образцы имеют флюоритоподобную структуру. Отсутствие максимумов, характерных для оксидов циркония и празеодима, входящих в состав материала, указывает на формирование твердого раствора замещения на основе кристаллической решетки диоксида церия. Параметр кристаллической решетки катализаторов составляет $5.418\text{\AA} \pm 0.0085\text{\AA}$, что близко к параметру диоксида церия (5.411\AA). Для рассматриваемой системы размер кристаллитов, рассчитанный по уравнению Селякова – Шерера, составляет 8 нм. Образцы имеют достаточно высокую поверхность 80-82 м²/г.

Исследование процесса окисления СО в присутствии синтезированных катализаторов показало наличие высокой каталитической активности. В

зависимости от природы нанесенного металла (при условии одинакового содержания активного компонента) каталитическая активность изменяется в ряду: Pt > Pd > Ru. Так, температура 50%-ного окисления для платинового катализатора составляет 42°C, для палладиевого – 77 °C, для рутениевого – 112 °C (табл. 1). Известно, что в реакции окисления СО наиболее активны палладиевые системы. Однако в данном случае платиновый катализатор проявляет значительно большую каталитическую активность по сравнению с палладиевой и рутениевой системой.

Исследование кинетики реакции $\text{CO} + \text{NO}$ в присутствии синтезированных катализаторов показало, что образцы проявляют достаточно высокую каталитическую активность. Также как и для реакции окисления СО, наиболее активными являются платиновые катализаторы, наименее активными – рутениевые, что противоречит известной зависимости активности платиновых металлов в данном процессе, согласно которой наибольшая активность наблюдается у рутения, наименьшая – у палладия. По-видимому, наблюдаемое отклонение от закономерностей обусловлено тем, что в процессе получения катализаторов протекает взаимодействие металл-носитель. В процессе протекающих твердофазных взаимодействий и диспергирования нанесенных компонентов с поверхностью носителя $\text{Ce}_{0,72}\text{Zr}_{0,18}\text{Pr}_{0,1}\text{O}_2$ образуются поверхностные оксидные соединения типа Pt-O-Ce- и Pd-O-Ce- .

Таблица 1

Каталитические свойства синтезированных образцов

	Катализатор	Окисление СО ω 3600 ч ⁻¹		СО + NO ω 60000 ч ⁻¹	
		Температура 50% конверсии	Температура 100% конверсии	Температура 50% конверсии	Температура 100% конверсии
1.	0,5 % Pt	51	76	83	110
2.	1% Pt	42	58	90	115
3.	2% Pt	33	61	125	130
4.	0,5 % Pd	86	160	159	165
5.	1% Pd	84	138	162	173
6.	2% Pd	77	130	168	185
7.	0,5 % Ru	115	197	190	236
8.	1 % Ru	112	172	213	267
9.	2 % Ru	101	164	223	279

На кривых конверсии NO для платиновых катализаторов присутствует характерное плато. Для 0,5 % Pt перегиб отмечается в области температур 60°C, для 2% Pt – 110°C, что связано с образованием N_2O , который образуется при низких температурах вследствие протекания реакции по механизму Ленгмюра-Хиншельвуда

Для палладиевых и рутениевых образцов такая особенность отсутствует в связи с активностью катализатора в реакции разложения N_2O , что приводит к исчезновению перегиба на кривой конверсии NO .

Каталитическая активность по окислению сажи определялась при помощи исследования генезиса кривой ДСК, полученной при нагревании смеси порошка катализатора и сажи (табл.2).

Сопоставление каталитической активности образцов показало, что активность катализаторов возрастает в ряду: $Ru > Pt > Pd$. Активность катализаторов в процессе окисления сажи определяется в основном природой нанесенного компонента и слабо зависит от количества нанесенного компонента.

Таким образом, проведенные исследования показали перспективность использования катализаторов $M/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_2$, где M – Pt, Pd, Ru в процессе каталитической очистки газовых выбросов от CO , NO и сажи.

Таблица 2

Характеристические температуры окисления сажи на $M/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_2$, где M – Pt, Pd, Ru

Катализатор	Характеристические температуры окисления сажи на катализаторах $M/Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_2$, где M – Pt, Pd, Ru		
	$T_{нач}$	T_{max}	$T_{кон}$
$Ce_{0,72}Zr_{0,18}Pr_{0,1}O_2$	535	605	660
0,5 % Pt	368	493	580
1% Pt	368	494	596
2% Pt	362	488	591
0,5 % Pd	403	527	617
1% Pd	401	521	612
2% Pd	406	521	608
0,5 % Ru	359	465	536
1 % Ru	357	456	535
2 % Ru	336	461	540

Литература

1. Иванова А.И. Физико-химические и каталитические свойства систем на основе CeO_2 .//Кинетика и катализ.2009.- т.50.-№6.-С.831-849.
2. Кузнецова Т.Г., Садыков В.А. Особенности дефектной структуры метастабильных нанодисперсных диоксидов церия и циркония и материалов на их основе. // Кинетика и катализ 2008.-т.49,-N6,С 886-905.
3. Малютин А.В., Либерман Е.Ю., Михайличенко А.И., Аветисов И.Х., Кошкин А.Г., Конькова Т.В. Каталитическая активность нанодисперсных твердых растворов $M_{0,1}Zr_{0,18}Ce_{0,72}O_2$ где M - РЗМ в реакции окисления монооксида углерода// Катализ в промышленности, 2013, № 3, с.54-59.
4. Reyes P., Konig M.E., Pecchi G., Concha I., Lopez Granados M., Fierro J.L.G. o-xylene hydrogenation on supported ruthenium catalysts // Catal. Lett., 1997, Vol. 46, P. 71.
5. Zhang Gandao, Bernard Coq, Louis Charles de Menorval, Didier Tichit. Comparative behavior of extremely dispersed Pt/Mg(Al)O and Pt/Al₂O₃ for the chemisorption of hydrogen, CO and CO₂. // Applied Catalysis A, 1996, Vol. 147, P. 395-406.

Е.А. Луцкай¹, Д.Е. Иванов², Е.И. Тихомирова¹

¹Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

²Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ БЫСТРОЙ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ БИОМОНИТРИНГЕ ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В работе представлены результаты совершенствования биомониторинга опасных промышленных объектов с использованием разработанной системы экспресс-методов оценки комплексной токсичности объектов окружающей среды. Описаны методики определения токсичности по изменению двигательной активности дафний и цериодафний при повышенной температуре исследуемой среды, которые позволяют существенно сократить экономические и временные затраты на экотоксикологические исследования.

Ключевые слова: биомониторинг, биотестирование, тест-объекты, экспресс-методы, токсичность, опасный промышленный объект.

Система биомониторинга абиотических и биотических компонентов природной среды является одним из ключевых элементов в системе обеспечения экологической безопасности на территориях, подверженных воздействию опасных промышленных объектов.

Комплекс биологических исследований этой системы экологического мониторинга включает экотоксикологический мониторинг, в рамках которого проводятся исследования токсичности компонентов природной среды методами биотестирования на тест-объектах, относящихся к разным систематическим группам (клеточные культуры, микроорганизмы, низшие растения, беспозвоночные животные); исследования генотоксичности и мутагенности загрязненных компонентов природной среды (генетический мониторинг).

Исследования выполнены в период с 2007-2018 гг. на базе лаборатории биомониторинга и биотестирования ФБУ ГосНИИ промышленной экологии (ГосНИИ ЭНП, г. Саратов), НОЦ «Промышленная экология» СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов), а также при выполнении полевых исследований на территории СЗЗ Балаковской АЭС.

Исследования проводили с использованием следующих общепринятых в биомониторинге методик [1-5], а также с использованием разработанных нами и утвержденных методик [6-9].

Нами был рассмотрен опыт применения методов биотестирования в мониторинге опасных промышленных объектов, их преимущества, недостатки и перспективы применения, что позволило обосновать

необходимость разработки и исследования системы экспресс-методов биотестирования объектов окружающей среды.

Из известных способов оценки токсичности водных сред, основанных на выживаемости и изучении поведенческой реакции рачков *Daphnia magna* Straus [10-12], недостатками являются низкая чувствительность и длительность определения. Имеет место также элемент неоднозначности результатов определения, вызванный наложением на поведение дафний сразу двух факторов: освещенности, которая, в общем случае, может влиять как положительно, так и отрицательно на двигательную активность беспозвоночных и токсичности, которая, в свою очередь, способна как повышать, так и понижать двигательную активность дафний. К недостаткам следует отнести и особенности используемого устройства для регистрации фототаксиса у *Daphnia magna*.

На основе данных анализа были определены приоритеты собственных исследований, выявлена необходимость сокращения временных затрат, значения выбора тест-объектов в зависимости от объекта загрязнения.

Был разработан «Способ биотестирования проб воды и устройство для его осуществления» и получено свидетельство на изобретение № 2409813. Способ позволяет существенно повысить чувствительность метода и достоверность получаемых результатов при сокращении времени проведения анализа. Этот эффект достигается благодаря сравнительной оценке ориентировочно-исследовательской активности и динамики снижения активности дафний, предварительно выдержанных в тестируемом и контрольном растворах соответственно. Для сокращения времени биотестирования и повышения чувствительности метода перед проведением оценки активности дафнии выдерживают в тестируемом и контрольном растворах соответственно в течение 1 часа плюс-минус 5 мин в термостате с температурой 35°C плюс-минус 0,5°C. В качестве контрольного раствора может использоваться нейтральная водная среда (культивационная или отстоянная водопроводная вода).

Для полной реализации возможностей предлагаемого способа биотестирования разработано устройство для биотестирования проб воды в лабораторных и полевых условиях, описанное в том же патенте.

Предлагаемый способ допускает также простую визуальную регистрацию движения дафний с использованием данного устройства. Токсические вещества тестируемой пробы воды оказывают влияние на двигательную активность дафний, что приводит к ее достоверному изменению (уменьшению или увеличению). Степень изменения оценивается по разности числа пересечений линий (границ квадратов) в единицу времени для тестируемой и контрольной проб. Одновременно оценивается скорость изменения скорости движения дафнии во времени (динамика снижения активности).

Были также разработаны устройства, облегчающие проведение экспресс-методов биотестирования: «Устройство для экспресс-оценки качества природных сред» и «Устройство для комплексной оценки качества природных сред», которое помогает проводить регистрацию концентрации инфузорий, измерение интенсивности биолюминесценции бактерий, регистрацию временной зависимости подвижности суспензии половых клеток млекопитающих.

Представленные разработки были выполнены на базе лаборатории биомониторинга и биотестирования ФБУ «ГосНИИЭНП» и подтверждены патентами РФ.

При проведении биологического мониторинга района расположения Балаковской АЭС с методами биотестирования оценивалась токсичность проб воды, водной вытяжки донных отложений из водоема-охладителя и акватории водохранилища, водной вытяжки проб почвы из зоны возможного влияния атомной станции [12].

Экотоксикологический анализ проб проводился на нескольких тест-объектах, относящихся к разным систематическим группам живых организмов (бактерии, инфузории, водоросли, низшие ракообразные) с использованием аттестованных и разработанных нами методов. Острое токсическое действие проб определялось по оценке смертности дафний и цериодафний, по регистрации различий оптической плотности водоросли хлорелла и изменению флуоресценции водорослей, по определению хемотаксической реакции инфузории, по изменению интенсивности биолюминесценции бактерий. Всего за время наблюдения с 2007 года было проанализировано около 576 проб (из них 360 проб почвы, 108 проб воды и 108 проб донных отложений), проведено около 2880 анализов с использованием аттестованных методов биотестирования. Было проанализировано 1256 проб по общепринятым методикам [13-15] и с использованием разработанного нами способа биотестирования. В 98,1 % случаев результаты совпали, что свидетельствовало об эффективности предложенного способа.

Экотоксикологические исследования в целом показали, что состояние водных и наземных экосистем является нормальным. Значимого негативного влияния на водные и наземные экосистемы района своего расположения Балаковская АЭС не оказывает. Аналогичные данные были получены и при выполнении полевых исследований на территории СЗЗ завода по УХО в пос. Горный Саратовской области, подтвердившие отсутствие негативного влияния опасного промышленного производства на объекты окружающей среды.

Работа выполнена в рамках НИР ГосНИИ ПЭ и ОНН кафедры «Экология» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Литература

1. Григорьев Ю. С. Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла. Красноярск: КГУ. — 2004. — 19 с.
2. Григорьев Ю. С., Шашкова Т. Л. Методика определения токсичности водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной, природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia Magna* straus. — М., 2006. - 44 с.
3. Еськов А.П., Тимофеев М.А., Каюмов Р.И., Терехова В.А. Методика выполнения измерений индекса токсичности почв, почвогрунтов, вод и отходов по изменению подвижности половых клеток млекопитающих *in vitro*. М.: МГУ. - 2009. 30с.
4. Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. — М.: Акварос, 2001. 48 с.
5. Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний. — М.: Акварос, 2001. — 52 с.
6. Жмур Н.С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний — М.: АКВАРОС, 2007. - 56 с.
7. Иванов Д.Е., Журавлева Л.Л., Рейтер А.В., Ларин И.Н, Луцай Е.А., Жирнов В. «Способ биотестирования проб воды и устройство для его осуществления» // Патент на изобретение RU2409813 C2, МПК G01N 33/18 (2006.01). Заявлено: 2008123031/10, 07.06.2008. Дата публикации заявки: 20.12.2009 Бюл. № 35
8. Иванов Д.Е., Рейтер А.В, Чупис В. Н, Журавлева Л. Л., Луцай Е.А. «Устройство для экспресс-оценки качества природных сред» // Патент на полезную модель 120101(13) U1, МПК C12M 1/00 (2006.01) C12M 3/00 (2006.01). Заявлено: 2011137715/10, 13.09.2011. Дата публикации заявки: 10.09.2012 Бюл. № 25.
9. Иванов Д.Е., Рейтер А.В, Чупис В.Н, Журавлева Л.Л., Луцай Е.А. «Устройство для комплексной оценки качества природных сред»// Патент на полезную модель (19)RU(11) 117436 (13) U1, МПК C12M 3/00 (2006.01). Заявлено: 2011132702/10, 03.08.2011. Дата публикации: 27.06.2012 Бюл. № 18
10. Комплексный экологический мониторинг в районах расположения опасных промышленных объектов, системы экологического мониторинга объектов по уничтожению химического оружия и атомных электростанций: монография / Под общ. ред. проф. В.Н. Чуписа. — М.: Научная книга, 2014. — 528 с.
11. Луцай Е.А. Система экспресс-методов биотестирования для оценки качества природных сред // Человек, Экология, Культура: сборник научных трудов Всерос. науч.-практ. конф. — Саратов: СГТУ имени Гагарина Ю.А. — 2018.— С.291-294.
12. Луцай Е.А., Журавлева Л.Л., Иванов Д.Е. Система биомониторинга опасных промышленных предприятий // Экологические проблемы промышленных городов, Сборник научных трудов, часть 1. Саратов 2011 г. — С. 98-100.
13. Луцай Е.А., Чупис В.Н., Журавлева Л.Л. и др. Оценка качества воды водоема-охладителя Балаковской атомной электростанции методами биомониторинга // Теоретическая и прикладная экология № 2, 2008. С.- 43-50.
14. Луцай Е.А., Чупис В.Н., Ларин И.Н. и др. Система биотестов для экологического мониторинга // Экология и промышленность России, 2008. С.44-45.
15. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолуминесценции тест-системой «Эколюм». МПР РФ.— М., 2004. — 16 с.

М.П. Матвеев

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЫЗОВОВ, СВЯЗАННЫХ С РАЗМЕЩЕНИЕМ И УТИЛИЗАЦИЕЙ ОТХОДОВ БУРОВЫХ РАБОТ В ЯНАО

В статье приведены данные о значительной степени добычи углеводородного сырья в России до 2030х гг. за счет разработки сухопутных месторождений арктической зоны. Процесс бурения неотделим от процесса использования различных по составу буровых растворов, и образования, соответственно, буровых отходов, к которым относятся буровой шлам, отработанный буровой раствор, буровые сточные воды. Следствием этого является антропогенное воздействие на очень уязвимые арктические тундровые экосистемы. Прогноз такого действия для принятия обоснованных природоохранных решений является актуальным и востребованным в практике.

Ключевые слова: арктические экосистемы, буровые растворы, буровые шламы, антропогенное воздействие, природоохранные мероприятия

Нефтегазовый комплекс России относится к базовым отраслям экономики и играет определяющую роль в обеспечении энергетических потребностей страны [1]. По объемам добычи, разведанным запасам и прогнозным ресурсам углеводородного сырья Россия занимает одно из ведущих мест в мире.

Следует отметить особую роль освоения Арктической Зоны РФ (АЗРФ) для поддержания требуемого уровня добычи углеводородных ресурсов. В соответствии с официальной количественной оценкой сырьевой базы углеводородов (приведена в [2]), начальные суммарные ресурсы (НСР) углеводородов в АЗРФ на 01.01.2013 г. составляют свыше 269.6 млрд т у.т., в т.ч. 48.5 млрд т нефти и конденсата, 221.1 трлн м³ природного газа. При этом подавляющая часть данных ресурсов сосредоточена в Ямало-Ненецком АО – 120.5 млрд т у.т., в т.ч. 98.8 трлн м³ газа.

Согласно опубликованного проекта стратегии освоения углеводородного потенциала Арктической зоны РФ до 2050 г и далее [3], до 2050х годов предусматривается создание двух новых регионов арктической нефтегазодобычи – Южно-Баренцевоморского (в другом наименовании – Южно-Новоземельского) и Ямало-Гыданского (иначе – Ямало-Карского). В пределах первого общие запасы нефти уже выявленных месторождений составляют более 350 млн т, а годовая добыча может быть доведена до 30-40 млн т. Ямало-Гыданский регион имеет доказанные запасы газа не менее 15-20 трлн м³, что может обеспечить годовую добычу до 200-250 млрд м³ газа.

Суммируя вышесказанное, следует отметить, что на период как минимум до 2030х гг уровень добычи углеводородного сырья в России будет поддерживаться в значительной степени за счет разработки сухопутных месторождений АЗРФ, причем в наибольшей степени они будут локализованы на территории Ямало-Гыданского региона. Очевидным представляется тот факт, что объёмы буровых работ (как по количеству скважин, так и по метражу бурения) на указанной территории будут иметь устойчивый тренд к росту.

Неотделимым от процесса бурения являются как процесс использования различных по составу буровых растворов, так и сопряженный процесс образования буровых отходов (к которым относятся буровой шлам, отработанный буровой раствор, буровые сточные воды). Буровой шлам является поликомпонентной суспензией, имеющей в своем составе все применяемые в используемом буровом растворе хим. реагенты. Их спектр и, соответственно, уровень опасности бурового шлама различен и определяется используемой технологией бурения [4]. Перечислим ключевые, на наш взгляд, причины изменения компонентного состава буровых растворов.

Важным направлением в совершенствовании газогидродинамической системы «скважина-продуктивная залежь», связанным с необходимостью повышения величины извлекаемых запасов, является увеличение поверхности дренирования залежи путем удлинения фильтрующего участка в продуктивном пласте. Вышеупомянутые цели достигаются путем строительства скважин либо с одним горизонтальным участком, либо нескольких горизонтальных стволов, разветвляющихся в продуктивном пласте (технология «fishbone»). Бурение горизонтальных участков показывает, как быстрый рост объемов (до 11,2 млн м или 40% от всего эксплуатационного бурения РФ в 2017 [5]), так и средней протяженности интервала горизонтального участка скважины (от 300 м в 2010, 800 м – в 2017, 1500-1700 м в прогнозе к 2030 году). Подобные технологии (в частности, использование роторных управляемых систем – РУС) в обязательном порядке подразумевают изменение требований, предъявляемых к буровым растворам; зачастую происходит смена основы бурового раствора с заменой ее на углеводородную либо синтетическую.

История применения РУО в пределах ЯНАО начинается с 2003 года, когда на Сугмутском месторождении (наименование недропользователя на тот момент – ОАО «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз») был применен буровой раствор на основе минерального масла [6]. В настоящий момент доля РУО от общего объема использования буровых растворов в РФ (2017) составляла 4% или 228 тыс. м³ [7]; есть все основания полагать, что это значение будет расти.

На рисунке 1 приведен график соотношения количества скважин, пробуренных только на РВО и на сочетании РВО+РУО при сервисном

сопровождении ООО «АКРОС» в ЯНАО по годам. Видно, что количество скважин, где в процесс бурения вовлекается РУО (в подавляющем большинстве случаев – на нижних секциях скважины, включая эксплуатационный хвостовик) имеет устойчивую тенденцию к росту.

Кроме того, существующие направления совершенствования строительства скважин (удешевление по стоимости, сокращение продолжительности цикла бурения, уменьшение материалоемкости и т.д.) предполагают, в том числе, строительство скважин по т.н. «оптимизированному дизайну», конечной целью которого является бурение скважины в 1-2 долбления на одном типе бурового раствора.

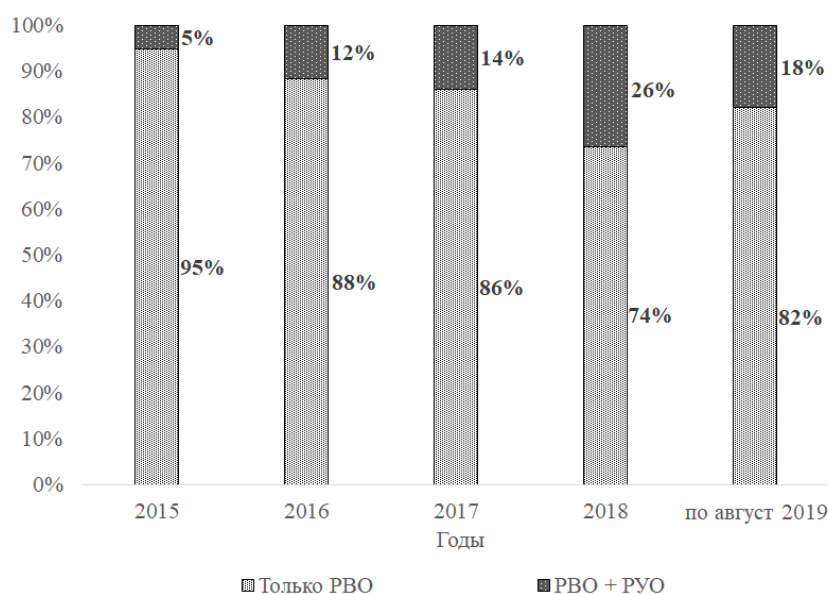


Рис. 1. Сопоставление скважин, пробуренных только на РВО и на сочетании РВО+РУО (по данным, полученным при сопровождении ООО «АКРОС» буровых растворов на территории ЯНАО)

В частности, такой проект был начат в 2018 году на Северо-Покурском месторождении ХМАО (недропользователь – ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз») [8]. Такие проекты еще более увеличивают объемную долю РУО в суммарном объеме используемых в регионе буровых растворов.

В настоящий момент большинство используемых РУО представляют собой обратную эмульсию насыщенного раствора солей кальция (хлорида или бромида) в неполярной жидкости – основе (нефть, дизельное топливо, минеральные и синтетические масла и т.д.). Также в рецептуру РУО входят и другие компоненты – эмульгаторы, структурообразователи, органophilный бентонит, утяжелители и др. [9].

На рисунке 2 приведены доли, которые занимают ключевые компоненты РУО как в массовом выражении, так и с учетом формирования цены за 1 м³. Видно, что, хотя количество базового масла, необходимое для приготовления 1 м³ РУО с ростом плотности падает, его стоимость все

равно является самым главным фактором, определяющим стоимость РУО. Очевидно, что при использовании РУО будет велик интерес к регенерации базового масла в виде эмульсии из шламовой пульпы, представляющей смесь выбуренной породы и бурового раствора. Подобная технология носит название рециклинга [8].

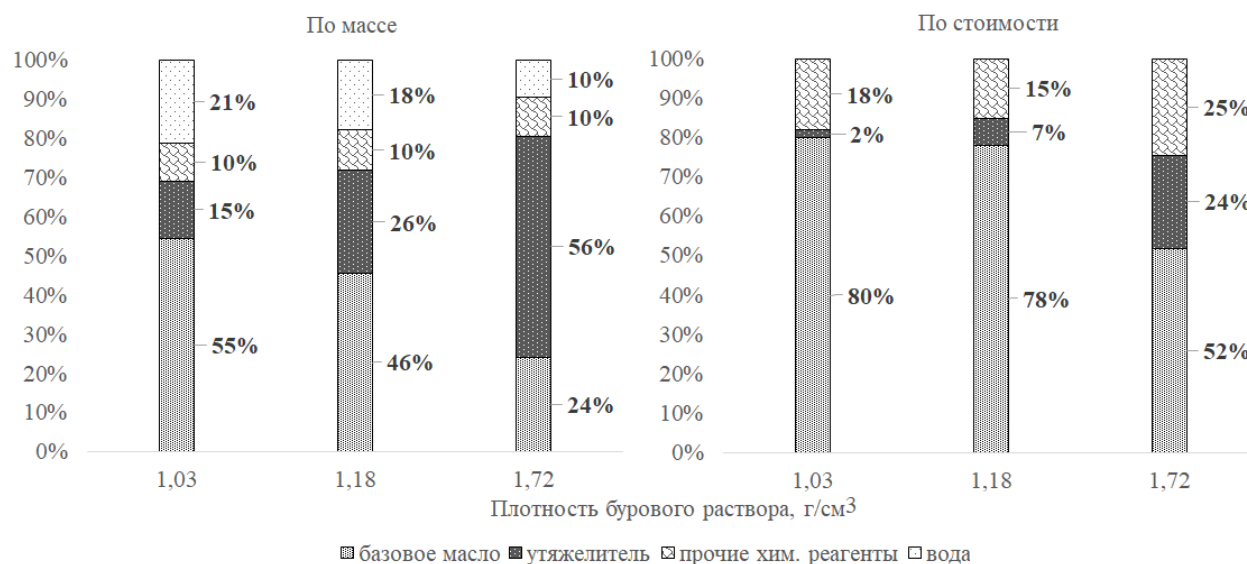


Рис. 2. Сопоставление процентных соотношений компонентов РУО (на основании данных, полученных при сопровождении ООО «АКРОС» буровых растворов на территории ЯНАО)

Конечным отходом рециклинга является шлам, остаточное содержание основы в котором по современным нормативам не должна превышать 5-6% по массе.

При строительстве одной скважины глубиной до 3000 м образуется от 1000 до 3000 м³ жидких отходов [10] – бурового шлама, отработанного бурового раствора, буровых сточных вод. Централизованный сбор этих отходов производится в шламовом амбаре, в подавляющем большинстве случаев – расположенного на той же площадке, что и буровая. Важнейшими составляющими содержимого шламовых амбаров являются вода (45,1%) и твердая фаза (51,4% суммарно, 30,0% из которых – выбуренная порода) [11].

Особое внимание ввиду вышеперечисленных обстоятельств обращает на себя технология закачки отходов буровых работ в пласт (CRI, Cutting Re-Injection). Данная технология была запатентована в 1986 году, и к настоящему моменту хорошо себя зарекомендовала при освоении многих месторождений мира [12]. История использования данной технологии в России начинается в 2004 году, когда она была внедрена компанией «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани» на морских месторождениях Охотского моря в рамках проекта Сахалин-2. Первый проект CRI на суше был осуществлен в 2008 году, с выполнением ОАО «Гипротюмен-

нефтегаз» первого в России проект узла по CRI на территории ХМАО в южной лицензионной территории Приобского месторождения (недропользователь - ООО «Газпромнефть-Хантос») [13].

Рассматриваемая технология представляет собой процесс сбора всего спектра буровых отходов, образующихся в процессе строительства скважин и накопленных в шламовых амбарах, диспергацию отходов в однородную, пригодную для закачки пульпу и закачки шламовой пульпы под давлением, превышающим давление гидроразрыва пласта, в предварительно выбранный пласт, определенный в ходе соответствующих геологических и инженерно-геофизических исследований [14]. Самое главное, что может предоставить технология CRI как на морских, так и наземных проектах бурения – это так называемые «нулевой сброс отходов» и «безамбарное бурение», т.е. отсутствие необходимости их размещения где-то еще, кроме непосредственно объекта закачки, а также вытекающего из этой необходимости увеличенного времени контакта отходов с окружающей средой. Подобное решение экологических проблем сразу по их возникновению и отсутствие у недропользователя долгосрочных обязательств благотворно сказывается на выполнении природоохранного законодательства.

Обязательное проведение геологического исследования параметров трещинного домена, построение модели закачки перед проведением гидроразрыва пласта, а также постоянный мониторинг критически важных параметров закачки (параметров пульпы, регистрации скорости, давления и объема закачки в динамике по времени) позволяет свести к минимуму эксплуатационные и экологические риски (такие, например, как соприкосновение закачиваемой пульпы с подземными водоносными горизонтами). Основу системы мониторинга состояния недр и подземных вод составляют наблюдательные скважины, через которые осуществляется контроль гидродинамических параметров поглощающего домена и объемного распространения пульпы.

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.

Единственным объектом в ЯНАО, где с апреля 2016 года [15] и по настоящий момент при техническом сопровождении ООО «АКРОС» применяется технология CRI является морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) «Приразломная». Перед началом строительства инъекционной скважины было проведено геомеханическое моделирование, позволившее определить оптимальный интервал закачки на глубине 1500-1700 м (с сохранением вышележащего горизонта в качестве резервного объекта закачки). Скорость закачки подготовленной пульпы находится в пределах 0,48-0,64 м³/мин, плотность пульпы – не более 1,30 г/см³ [16]. С

начала работ по октябрь 2019 года закачано 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.

Растет список номенклатуры химических реагентов, вовлекаемых в процесс бурения и последующего освоения скважин: в 1976 году [17] упоминалось использование в отечественной буровой практике 41 наименования реагентов, в 2005 [18] – 123 наименования (из них – 28 наименований материалов для борьбы с поглощениями). В настоящее время номенклатура химических реагентов, используемых только ООО «АКРОС» для приготовления буровых растворов и производства прочих работ по ремонту, заканчиванию и освоению скважин насчитывает 130 наименований (из них – 11 наименований материалов для борьбы с поглощениями).

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: вовлечение в разработку залежей с наличием сложных термобарических условий. Подобные условия неизбежно ведут к необходимости использования буровых растворов высоких плотностей и высоких показателей термостабильности [19]. Для примера можно привести опыт ООО «АКРОС» по разработке Восточно-Мессояхского месторождения (недропользователь – АО «Мессояханефтегаз»). При строительстве скважин указанного месторождения диапазон плотностей используемого на последней секции бурового раствора – 1,60-1,70 г/см³ – находится в пределах средних значений. Однако, следует отметить, что у ООО «АКРОС», как и у других, имеется значительный и успешный опыт работы с буровыми растворами с плотностями более 2,00 г/см³ (как РВО, так и РУО). Бурение с максимальной из применяемых нами плотностей – 2,18 г/см³ – проводилось, в частности, на Западно-Юрхаровском НГКМ (недропользователь – ПАО «НОВАТЭК»). Разумеется, рост плотностей используемых буровых растворов сопряжен с увеличением массы размещаемых отходов буровых работ.

Классический подход к достижению необходимой плотности бурового раствора – использование утяжелителей (баритовых, магнетитовых и др.) – предполагает прогрессивный рост нерастворимой твердой фазы. Для бурового раствора плотностью 1,70 г/см³ содержание твердой фазы составит не менее 25%; плотностью 2,00 г/см³ – порядка 35% и т.д. Подчеркнем, что это справедливо для свежеприготовленного раствора; в процессе бурения содержание твердой фазы будет только

увеличиваться. Соответственно, для РУО, стартовая плотность эмульсии у которых меньше 1,00 г/см³, процентное содержание твердой фазы будет еще выше. Недостатком подобного подхода является повышенный абразивный износ бурового инструмента [20].

В качестве альтернативных систем в мировой практике используется РВО на основе солей, обладающих высокой плотностью насыщенного раствора. В таблице представлены сравнительные концентрации реагентов для различных систем бурового раствора при неизменной плотности 1,70 г/см³. Следует особо отметить, что концентрация карбоната кальция в системе ULTIMUD не обусловлена необходимостью достижения требуемой плотности бурового раствора, а поддерживается для сохранения кольматационных свойств бурового раствора.

Сравнительные концентрации реагентов для различных систем бурового раствора

Система бурового раствора	Плотность бурового раствора, г/см ³	Используемая основа		Концентрация утяжелителей, кг/м ³	
		тип	плотность, г/см ³	барит	карбонат кальция
UNIDRIL (РУО)	1,70	обратная эмульсия	0,98	830	120
UNIFORM K (РВО)		насыщенный раствор формиата калия	1,58	-	200
ULTIMUD (РВО)		ненасыщенный раствор бромиды кальция	1,70	-	100

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 [21].

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 [22], то проведение рекультивации в условиях тундровых сообществ Ненецкого АО требует специфических подходов [23]. 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. Ледовских А.А. и др. Основные проблемы геологического изучения недр и прироста запасов углеводородного сырья Российской Федерации //Геология нефти и газа. 2010. №5. С. 9-23.
2. 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.
3. Гаврилов В.П. и др. Стратегия освоения углеводородного потенциала Арктической зоны РФ до 2050 г. и далее //Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. №3. С. 39-49.
4. 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.
5. RPI: Динамика рынка бурения в 2017 году внушает оптимизм. [Электронный ресурс]. 2017. Дата обновления: 01.03.2017. URL: <https://rogtcmagazine.com/rpi-динамика-рынка-бурения-в-2017-году-внуша/?lang=ru> (дата обращения: 18.01.2019).
6. "Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз" испытывает... | Oilcapital [Электронный ресурс]. 2003. Дата обновления: 22.01.2003. URL: <https://oilcapital.ru/news/markets/22-01-2003/sibneft-noyabrskneftegaz-ispytyvaet-burovoy-rastvor-dlya-gorizontalnogo-bureniya> [дата обращения: 27.09.2019].
7. АТ Consulting. Исследование рынка буровых растворов и компонентов для буровых растворов (9 выпуск). 2012-2017 гг. Российская Федерация. С. 501-502.
8. Оптимальное бурение – Журнал «Сибирская нефть». [Электронный ресурс]. 2018. Дата обновления: 10.11.2018. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2018-november/2067588/> [дата обращения: 05.10.2019].
9. Нуцкова М.В. и др. Исследования буровых растворов на углеродной основе для первичного вскрытия продуктивных пластов //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. 2019. Т. 19. №. 2.
10. Солодовников А.Ю., Солодовникова З.А. К вопросу утилизации отходов производства и потребления на предприятиях нефтегазового комплекса //Наука сегодня: реальность и перспективы: материалы международной научно-практической конференции. 2019. С. 158.
11. Скипин Л.Н. и др. Техногенное воздействие шламовых амбаров на окружающую среду полуострова Ямал //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. №.11. С. 146.

12. Любин Г. П. и др. Первый опыт проектирования в России установки по закачке буровых отходов в пласт // Нефтяное хозяйство. 2009. №. 9. С. 66-69.
13. Чистое бурение – Журнал «Сибирская нефть». [Электронный ресурс]. 2009. Дата обновления: 10.03.2009. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2009-march/1104580/> [дата обращения: 01.10.2019].
14. По закачке буровых отходов. [Электронный ресурс]. 2017. Дата обновления: 15.06.2017. URL: <https://www.akros-llc.com/upload/iblock/51a/51af8b4b14cd55913bf1304f2725fd45.pdf> [дата обращения: 25.09.2019].
15. Газпром нефть шельф ввел в эксплуатацию на... [Электронный ресурс]. 2016. Дата обновления: 05.04.2016. URL: <https://neftegaz.ru/news/drill/221413-gazprom-neft-shelf-vvel-v-ekspluatatsiyu-na-prirazlomnom-mestorozhdenii-pogloshchayushchuyu-skvazhin/> [дата обращения: 01.10.2019].
16. Ефремикин И. М., Рогозин М.А. Обеспечение экологической безопасности при бурении скважин на месторождении "Приразломное" путем закачки отходов бурения в поглощающий пласт // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2013. №. 2. С. 40-43.
17. Жуховицкий С.Ю. Промывочные жидкости в бурении. М.: Недра, 1976. С.67-106.
18. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. Оренбург: Летопись, 2005. С.170-276, 424-430.
19. Нацепинская А. М. и др. Перспективы развития буровых растворов и технологических жидкостей для условий АВПД // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2004. №. 5. С. 55-59.
20. Утяжелитель для обработки буровых растворов: пат. 2251565 Рос. Федерация: МПК7 С 09 К 7/04, Н 04 J 13/00 / Рябоконь С.А. и др.; заявитель и патентообладатель Рябоконь С.А. и др. – № 2003123761/03; заявл. 28.07.03; опубл. 28.07.03, Бюл. № 13. 7 с.
21. Опыт применения безбаритовой системы... [Электронный ресурс]. 2017. Дата обновления: 10.09.2017. URL: <https://www.akros-llc.com/innovation/projects/opyt-primeneniya-bezbaritovoy-sistemy-burovogo-rastvora-uniform-k-na-osnove-formiata-kaliya-pri-stro/> [дата обращения: 01.10.2019].
22. Седых В.Н. Естественное возобновление леса на отходах бурения // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 3. №.4. С.114-120.
23. Кононов О.Д., Попов А.И. Проблема рекультивации нарушенных тундровых земель ненецкого автономного округа // Arctic Environmental Research. 2015. №. 3. С.15-19.

А.Ю. Опекунов, М.Г. Опекунова, С.Ю. Кукушкин, С.А. Лисенков

Санкт-Петербургский государственный университет

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ОТХОДАМИ БУРЕНИЯ

Представлены результаты мониторинга загрязнения почв в результате воздействия отходов бурения за пределами промышленной площадки. На двух профилях изучена латеральная и вертикальная миграции химических элементов в почвах. Определено содержание металлов, а также основных катионов и анионов в генетических горизонтах почв, в почвенных и грунтовых водах. Показана интенсивность латеральной и радиальной миграции поллютантов в лесотундровых ландшафтах. Сделан вывод об относительно высокой устойчивости почвенного покрова изученных природно-территориальных комплексов к химическому загрязнению за счет интенсивной латеральной и относительно слабой радиальной миграции.

Ключевые слова: буровой шлам, почвы, почвенные и грунтовые воды, металлы, латеральная и радиальная миграция.

Основным источником загрязнения при освоении месторождений углеводородного сырья служат буровые отходы, складываемые в шламовые амбары. Разрушение амбаров, что нередко наблюдается на территории месторождений, сопровождается поступлением отходов на рельеф местности. Это приводит к загрязнению почв и грунтовых вод, деградации растительности. На состояние ацидофильной растительности природно-территориальных комплексов (ПТК) большое влияние оказывает щелочная реакция растворов. Именно этот фактор приводит к массовому развитию хлорозов и некрозов надземной биомассы, а также гибели большинства растений сразу после разлива отходов бурения. Целью мониторинга, который проводился в течение 3 лет, стала оценка уровня химического загрязнения и масштаб его распространения в почвах, почвенных и грунтовых водах. Исследования проведены в пределах двух лицензионных участков нефтегазоконденсатных месторождений ЯНАО. Почвы представлены элювиально-железистыми подбурами (пр. 105) и торфяно-глеевыми почвами (пр. 208). Они характеризуются низким содержанием химических веществ. Доля подвижных (сорбционно-карбонатных) форм металлов составляет 1-3% от валового содержания. Сравнение полученных результатов с региональным геохимическим фоном [1] показало, что концентрация металлов в почвах, даже в непосредственной близости к объектам промысла, невысока.

Исследования проводились на площадках, где произошел сброс буровых отходов. На основе катенарного принципа закладывались профили с четырьмя (105) и пятью (208) почвенными разрезами через 50 м. В каждом почвенном разрезе из разных генетических горизонтов отобраны по 3-4 пробы. В лаборатории образцы почв и буровых шламов подвергались

полному кислотному вскрытию. Определение металлов в почве, шламах и воде проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе «ELAN-6100 DRC»; анализ хлоридов, сульфатов, фосфатов и нитратов – методом ионной хроматографии.

Изучение химического состава буровых шламов и шламовых вод показало высокую степень изменчивости содержания веществ (табл. 1), что обусловлено разным составом применяемых буровых растворов. Наиболее выражено их загрязнение нефтяными углеводородами (НУ), Ba, Sr, PO_4^{3-} , Cl, SO_4^{2-} . Отмечаются повышенные содержания Mn, Cu, Pb, Zn, фенолов, а также высокая щелочность. Наблюдаются высокие концентрации катионов (K^+ , Ca^{2+} , Na^+) и значительная минерализация воды. Шламовые воды соответствуют хлоридно-натриевому и хлоридно-кальциевому типам, что отвечает составу пластовых вод продуктивных горизонтов земной коры. Содержание отмеченных выше химических веществ в буровых шламах и в воде, меняется в зависимости от времени хранения отходов.

Таблица 1

Среднее значение величины pH и содержание химических веществ в жидкой и твердой фазах отходов бурения

Химические вещества и показатели	Шламовые воды (мг/л)	Буровой шлам (мг/кг)
pH	7,87-8,69	7,10-10,5
NO_3^-	0,38-2,1	0,44-1,46
SO_4^{2-}	38-108	94-360
PO_4^{3-}	0,43-11,3	27- более 500
Cl	1100-3500	56-2000
K	75-2300	12000-16500
Ca	330-1460	3200-41300
Mg	2,5-11,3	н.д.
Na	600-2100	5500-10500
Cd	0,0001-0,0077	0,13-0,20
Ba	0,22-19	678-71900
Fe (общее)	1,32-10,4	17800-31000
Mn	0,055-0,46	248-411
Sr	н.д.	107-752
Cu	0,018-0,106	36,9-53,4
Cr	н.д.	119-303
Ni	0,022-0,039	19,1-50,3
Pb	0,0022-0,016	14,3-87
Zn	0,015-0,050	148-224
V	н.д.	49-119
Нефтяные углеводороды	0,78-44	10,0-880

В 2017 году сразу после аварийного разлива шламовых отходов в непосредственной близости к источнику на обоих участках было установлено увеличение в органогенном горизонте почв показателя pH до 5,8-6,6 и рост в 2-10 раз концентрации сульфатов, хлоридов, фосфатов, НУ,

а также небольшое повышение над фоном металлов. В 2018 г. загрязнение сместилось за счет радиальной и латеральной миграции, т.е. на второй год для большинства ТМ отмечается снижение концентрации в органогенном горизонте и небольшой рост в иллювиальном горизонте (ВН) почв. Однако в 2019 г. вновь наблюдается рост концентрации металлов в органогенных горизонтах. На пр. 105 в непосредственной близости к разливу это выражено для Ba, Mn, Zn, Cu, Cr, V, Na; на удалении 50 м такая тенденция проявляется для Fe, Sr, V, Na. Во всех случаях рост концентрации не превышает 1,5-2,0 раза. В нижних горизонтах и на расстоянии более 50 м каких-либо изменений в содержании металлов в почвенных разрезах не установлено. На пр. 208 латеральная миграция металлов происходит более активно. В 2019 г., по сравнению с 2018 г., в торфянистом и минеральном горизонтах рост содержания металлов фиксируется до 100 м от участка разлива. В наибольшей степени он типичен для Ba, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, Fe, V, Sr и составляет 2-5 раз.

Однако в наибольшей степени загрязнение буровыми отходами отразилось на химическом составе грунтовых и почвенных вод. Первые были отобраны на профиле 105, где залегают элювиально-железистые подбуры, вторые отжаты из верхнего горизонта торфяно-глеевых почв (пр. 208). Прослеживается общая тенденция снижения концентрации анионов и катионов по мере удаления от источника. Различия в концентрации веществ могут достигать 50 раз и более. Отмечается относительно небольшое изменение по годам: в 2019 г. по отношению к предшествующему году снизилось содержание Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} . Концентрация NH_4^+ , NO_3^- , K^+ , Cl^- сохранилась на прежнем уровне.

Элементный состав и физико-химические показатели грунтовых и почвенных вод приведены в табл. 2. Кислотно-щелочной показатель, минерализация и содержание в воде большинства металлов чутко реагируют на загрязнение буровыми шламами. Металлы характеризуются активной латеральной миграцией. Исключение составляют Cu, Cd и в грунтовых водах Pb, которые в основном ассоциированы в органоминеральные комплексы фульватного типа и повсеместно распространены в органическом горизонте почв [2]. Кроме того, они не относятся к индикаторам загрязнения буровыми отходами (см. табл. 1).

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Сброс буровых шламов на рельеф местности в условиях лесотундры приводит к загрязнению металлами, биогенными веществами, хлоридами и сульфатами, в первую очередь, почвенных и грунтовых вод, а также их подщелачиванию. Минеральная и органическая часть почв подвергается загрязнению в значительно меньшей степени.

Таблица 2

Показатели и элементный состав почвенных и грунтовых вод на изученных профилях при разном удалении от участков загрязнения буровыми шламами

Показатель	Почвенные воды (пр. 208)			Грунтовые воды (пр. 105)		
	0 м	50 м	200 м	0 м	50 м	250 м
рН, ед.	7,15	5,74	4,37	4,9	4,67	5,06
Минерализация, мг/л	2020	890	137	1750	233	124
Na, мг/л	525,2	274,0	23,8	136,1	13,7	13,2
K, мг/л	12,4	7,13	3,63	2,55	1,34	1,31
Ca, мг/л	4,62	2,10	0,478	71,7	7,64	2,89
Fe, мг/л	21,2	13,7	2,01	0,0158	0,130	0,219
V, мкг/л	94,2	44,9	6,91	0,3	0,25	0,24
Cr, мкг/л	23	16,6	8,05	1,38	1,19	0,87
Mn, мкг/л	206	104	27,1	3640	32,2	227
Co, мкг/л	11,5	4,9	1,75	47	1,85	1,86
Ni, мкг/л	32,9	15,3	4,29	194	22,7	24,2
Cu, мкг/л	28,7	42,5	10,3	2,68	4,62	0,94
Zn, мкг/л	99	74,7	39,1	56	46,1	18,5
Sr, мкг/л	1410	596	44,9	2360	268	150
Cd, мкг/л	0,63	0,6	0,32	2,43	0,3	0,46
Pb, мкг/л	25,8	20,1	3,78	0,5	0,83	0,42
Ba, мкг/л	1150	450	57	721	115	200

2. В целом кислые условия среды определяют активную латеральную миграцию перечисленных поллютантов и вынос их за пределы участка загрязнения. Радиальная миграция имеет значение только для хорошо растворимых анионов и катионов. Такой сценарий миграции определяет относительно высокую устойчивость почв изученных ПТК к химическому загрязнению, определяемую активным промывным режимом катенарной структуры ландшафтов, эффективным разбавлением потоков поллютантов низко минерализованными кислыми водами.

3. При мониторинге загрязнения в результате производства буровых работ на территории тундры и лесотундры наибольшую индикаторную значимость имеют грунтовые и особенно почвенные воды.

Литература

1. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Ганул А.Г. Фоновое содержание химических элементов в почвах и донных осадках севера Западной Сибири. Почвоведение. 2019. № 4. С. 422-439. DOI: 10.1134/S0032180X19020114

2. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Арестова И.Ю. Оценка трансформации природной среды в районах разработки углеводородного сырья на севере Западной Сибири / Сибирский экологический журнал, № 1, 2018, с. 122–138. DOI: 10.15372/SEJ20180111.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО-РФФИ № 17-05-41070.

М.Г. Опекунова, А.Ю. Опекунов, С.Ю. Кукушкин, С.А. Лисенков

Санкт-Петербургский государственный университет

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Статья посвящена разработке методологических аспектов производственного экологического мониторинга на территории лицензионных участках нефтегазодобычи Ямало-Ненецкого автономного округа. На основе анализа действующей системы мониторинга предложены принципы организации сети станций мониторинга, обоснован обязательный перечень загрязняющих веществ, рассмотрены возможности применения биоиндикации и биотестирования при контроле за состоянием компонентов окружающей среды.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, природные воды, донные осадки, почва, растение, биоиндикация, биотестирование

В настоящее время изменение окружающей среды при нефтегазодобыче на севере Западной Сибири контролируется при проведении локального экологического мониторинга, обязательность которого определена Постановлением № 56 Правительства ЯНАО [1]. Согласно этому документу первостепенное внимание уделяется оценке качества атмосферного воздуха, природных вод, почв, а также нарушенности земель и растительного покрова, развитию экзогенных геологических процессов. Однако система мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды сталкивается с серьезными проблемами качества получаемой экологической информации из-за отсутствия общей методологии и обоснованных методов проведения производственного (локального) экологического мониторинга. С одной стороны, отсутствие единой методики сбора, обработки и анализа материала не позволяет сравнивать результаты исследований, полученные разными подрядными организациями. С другой стороны, применяемые подходы в локальном экологическом мониторинге не способны фиксировать малозаметный, но устойчивый тренд изменения экологической ситуации под воздействием техногенеза. В этих условиях необходима унификация подходов и методов, разработка комплекса взаимозаменяемых методик, позволяющих проводить исследования окружающей среды в условиях различной интенсивности антропогенного воздействия.

Многолетние исследования на территории нефтегазоконденсатных месторождений Надым-Пур-Тазовского междуречья [2, 3] показали, что антропогенная трансформация ландшафтов носит локальный характер. Основное негативное воздействие наблюдается, главным образом, на стадиях геологоразведочных работ и обустройства промысла. При эксплуатации месторождения основными источниками загрязнения служат шламовые

амбары и сброс пластовых вод при технологических операциях на скважинах, приводящие к подщелачиванию природных вод и почв, загрязнение их нефтяными углеводородами, фенолами, хлоридами, Ba, Sr, Fe и Na [4].

Разработанная методология организации и проведения экологического мониторинга на территории лицензионного участка определяет методику проведения полевых исследований, отбора образцов компонентов окружающей среды и их лабораторный анализ.

При выполнении полевых работ необходима сеть эталонных площадей, включающая контрольные (вблизи объектов инфраструктуры нефтегазового промысла), условно-контрольные (в зоне влияния группы производственных объектов или общего воздействия всей хозяйственной инфраструктуры) и условно-фоновые станции мониторинга (не затронутые техногенным воздействием). Мониторинг должен проводиться 1 раз в год в период максимальной биологической активности (в июле-августе). Изучение компонентов природных наземных и аквальных комплексов (снежного покрова, приземного слоя атмосферного воздуха, поверхностных вод, донных отложений, почв и растительности) в сопряженном ряду элементарного геохимического ландшафта осуществляется на основе катенарного принципа. Для получения репрезентативной информации фоновые участки выбираются таким образом, чтобы охватить все разнообразие природных условий на контрольных и условно-контрольных станциях с учетом мозаичности и комплексности природных экосистем. Геоэкологическое описание станции мониторинга включает характеристику всех компонентов окружающей среды, природных и антропогенных объектов, примыкающих к станции мониторинга. Дается подробное описание состава четвертичных отложений, рельефа и микрорельефа, почвенного покрова и растительности. Для определения латеральной миграции химических элементов используются экологические профили, проходящие через основные формы мезорельефа и включающие не менее 3-5 пикетов. Мониторинг экзогенных геологических процессов и динамики нарушенности земель проводится на базе сравнения с ландшафтной и геоботанической картами лицензионного участка на момент выполнения фоновой оценки.

Оценка загрязнения окружающей среды в местах размещения объектов нефтегазодобычи дается на основе анализа изменения химического состава компонентов ландшафтов. Поскольку в отдаленных районах Севера, где отсутствуют постоянные посты контроля качества атмосферного воздуха, единичные измерения концентрации поллютантов в воздухе не дают представления о его загрязнении и могут привести к ложным выводам, прямой отбор и анализ проб воздуха необходимо заменить интегральной оценкой состояния атмосферного воздуха по химическому составу снежного покрова (снеговой воды и твердых аэрозолей) и индикаторных видов растений. Отбор проб снега выполняется

один раз в год в соответствии с РД 52.04.186-89 [5] в III декаде апреля - I декаде мая. Отбор проб и изучение химического состава растений проводится в соответствии с СП 47.13330.2016 [6]. Собственно определение содержания поллютантов в атмосферном воздухе необходимо проводить в рамках производственного экологического контроля на границе СЗЗ или за контуром производственной площадки.

Изучение водных объектов и отбор проб природных вод проводится в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 и др. При исследовании донных осадков водных объектов, для которых характерны крайне низкие скорости осадконакопления (0,01-0,5 мм/год), необходимо брать самый верхний слой отложений; при наличии наилка (полувзвешенные тонкодисперсные осадки) в пробу берется только этот слой.

Отбор проб почв на эталонных участках, где закладывается почвенный разрез, осуществляется из всех генетических горизонтов. На остальных станциях мониторинга почвенный материал отбирается методом конверта по ГОСТ 17.4.4.02-84 и др. из двух генетических горизонтов – органогенного и иллювиального, что обеспечивает оценку не только поверхностного загрязнения, но и контроль миграции загрязняющих веществ вглубь почвенного покрова.

Таблица

Перечень загрязняющих веществ и параметров, подлежащих исследованию в компонентах окружающей среды

Атмосферный воздух
Оценка проводится на основе анализа снега и индикаторных видов растений
Снег
NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl, нефтяные углеводороды, Feобщ, Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+}
Природные воды
pH, NH_4^+ , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , нефтяные углеводороды, фенолы, Feобщ, Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+} , Ba^{2+}
Донные осадки
pH, SO_4^{2-} , Cl, нефтяные углеводороды, Na, Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, Cr, Cd, Hg, Cu, Ba, V, Sr
Почвы: органогенный и иллювиальный горизонты
pH, NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl, нефтяные углеводороды, нафталин, Fe, Pb, Zn, Mn, Ni, Cr, фенолы, Na, АПАВ, Cd, Hg, Cu, V, Ba, Sr
Индикаторные виды растений: багульник <i>Ledum decumbens</i> и лишайник <i>Cladonia stellaris</i>
Na, Sr, Fe, Pb, Zn, Mn, Cu, Ni, Cr, Ba, V, Co, Cd

С целью унификации получаемых результатов различными изыскательскими организациями для анализа валового содержания химических элементов при пробоподготовке и химическом анализе донных осадков, почв и растений необходимо применение полного кислотного

вскрытия проб, исключая использование кислотных вытяжек. Наиболее предпочтительными методами определения химического состава проб являются ИСП МС и ИСП АЭС. Для оценки воздействия нефтегазодобычи на природную среду скорректирован набор загрязняющих веществ, изучаемых в ходе локального мониторинга лицензионных участков (таблица). В перечень веществ дополнительно включены Ba, Sr, V, Co, Sc и нафталин в почвах и донных отложениях, рост содержания которых указывает на загрязнение окружающей среды при проведении буровых работ (Ba, Sr, V, нафталин) или служит, наряду с другими металлами, индикатором состава почвообразующих пород (Sc, Co).

Для фиксации малозаметных изменений окружающей среды в условиях добычи углеводородов необходимо включать биологические методы контроля загрязнения среды. В качестве биоиндикаторов техногенного загрязнения рекомендованы известные для тундровых и лесотундровых ландшафтов растения: *Ledum decumbens* (Ait.) Lodd. ex Steud. и *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vezd. Оценку токсичности компонентов ландшафта целесообразно проводить по результатам биотестирования с использованием *Daphnia magna* Straus. и *Chlorella vulgaris* Beijer., особенно вблизи объектов техногенеза.

Литература

1. Постановление Правительства ЯНАО от 14.02.2013 № 56-П «О территориальной системе наблюдений за состоянием окружающей среды в границах лицензионных участков на право пользования недрами с целью добычи нефти и газа на территории Ямало-Ненецкого автономного округа».
2. Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С. Ю., Ганул А. Г. Оценка экологического состояния природной среды районов добычи нефти и газа в ЯНАО // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7: Геология, география. 2012. Вып. 4. С. 86-100.
3. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Арестова И.Ю. Оценка трансформации природной среды в районах разработки углеводородного сырья на севере Западной Сибири / Сибирский экологический журнал, № 1, 2018, с. 122–138. DOI: 10.15372/SEJ20180111
4. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Арестова И.Ю., Кукушкин С.Ю., Спасский В.В., Никитина М. А., Елсукова Е. Ю., Шейнман Н. А., Недбаев И. С. Использование методов биоиндикации и биотестирования в оценке экологического состояния территории газоконденсатных месторождений севера Западной Сибири // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 3. С. 326–344.
5. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы.
6. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО-РФФИ № 17-05-41070.

Р.В. Романов

Муромский институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В работе рассмотрен подход по организации геоэкологического мониторинга нецентрализованного водоснабжения в населенных пунктах, расположенных на карстовых территориях. Приведены результаты мониторинга территорий, на которых промышленные объекты оказывают негативное влияние на источники нецентрализованного водоснабжения и карсто-суффозионные процессы.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, нецентрализованное водоснабжение, техногенная нагрузка, геоэлектрический метод, промышленные объекты.

В настоящее время антропогенное воздействие все чаще сказывается на снижении качества водных ресурсов, а постоянное повышение уровня водопотребления приводит к нарушению установившегося водного режима. По данным мировой статистики (доклады ООН и MDGs) около восьмидесяти процентов сточных вод попадает в водоемы без прохождения процедуры очистки [1]. Таким образом, проблема водоснабжения качественной водой, а в целом и контроль качества воды особенно при нецентрализованном водоснабжении является мировой проблемой.

Контроль качества воды источников нецентрализованного водоснабжения еще более усложняется, если водопользование осуществляется на закарстованных территориях [2]. Карстовые водообменные системы в отличие от аналогичных систем в нерастворимых породах имеют высокую природную и антропогенную уязвимость ресурсов подземных вод, их крайне низкую способность к самоочищению и рассеиванию загрязняющих веществ. Техногенная нагрузка промышленных объектов оказывает сильное воздействие на подземные воды, искажает ход развития карсто-суффозионных процессов.

Проведение геоэкологического мониторинга источников нецентрализованного водоснабжения в этом случае является актуальной и достаточно сложной задачей, особенно в условиях наличия активных карстовых процессов и при сложных гидрогеологических условиях на территории расположения потенциально опасных промышленных объектов.

На территориях небольших населенных пунктов, частном секторе и других инженерно-технических объектах вблизи промышленных объектов, где применяется нецентрализованное водоснабжение, устанавливают системы мониторинга параметров качества грунтовых вод и определяют районы с различным гидрогеологическим режимом подземных вод. Данные системы построены с учетом наличия наблюдательных пунктов (скважины, колодцы), анализ состояния воды из которых позволяет системам подобного класса контролировать параметры загрязнения водных ресурсов и динамику уровня водоносного горизонта [3]. Организация мониторинга регламентируется органами ведомственного контроля водных ресурсов[4].

Предлагаемый подход организации геоэкологического мониторинга нецентрализованного водоснабжения в населенных пунктах, в условиях влияния техногенной нагрузки промышленных объектов расположенных на карстовых территориях, предполагает решение следующих задач:

- выделение ключевых гидрогеологических процессов на контролируемой территории требующих гидрологического и геодинамического контроля в геологической среде на основе анализа условий протекания карстовых процессов;
- обоснованный выбор методов регистрации и оценки контролируемых параметров;
- выявление факторов, оказывающих негативное влияние на точность результатов, и разработка алгоритмов обнаружения гидрогеодинамики;
- оценка и анализ обнаруженных аномалий;
- прогнозирование необратимых катастрофических изменений гидрогеологических условий эксплуатации нецентрализованного водоснабжения.

Построение систем автоматизированного гидрогеологического контроля базируется на принципиальной возможности проведения оценки и геодинамического прогноза на основе локальных наблюдений за отдельными выделенными геодинамически активными зонами [5]. Представляя гидрогеологическую среду как совокупность больших и малых объемов среды (объектов), можно выделить отдельные гидрогеодинамические объекты, определяющие тот или иной процесс. Это позволяет выделять локальные изменения при обобщенной оценке геодинамики гидрогеологической среды и прогноза возможных негативных сценариев.

Для контроля гидрогеологических параметров среды (минерализация и уровень залегания подземных вод) применялись геоэлектрический метод многочастного вертикального электрического зондирования совместно с фазометрическим методом регистрации геоэлектрических сигналов, который имеет ряд преимуществ [6]. Удельная электропроводимость насыщенных водой горных пород сильно отличается от удельной электропроводимости сухих горных пород. С увеличением концентрации

солей в воде усиливаются межзионные взаимодействия, вследствие этого электропроводность водных систем увеличивается и регистрируется системой гидрогеологического контроля [7].

Геоэкологический мониторинг территории нецентрализованного водоснабжения проводился в районе г. Дзержинска Нижегородской области. Выбор данной территории обоснован тем, что город Дзержинск является крупным промышленным центром, а его окрестная территория имеет большое число промышленных зон расположенных в населенных пунктах и частном секторе использующим нецентрализованное водоснабжение.

В районе поселка Пушкино техногенное влияние на карстовые воды нецентрализованного водоснабжения самое интенсивное, так как здесь находятся грунтовые водозаборы, нарушающие естественный режим аллювиального водоносного горизонта в трещинно-карстовых породах. На многих промпредприятиях, кроме того, происходят утечки промышленных вод. Они, как правило, химически загрязнены и имеют повышенную минерализацию и температуру. Вследствие этого, помимо создания дополнительных условий инфильтрации в местах утечек промышленных вод, увеличиваются скорости растворения карстующихся пород. Источником загрязнения служат, кроме упомянутых выше утечек промстоков в грунт, также свалки твердых отходов химической промышленности. Строительство отстойников, искусственных водоемов также создает дополнительные условия для постоянного увлажнения и развития карстово-суффозионных процессов.

В самом городе распространены утечки вод из подземных коммуникаций из-за сильной изношенности водопроводной, канализационной и тепловой сетей города. В результате этого происходит локальное насыщение водой зоны аэрации, а иногда и подпитывание первого водоносного горизонта используемого для нецентрализованного водоснабжения. Это ускоряет развитие карстовых полостей.

В рассматриваемой работе предусмотрена организация карстологического мониторинга с последующей разработкой при необходимости специальных мер эксплуатационного характера. При мониторинге предусматривается проводить наблюдения за режимом и составом подземных вод не реже 1 раза в квартал, а за возможными деформациями- 1-2 раза в год. По результатам этих работ должна проводиться корректировка карстоопасности и выработка методик адаптивного гидрогеологического контроля эксплуатации нецентрализованного водоснабжения.

Работа выполнена при поддержке Стипендии Президента РФ СП-254.2019.5

Литература

1. Cherunya P. C. Sustainable Supply of Safe Drinking Water for Underserved Households in Kenya: Investigating the Viability of Decentralized Solutions / Cherunya P. C., Janezic C. and Leuchner M. // *Water* 2015, 7(10), pp.5437-5457;
2. Климчук А.Б. Рекомендации по охране подземных источников питьевого водоснабжения в карстовых регионах / Климчук А.Б., Токарев С.В. // *Спелеология и карстология*. – № 12. – Симферополь. – 2014. - С. 5-16.
3. Сомов, М. А. Водоснабжение: учебник / Сомов, М. А., Квитка Л.А. // М.: ИНФРА-М, 2014. - 288 с.
4. Шестаков В. М. Методика оценки ресурсов подземных вод на участках береговых водозаборов: монография / Шестаков В. М., Невечеря И.К., Авилина И.В. // М.: КДУ, 2009. - 192 с.
5. Dorofeev N. V. The method of selection of key objects and the construction of forecast function of the destructive geodynamic processes / Dorofeev N. V., Kuzichkin O. R., Eremenko V. T. // 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, Book2 Vol. 1, pp 883-890
6. Vasilyev, G. Results of the modeling of the phase-metric method of the control of the development of suffusion processes / Vasilyev, G., Kuzichkin, O., Baknin, M., Dorofeev, N., Grecheneva, A. // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM Volume 18, Issue 5.2, 2018, Pages 827-834
7. Романов Р.В. Геоэкологический контроль водоносного горизонта в нецентрализованной системе водоснабжения на локальном уровне / Романов Р.В., Кузичкин О.Р., Греченева А.В. // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. №3(311) 2015. - с.137-142.

З.А. Симонова, И.С. Шайденко

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ВБЛИЗИ С КРУПНЫМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ г. САРАТОВА

Проведен анализ качества атмосферного воздуха на территориях СЗЗ промышленных предприятий по сезонам года. Рассчитанный индекс КИЗА соответствует 5, что свидетельствует о состоянии нормы. Установлено превышение ПДК по диоксиду азота. По морфо-биохимическим параметрам определено критическое состояние деревьев, произрастающих на анализируемых территориях.

Ключевые слова: промышленные предприятия, загрязнение атмосферного воздуха, фитоиндикация, экологическое состояние среды

Для г. Саратова, также как и для большинства крупных промышленных центров России, характерны проблемы, связанные с загрязнением атмосферы выбросами промышленных предприятий, в

результате чего формируется ситуация экологического неблагополучия и растёт риск для здоровья населения.

Цель нашей работы заключалась в сезонном определении состояния территорий санитарно-защитных зон предприятий г. Саратова.

Нами в течение нескольких лет определялся сезонный уровень загрязнения атмосферного воздуха на территориях санитарно-защитных зон 7 предприятий в г. Саратове, оказывающих наибольшее влияние на атмосферу города и представленных в таблице.

Исследуемые участки

1	ЗАО «СЭПО»
2	ОАО «НПП «Алмаз»
3	ЗАО «Электроисточник» - Саратовский аккумуляторный завод
4	ООО «Саратовтехстекло»
5	ООО «Саратоворгсинтез»
6	ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод»
7	ОАО «Саратовский подшипниковый завод»

Анализ качества воздушной среды производился по результатам определения максимально-разовых и среднесуточных концентраций оксидов азота, оксидов углерода, диоксида серы, формальдегида, взвешенных частиц пыли, озона ионов железа, цинка и хрома. На основании среднесуточных и максимально разовых концентраций устанавливали динамику изменения концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) посезонно в течении годового цикла. На основании полученных результатов рассчитывали комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА).

Практически по всем определяемым веществам по сезонам на территориях СЗЗ предприятий не было зафиксировано превышения ни ПДКм.р., ни ПДКс.с. Исключение составили оксид и диоксид азота. По оксиду азота отмечалось превышение ПДКс.с. в районе ООО «Саратоворгсинтез» в течение всех сезонов. По диоксиду азота было установлено превышение и ПДКм.р., и ПДК с.с. по сезонам для всех исследуемых предприятий.

Однако стоит отметить, что сезон исследования оказывает значительное влияние на концентрацию ЗВ. Повышенные концентрации ЗВ наблюдались в летний и осенний периоды, наиболее низкие – в зимний и весенний. Весенний период можно считать наиболее благоприятным, так как концентрация ЗВ по всем анализируемым веществам являлась минимальной.

Годовой КИЗА на участках исследования находился в состоянии нормы, так как коэффициент был ниже 5, что соответствует низкому уровню загрязнения воздуха. Исключение составила территория СЗЗ

ОАО «Саратовский НПЗ», где коэффициент находился в интервале от 5 до 6, что соответствует состоянию риска и свидетельствует о повышенном загрязнении воздуха.

Однако в оценке степени загрязнения среды вблизи с промышленными предприятиями нельзя рассчитывать только на физико-химические показатели атмосферного воздуха и почв. Необходимо использовать также принципы биомониторинга, предполагающие проведение комплексных исследований с применением, в качестве тест-объектов, живых организмов, для которых прослеживается четкая закономерность изменения определенных показателей, в зависимости от интенсивности техногенной нагрузки.

Наилучшим образом в качестве тест-объектов для оценки состояния среды подходят деревья, которые широко используются для озеленения территории промышленных объектов и их санитарно-защитных зон (СЗЗ). Фиксация и оценка различных морфо-биохимических перестроек растительного организма отражают достоверную картину условий места произрастания растений и характеризуют состояние окружающей среды.

Нами в течение нескольких вегетационных периодов (2011 – 2018 гг.) определялись площадь листовой пластинки, флуктуирующая асимметрия, активность ферментов (пероксидаза, каталаза, аскорбиноксидаза, инвертаза) и ассимиляционная активность у двух видов деревьев – березы повислой (*Betula pendula*) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis*), произрастающих на территориях СЗЗ предприятий.

Результаты по определению площади листьев показали, что в течение вегетационного периода у *B. pendula* отмечалось снижение 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].

Определение флуктуирующей асимметрии листьев у берез свидетельствует об отклонении их развития от условий норм: в конце вегетации на всех рассматриваемых территориях было зафиксировано критическое состояние развития [2]. Максимальный показатель флуктуирующей асимметрии березы отмечался в районе ЗАО «Электроисточник» - Саратовский аккумуляторный завод (0,07). Для тополей по данному показателю было показано, что в районе санитарно-защитных зон предприятий деревья также находятся в критическом состоянии. Отклонение организма от условий нормы соответствует 5 баллам. Максимальное значение интегрального показателя 0,65 характерно для района ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод».

Активность аскорбиноксидазы в листьях берез за вегетационный период увеличивалась по сравнению с фоновыми значениями, что указывает на интенсивное уменьшение аскорбиновой кислоты, влияющей на основные метаболические реакции у растений, в частности, на дыхание и фотосинтез: чем выше активность фермента, тем меньше аскорбиновой кислоты, тем менее эффективно протекают данные процессы [3].

У тополей, наоборот, отмечалась пониженная активность данного фермента в течение вегетационного периода по сравнению с фоновыми значениями. Данный факт не противоречит биохимическим особенностям этого вида: для видов, отличающихся повышенной ассимиляционной активностью (разные виды тополей), в условиях интенсивной техногенной нагрузки характерно относительно высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях. Однако по сравнению с фоновым значением активность фермента в листьях деревьев вблизи с промышленными предприятиями в среднем в 3,6 раза была ниже, что свидетельствует об участии фермента в механизмах адаптации растений к негативным факторам города.

Инвертазная активность и у берез, и у тополей, характеризовалась пониженными значениями по сравнению с фоновой территорией. Соответственно, метаболические процессы, связанные с дыханием, гликолизом, у деревьев на территориях СЗЗ предприятий протекают замедленно, так как именно инвертаза является основным ферментом углеводного метаболизма [3].

Результаты экспериментов по изучению активности пероксидазы показали пониженную активность фермента к концу вегетационного периода у *B. pendula*, что свидетельствует о снижении адаптационных способностей растения. У *P. pyramidalis*, наоборот, отмечалось небольшое увеличение пероксидазной активности, что указывает на их более устойчивый характер приспособления к негативным факторам среды. Каталазная активность у обоих видов деревьев, произрастающих на территориях СЗЗ предприятий, в течение вегетационного периода характеризовалась низкими значениями, что свидетельствует об их пониженных адаптационных возможностях по данному показателю [3,4].

Для установления ассимиляционной активности деревьев использовалось ассимиляционное число, которое отражает отношение интенсивности фотосинтеза к содержанию хлорофилла на единицу площади ассимилирующей поверхности. Более чем двухкратное изменение ассимиляционного числа свидетельствует о возникновении необратимых преобразований физиологических процессов, которые приводят к нарушению ассимиляционной активности [5]. Расчет ассимиляционного числа, показал, что у *B. pendula* и *P. pyramidalis* адаптационные ресурсы фотосинтетического аппарата почти полностью исчерпаны. В конце вегетационного периода у берез на территориях СЗЗ предприятий наблюдалось существенное увеличение ассимиляционного числа – в 7 раз.

Для тополей было зафиксировано снижение данного показателя в 2 раз. Однако по сравнению с фоновой территорией для тополей, произрастающих вблизи с предприятиями, отмечались низкие значения данного показателя – на 70 – 80% ниже фонового.

Таким образом, анализ результатов проведенных нами исследований показал, что в г.Саратове на территориях СЗЗ предприятий отмечается неблагоприятная экологическая обстановка, несмотря на нормальное состояние атмосферного воздуха. Деревья на данных территориях в течение всего вегетационного периода пытаются противостоять неблагоприятным условиям городской среды за счет активации физиолого-биохимических показателей. В таком состоянии они не могут выполнять свои основные функции, полноценно участвовать в поддержании кислородного баланса.

Литература

1. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
2. Захаров, В.М. Биотест: Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В.М.Захаров, Д.М. Кларк. – М.: Московское отделение Международного Фонда «Биотест», 1993. – 68с.
3. Кретович, В. Л. Основы биохимии растений / В. Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1971. – 464 с.
4. Симонова, З.А. Роль железосодержащих оксидаз в адаптации древесных растений к факторам городской среды (на примере города Саратова) / З.А. Симонова, Е.И. Тихомирова, И.С. Шайденко // Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. № 2(3). – С. 801–805.
5. Бухарина, И.Л. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях / И.Л. Бухарина, А.А. Двоеглазова. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – 184 с.

А.В. Спирина, М.А. Иванов, А.А. Беляченко

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КОНТРОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрено влияние антропогенного фактора на растительные сообщества особо охраняемой природной территории. Изучена временная динамика изменений биоразнообразия.

Ключевые слова: рекреация, биоразнообразие, растительные сообщества, динамика.

Проведение мероприятий по мониторингу экологической обстановки на опасных промышленных объектов в настоящее время является строго обязательным. Однако большинство изменений растительного, животного мира, почв и иных компонентов окружающей среды, происходящих при строительстве и эксплуатации таких объектов, а также при возникновении на них чрезвычайных ситуаций можно диагностировать только при наличии контрольных участков за пределами промплощадок и их санитарно-защитных зон. Адекватность сравнения нарушенных и контрольных объектов будет напрямую зависеть от правильности выбора последних, а в частности от наличия или отсутствия влияния на них не учтенных в программе мониторинга экологических факторов. Особо охраняемые природные территории являются участками, в наименьшей степени испытывающими на себе воздействие человека. Таким образом, они практически идеальны с точки зрения контроля изменений окружающей среды на близлежащих территориях. Однако даже здесь часто проявляется значительное влияние антропогенных факторов, особенно рекреационной нагрузки, вносящей существенный вклад в изменения биологического разнообразия.

В 2017-2019 гг нами были проведены полевые работы по изучению влияния рекреационной нагрузки на характеристики растительных сообществ национального парка «Хвалынский» (Саратовская область, Хвалынский район). В ходе исследований по стандартным методикам проведены геоботанические описания 28 пробных площадок. Каждая из них обследовалась ежегодно в июне-июле.

Установлено, что вдоль маршрутов перемещения людей возрастает количество лесолуговых и сорных видов растений. На территории лесного массива в составе травостоя появляются, а иногда и начинают доминировать подорожник большой (*Plantago major*), мятлик узколистый (*Poa angustifolia*) и ежа сборная (*Dactylis glomerata*). При этом общее видовое богатство растительности, проективное покрытие и высота травостоя на площадках существенно снижаются. В пределах степных участков тенденции изменения растительного покрова сходны. Среди группы сорных видов преобладают цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и марь белая (*Chenopodium album*). На площадках, расположенных в отдалении от участков с повышенной рекреационной нагрузкой, видовой состав растительных сообществ в 2-2,5 раза богаче, проективное покрытие выше в 1,5-1,7 раза, а высота травостоя – в 1,2-1,5 раза.

В ходе анализа первичных данных выявлено, что в целом тропиночная форма рекреации оказывает на растительные сообщества меньшее воздействие, чем дорожная. Это связано с тем, что последняя чаще всего охватывает большие территории, которые характеризуются учащенным движением автотранспорта. Результатом такого воздействия даже в

пределах особо охраняемых территорий может стать полное уничтожение растительности. Причиной снижения ущерба, наносимого тропиночной формой рекреации, является постоянное благоустройство экологических троп и проведение активной эколого-просветительской деятельности.

Таким образом, при выборе контрольных площадей в ходе проведения мониторинга экологического состояния промышленных объектов следует учитывать не столько природоохранный статус участка, сколько степень и интенсивность его антропогенной трансформации. Площадь контрольных участков напрямую зависит от степени мозаичности растительных сообществ. Также должен учитываться градиент факторов окружающей среды, что особенно касается влияния человеческой деятельности.

Литература

1. Алексеев В.А. Диагностика повреждения деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л: Наука, 1990. С. 38-53.
2. Беликов П.С., Дмитриева Г.А. Физиология растений: Учебное пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2002. - 248 с.
3. Бродский А.К. Биоразнообразие: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования — М. : Издательский центр «Академия», 2012 — 208 с.
4. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. М., 1988.- 105 с.
5. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Наука, 1973. 384с.
6. Касимов Д.В., Пинаев В.Е. Теория и практика расчета и минимизации ущерба лесным ресурсам: редким видам растений, древесным и пищевым ресурсам, лекарственному сырью. М: «Мир науки», 2015 г. 95 с.
7. Либберт Э. Физиология растений / Э. Либберт. – М.: Мир, 2006. – 580 с.
8. Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей / Полевая геоботаника. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 9-36.

С.А. Сюрин, А.В. Дождиков

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург

ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ И РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Сохраняющаяся в 2008-2018 гг. высокая профессиональная заболеваемость работников в Арктике (в 5-8 раз выше общероссийского уровня) связаны, прежде всего, с воздействием тяжести труда (30,9%), шума (19,5%), общей и локальной вибрации (30,0%) на фоне экстремальных климатических условий. При этом риск развития профессиональной патологии в 2018 г. был выше, чем в 2008 г. (ОР=1,71; ДИ 1,52-1,91). Выводы. Снижение профессиональной заболеваемости возможно при дальнейшем

улучшении условий труда и применении медицинских мер, направленных на укрепление резистентности организма к действию вредных производственных и климатических факторов.

Ключевые слова: условия труда, профессиональная патология, Арктика.

Актуальность. В структуре экономики российской Арктики преобладают предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых, условия труда на которых создают повышенный риск развития профессиональных заболеваний [1]. Помимо этого, экстремальные климатические условия изменяют и усиливают действие вредных производственных факторов (ВПФ), создавая дополнительные угрозы здоровью работающего населения Арктики [2]. Учитывая ограниченность трудовых ресурсов арктических территорий, вопросы сохранения здоровья и трудоспособности населения входит в число приоритетных задач государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу [3].

Цель исследования состояла в изучении условий труда и создаваемых ими рисков здоровью работников предприятий в Арктике.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Арктики (ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии», г. Москва). При обработке данных определяли t-критерий, относительный риск (ОР) и 95% доверительный интервал (ДИ).

Результаты и их обсуждение. В 2008-2018 гг. 72,6% работников предприятий в Арктике подвергались воздействию ВПФ. За 11 лет их число снизилось с 501134 чел. до 383467 чел. (23,5%), а общее число работающих лиц - с 635641 чел. до 506221 чел. (20,4%). Следовательно, уменьшение экспозиции к ВПФ было обусловлено, прежде всего, снижением численности работников, а не улучшением условий труда.

Наиболее часто у работников отмечались экспозиция к шуму (20,6%), неионизирующим электромагнитным полям и излучениям (НЭМПии) и химическим факторам (по 7,9%), тяжести и напряженности трудового процесса (7,7% и 7,3%), общей вибрации (5,8%), неблагоприятным параметрам микроклимата (5,5%) и аэрозолям фиброгенного действия (5,1%). Сочетанному действию нескольких ВПФ подвергались 25,5% работников. В 2018 г., по сравнению с 2008 г., у работников предприятий в Арктике был более высоким риск возникновения экспозиции к аэрозолям фиброгенного действия (ОР=1,13; ДИ 1,11-1,15), общей вибрации (ОР=1,24; ДИ 1,21-1,26), НЭМПии (ОР=2,14; ДИ 2,11-2,18), неблагоприятным параметрам микроклимата (ОР=1,13; ДИ 1,11-1,16), повышенной тяжести труда (ОР=1,14; ДИ 1,12-1,15). Напротив, в 2008 г. по сравнению с 2018 г., отмечался повышенный риск воздействия шума (ОР=1,18; ДИ 1,17-1,19), химических факторов (ОР=1,28; ДИ 1,27-1,30), биологических факторов (ОР=1,07; ДИ 1,03-1,10), повышенной

напряженности труда (ОР=1,17; ДИ 1,15-1,19) и сочетания ВПФ (ОР=1,13; ДИ 1,12-1,14).

Наибольшее число работников, имевших вредные условия труда, было в Мурманской области, Ямало-Ненецком АО и арктической зоне Красноярского края. Определились региональные особенности экспозиции к ВПФ. Так, в Мурманской области было наибольшим число работников, связанных с повышенной напряженностью труда и экспонированных к биологическим факторам, в арктической зоне Архангельской области – связанных с повышенной тяжестью труда и экспонированных к шуму, в арктической зоне Республики Коми – экспонированных к фиброгенным аэрозолям и сочетанию ВПФ, в Ненецком АО – экспонированных к НЭМПии, в арктической зоне Республики Саха – имевших неблагоприятные параметры микроклимата рабочих мест (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовое число работников, подвергавшихся воздействию ВПФ в субъектах Российской Арктики в 2008-2018 гг. (абс., %)

Вредные производственные факторы	Мурманская область	Архангельская область	Республика Коми	Ненецкий АО	Ямало-Ненецкий АО	Красноярский край	Республика Саха	Чукотский АО
Фиброгенные аэрозоли	5592 (4,1)	1922 (4,9)	3673 (17,6)	46 (0,6)	1924 (1,9)	3316 (4,8)	-	639 (7,6)
Химические факторы	13317 (9,9)	2822 (7,2)	534 (2,6)	812 (10,0)	5476 (5,4)	3793 (5,5)	336 (6,6)	609 (7,2)
Тяжесть трудового процесса	8009 (5,9)	10021 (25,5)	59 (0,3)	908 (11,2)	4808 (4,7)	7473 (10,8)	12 (0,2)	313 (3,7)
Напряженность трудового процесса	19068 (14,1)	5240 (13,4)	432 (2,1)	254 (3,1)	1816 (1,8)	6122 (8,8)	295 (5,8)	190 (2,3)
Шум	23192 (17,2)	11444 (29,2)	888 (4,2)	920 (11,4)	27457 (27,0)	17571 (25,3)	453 (8,9)	1549 (18,4)
Вибрация общая	3396 (2,5)	4033 (10,3)	600 (2,9)	192 (2,4)	10702 (10,5)	4397 (6,3)	241 (4,7)	711 (8,4)
Вибрация локальная	1999 (1,5)	-	209 (1,0)	-	1637 (1,6)	1579 (2,3)	58 (1,1)	201 (2,4)
НЭМПии	13526 (10,0)	484 (1,2)	471 (2,3)	2690 (33,2)	6717 (6,6)	3400 (6,3)	455 (8,9)	661 (7,8)
Микроклимат	2954 (2,2)	-	425 (2,1)	1341 (16,6)	8592 (8,5)	2915 (4,2)	866 (17,1)	1167 (13,8)
Сочетанное действие	33978 (25,2)	-	10119 (48,4)	803 (9,9)	29861 (29,4)	16988 (24,5)	1865 (36,8)	1665 (19,7)
Прочие ВПФ	9967 (7,4)	3271 (8,3)	3490 (16,7)	133 (1,6)	2597 (2,6)	1868 (2,7)	493 (9,7)	728 (8,6)
Всего	134998	39237	20900	8099	101587	69422	5074	8433

Для оценки условий труда и их динамики в 2008-2018 гг. также изучено число трех типов объектов санитарно-эпидемиологического благополучия, находящихся под контролем Роспотребнадзора, и численность занятых на них работников. В 2018 г., по сравнению с 2008 г., количество объектов первой группы санитарно-эпидемиологического благополучия (с удовлетворительными условиями) уменьшилось с 12835 до 10162, но относительно общего числа объектов их доля выросла с 53,7% до 61,9% ($p<0,001$). Также снизилось число объектов надзора второй группы (с неудовлетворительными условиями) с 9749 до 5728 и их доля уменьшилась с 40,8% до 34,9% ($p<0,001$).

Число объектов третьей группы (с крайне неудовлетворительными условиями) уменьшилось с 1315 до 533 или с 5,5% до 3,2% ($p<0,001$). За этот же период времени численность работников, занятых на объектах первой группы, снизилась с 227275 чел. до 202342 чел., но их доля в общей структуре занятых лиц возросла с 35,9% до 40,0% ($p<0,001$).

Аналогичная динамика отмечалась у работников объектов второй группы: их число снизилось с 290200 чел. до 256255 чел., но доля повысилась с 45,9% до 50,6% ($p<0,001$). Наиболее значимые изменения произошли в численности работников третьей группы объектов надзора: снижение как абсолютного числа (с 115325 до 47624 чел.), так и доли среди всех занятых лиц с 18,2% до 9,4% ($p<0,001$).

В 2008-2018 гг. в Арктической зоне России было впервые диагностировано 8130 профессиональных заболеваний у 6355 работников предприятий различных видов экономической деятельности. Самыми распространенными ВПФ, вызывавшими развитие профессиональной патологии, были тяжесть труда (30,9%), шум (19,5%), вибрация локальная (16,7%) и общая (13,3%), фиброгенные аэрозоли (10,6%), химические вещества всех классов опасности (7,8%). Уровень профессиональной заболеваемости в Арктике в 5-8 раз превышал общероссийский (табл. 2). Также отсутствовала тенденция к его снижению, как это отмечалось в России в последние 5 лет [4]. Риск развития профессиональной патологии в 2018 г. был выше, чем в 2008 г.: ОР=1,71; ДИ 1,52-1,91.

Таблица 2

Профессиональная заболеваемость в Арктической зоне России и в России
(на 10000 работников)

Территория	Год										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Арктическая зона России	7,2	10,48	8,85	8,75	8,4	11,93	11,44	13,31	11,02	11,23	9,7
Россия	1,47	1,7	1,64	1,92	1,71	1,79	1,74	1,65	1,47	1,31	1,17

Проведенное исследование выявило неоднозначные изменения

условий труда на предприятиях в Арктике в 2008-2018 гг. Так, с одной стороны, было достигнуто уменьшение экспозиции к шуму, химическим факторам, сочетанному воздействию ВПФ и уменьшение числа работников на объектах третьей группы надзора. С другой стороны, возросла экспозиция к повышенной тяжести труда, фиброгенным аэрозолям, общей вибрации, неблагоприятным параметрам микроклимата рабочих мест. Вероятно, что при высокой экспозиции к ВПФ, возникающей при добыче и переработке полезных ископаемых, и в условиях воздействия экстремального климата, такого частичного улучшения условий труда не достаточно для снижения показателей профессиональной заболеваемости работников предприятий в Арктике.

Заключение. Для снижения профессиональной заболеваемости работников предприятий в Арктике необходимо дальнейшее улучшение условий труда и комплекс медицинских мер, направленных на повышение резистентности организма к действию вредных производственных и климатических факторов.

Литература

1. Сюрин, С.А. Особенности профессиональной патологии в Арктической зоне России: факторы риска, структура, распространенность /С.А. Сюрин, С.А. Горбанев //Вестник уральской медицинской академической науки.- 2019.- № 16(2). – С. 237-244.
2. Хаснулин, В. И. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах [Текст] /В.И. Хаснулин, П. В. Хаснулин //Экология человека.- 2012.- № 1.- С. 4-11.
3. Об основах государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 и дальнейшую перспективу //Российская газета.- 2008. - № 4877. - 18 сент.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. - М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

И.И. Ульшин, А.В. Соловьев

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Предложено использование элементов технического анализа для определения тенденции изменения температуры воздуха и температуры точки росы при проведении экологического мониторинга и прогнозировании уровня загрязнения атмосферного

воздуха.

Ключевые слова: загрязняющие вещества, элементы технического анализа, индикатор *RSI*, фигуры свечного анализа.

Погодные условия оказывают существенное влияние на распределение в атмосфере различных загрязняющих веществ, к которым относятся различные твердые частицы, оксид и диоксид углерода, диоксид серы, сероводород и т.д. Концентрация данных загрязнителей в атмосфере находится в ярко выраженной зависимости от наличия осадков, скорости и направления ветра, температурных и влажностных характеристик воздуха [1]. Прогностические данные об указанных метеорологических параметрах делают возможным получить заблаговременную оценку условий распределения загрязняющих веществ в атмосфере при выполнении экологического мониторинга и определить зоны повышенной концентрации загрязняющих веществ.

Разработка точного и надежного прогноза погоды требует специальных знаний. В то же время для повышения качества прогнозирования экологического состояния геосфер могут быть использованы формальные методы, позволяющие даже при отсутствии профессиональной подготовки определять тенденцию изменения метеорологической величины и, следовательно, сделать вывод об ухудшении или улучшении экологической обстановки. В качестве подобных формальных методов предлагается использовать методы, широко используемые в техническом анализе финансовых рынков и экономической теории.

Целью работы является исследование успешности использования элементов технического анализа временных рядов при определении тенденции изменения значений метеовеличин, оказывающих влияние на концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере.

В качестве элементов технического анализа для определения тенденции метеорологических величин были использованы индикатор *RSI*, а также фигуры свечного анализа. Указанные элементы применялись к временным рядам наблюдений за температурой воздуха и температурой точки, позволяющими рассчитать любые характеристики влажности воздуха, а также их осредненным значениям. Использовались наблюдения метеослужбы аэродрома в г. Челябинске с 2013 по 2019 год.

Расчет индикатора *RSI* для метеорологической величины осуществлялся по формуле:

$$RSI_i = 100 - \frac{100}{RS_i}, \quad (1)$$

где RS_i – i -е значение относительной силы исследуемой метеорологической величины.

Относительная сила метеорологической величины RS вычислялась следующим образом:

$$RS_i = \frac{\overline{\Delta Gp_i}}{\overline{\Delta Gn_i}}, \quad (2)$$

где $\overline{\Delta Gp_i}$ ($\overline{\Delta Gn_i}$) – i -е среднее значение повышения (понижения) метеорологической величины [2].

Среднее значение повышения метеорологической величины $\overline{\Delta Gp_i}$ с учетом старения данных для периода осреднения $N=14$ определялось с помощью выражения [3]:

$$\overline{\Delta Gp_i} = \frac{\overline{\Delta Gp_{i-1}}(N-1) + \Delta Gp_i}{N}, \quad (3)$$

где $\overline{\Delta Gp_{i-1}}$ – $(i-1)$ -е среднее значение повышения метеорологической величины, ΔGp_i – i -е значение повышения метеорологической величины.

Среднее значение понижения метеорологической величины $\overline{\Delta Gn_i}$ вычислялось аналогичным способом, но при этом использовались значения понижения метеорологической величины ΔGn_i .

Вычисление ΔGp_i и ΔGn_i производилось по следующим формулам:

$$\Delta Gp_i = G_i - G_{i-1}, \text{ если } G_i > G_{i-1}, \quad (4)$$

$$\Delta Gn_i = G_{i-1} - G_i, \text{ если } G_i < G_{i-1}, \quad (5)$$

где G_i, G_{i-1} , – i -е и $(i-1)$ -е значения метеорологической величины соответственно [4].

В качестве линии поддержки (сопротивления) использовалось 30% отклонение от минимального (максимального) значения RSI .

Результаты расчетов на примере среднесуточной температуры воздуха представлены на рисунке 1.

Видно, что в момент пересечения кривой индикатора RSI линии сопротивления или линии поддержки наблюдается смена тенденции. Однако между линиями сопротивления и поддержки определение смены тенденции не предоставляется возможным.

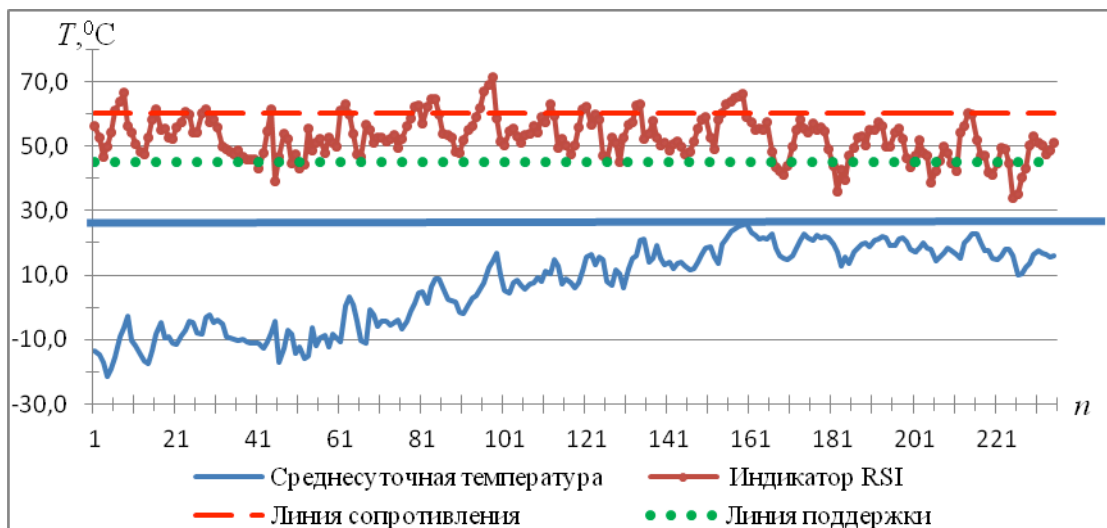


Рис. 1. Изменение значений среднесуточной температуры воздуха у поверхности земли и индикатора *RSI*

Для оценки успешности правильного определения тенденции метеорологической величины с использованием индикатора *RSI* был рассчитана доля правильно сделанных заключений. Были получены следующие результаты:

правильно определена тенденция температуры воздуха за основные сроки наблюдений в 60% случаев, среднесуточной и среднедекадной температуры – в 75%, среднемесячной – в 63% случаев;

правильно определена тенденция температуры точки росы за основные сроки наблюдений в 71% случаев, среднесуточной – в 72%, и среднедекадной – в 75%, среднемесячной – в 69% случаев.

В ходе исследования были сформированы свечные графики значений температуры воздуха и точки росы [5]. На рисунке 2 представлен пример свечного графика температуры воздуха.

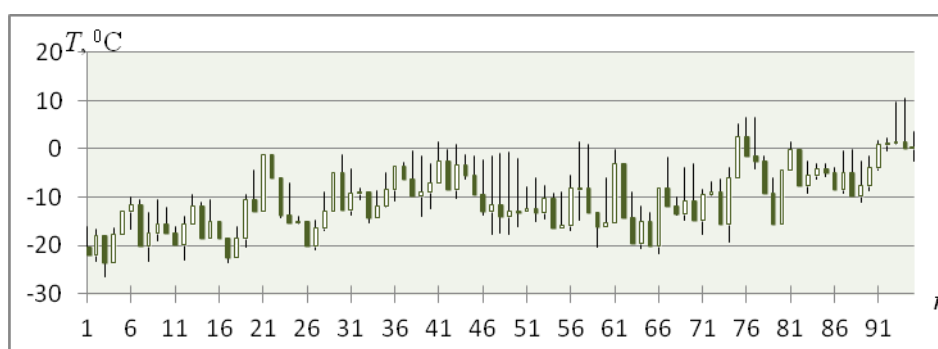


Рис. 2. Свечной график температуры воздуха

Построение «термической свечи» осуществлялось следующим образом. В качестве входного и выходного параметра свечи использовались значения температуры (точки росы) за 0.00 часов в предыдущие и

фактические сутки наблюдения. Для построения теней термической свечи использовались максимальное и минимальное значения температуры воздуха (точки росы).

Тенденция изменения температуры воздуха была определена правильно в 62 % случаев, точки росы – в 67%. Вместе с тем, достоинством свечного анализа является определенность прогностического периода, более детализированная оценка тенденции и возможность ежедневного использования.

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что возможно использование индикатора *RSI* при определении тенденции изменения значений метеорологических величин, оказывающих влияние на концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере. Наилучшие результаты получены при определении тенденции среднедекадных значений рассматриваемых в данной работе метеорологических величин (75%), а наихудшие – при определении тенденции температуры воздуха за основные сроки наблюдений (60% случаев).

Фигуры свечного анализа при решении практических экологических задач рекомендуется применять только вместе с индикатором *RSI*.

Литература

1. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. С-Пб: ОАО «НИИ Атмосфера», 2012.
2. Мэрфи Д. Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика./ Пер. с англ. Новицкая О., Сидоров В. М.: Сокол, 1996. 592 с.
3. Fin-plan [Электронный ресурс]. URL: <https://fin-plan.org> (Дата обращения: 1.10.2019).
4. Schwager J. Technical analysis. New York: John Wiley & Sons, 1996. 768 p.
5. Nison S. Japanese candlestick charting techniques. New York: Institute of finance, 1991. 336 p.

В.П. Усольцев

Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ КОНТРОЛЬ АВАРИЙНЫХ СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассматривается оптоэлектронный контроль аварийных сбросов техногенного и антропогенного происхождения опасных промышленных объектов. Приведена структурная схема установки контроля загрязненности сточных вод с применением оптико-электронного измерения оптической плотности среды. Проведенные исследования показали, что при техногенных авариях в условиях действия помех на

аппаратуру для повышения достоверности контроля перспективно использование системы оптико-электронного контроля сред со статистическим прогнозированием процессов появления аварийных загрязнений.

Ключевые слова. Аварийный сброс, вероятность обнаружения загрязнения, изменение оптической плотности; сточные воды.

Одним из факторов, оказывающих существенное отрицательное влияние на здоровье людей, является загрязнение источников водоснабжения. От использования некачественной питьевой воды, по данным Всемирной Организации Здравоохранения, каждый год в мире страдает каждый десятый человек. До 50% речной воды каждый год подвергается техногенному воздействию, в том числе и в результате сброса $425 \cdot 10^9$ м³ сточных вод. Значительная загрязненность водных объектов и малоэффективные технологии подготовки воды – это главные причины низкого качества питьевой воды. Нарушения требований СанПиН 2.1.4.10749-01, в которых установлены физико-химические и микробиологическим показатели питьевой воды, отмечены во всех субъектах РФ [1]. Основным загрязнителем природных источников водоснабжения являются сточные воды, бытовые (хозяйственно-фекальные), производственные (промышленные) и атмосферные [2].

С развитием технического прогресса появилось огромное количество техногенных и антропогенных источников опасности, вследствие чего вероятность катастроф, аварий и сбросов опасных веществ возросла многократно [3]. В результате внезапного выхода из строя деталей, механизмов, машин и агрегатов возникают производственные аварии, которые могут сопровождаться серьезными нарушениями производственного процесса, взрывами, катастрофическими затоплениями, образованием очагов пожаров, радиоактивным, химическим заражением местности, увечьем и гибелью людей. Производственные аварии могут быть последствием стихийных бедствий, однако наиболее распространенными причинами их возникновения являются нарушения технологических процессов, правил эксплуатации, техники безопасности. Особую опасность несут аварии на потенциально опасных производственных объектах: пожароопасных, взрывоопасных, гидродинамически-опасных, химически опасных, радиационно-опасных и т.д. Именно на таких объектах чаще всего происходят аварии, сопровождающиеся значительными материальными потерями, нарушением условий жизнедеятельности, увечьем и гибелью людей.

Наиболее опасными авариями, с точки зрения объема высвобождаемой энергии, являются аварии, сопровождающиеся залповым сбросом – кратковременным выбросом большого количества горючих и (или) взрывоопасных и (или) токсичных веществ в сточные воды предприятий, например, при аварийной разгерметизации оборудования или по иным причинам. Как правило, такие ситуации характеризуются

внезапностью, а также нанесением значительного ущерба окружающей природной среде и инфраструктуре объектов.

Все сточные воды перед сбросом в природные водоемы подвергаются очистке от вредных веществ. Чтобы определить состав сточных вод, виды и степень загрязнения, проводится множество различных анализов, как химических, так и санитарно-бактериологических. Большое внимание соответствующих служб уделяется контролю, анализу, оперативной оценке состояния водной среды и ее антропогенных изменений, обнаружения залповых сбросов загрязнителей сточных вод, способных перевести водоем или процессы очистки в неустойчивое состояние. Все это необходимо для прогнозирования и своевременного устранения возможных неблагоприятных последствий.

Существующие методы повышения объективности контроля основываются на повышении количества анализов и установке большого количества стационарных или передвижных станций экологического мониторинга, использовании биомониторинга. Отечественные и зарубежные станции специализируются на оценке определенных экологических параметров в промышленной или жилой зоне. Эти методы являются дорогостоящими и не обеспечивают достоверного анализа, поскольку сброс может не попасть в пробу, и не быть идентифицированным.

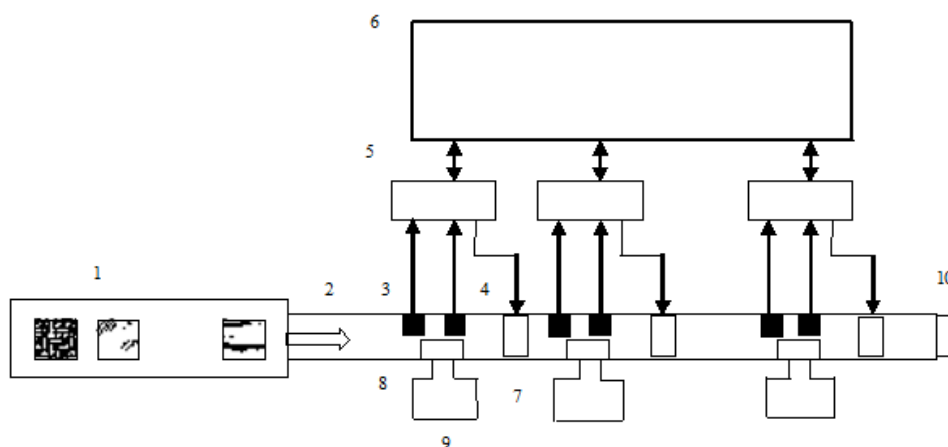
Поэтому возникает задача достоверного оперативного анализа загрязнений водных сред с целью дальнейшего принятия решений о проведении тех или иных защитных мероприятий.

Одним из перспективных направлений в данной ситуации является предварительное измерение отклонений во времени оптической плотности водной среды после внесения конкретных для контролируемого объекта (предприятия) загрязняющих веществ, так называемое тестирование. Для повышения достоверности выявления изменения оптической плотности вследствие многообразия загрязняющих веществ (возможных аварийных ситуаций), вводится классификация этих ситуаций с помощью созданной базы данных кривых, описывающих возможные изменения во времени плотности водной среды. В дальнейшем автоматизированная система, установленная на объекте, сравнивая наряду с количественными параметрами плотности среды эталонные кривые, хранящиеся в базе данных, с текущими измеренными параметрами и кривыми изменения плотности, принимает решение о наличии или отсутствии аварийной ситуации.

В работе рассмотрен оптико-электронный способ исследования особенностей процессов движения загрязняющих веществ, протекающих в жидкой среде. Для разработки алгоритма работы системы по данным реперных измерений и текущих результатов анализа за основу был взят

метод стохастической интерполяции, используемый как средство решения задач распознавания, идентификации, обучения и адаптации [4].

На рисунке представлена разработанная схема контроля загрязненности сточных вод [5], где 1 – источники загрязнения сточных вод различных видов и различной концентрации, 2 – система канализации, 3 – первый специализированный пост санитарно-эпидемиологического контроля, 4 – второй специализированный пост санитарно-эпидемиологического контроля, 5 – специализированные контроллеры, 6 – главный процессор, 7 – основная заслонка выделения загрязнения, 8 – дополнительная заслонка выделения загрязнения, 9 – отвод (ответвление) для выделения загрязнения и дополнительный узел очистки, 10 – основные устройства очистки, фильтры.



Структурная схема установки оптоэлектронного контроля аварийных сбросов сточных вод опасных промышленных объектов

В рабочем режиме сточные воды по системе канализации 2 минуют последовательно первый и второй специализированные посты санитарно-эпидемиологического контроля 3 и 4, где периодически проводятся анализы, и поступают на основные устройства очистки – фильтры 10. При сбросе загрязнения определенного вида 1 в систему канализации 2 первый или второй специализированные посты санитарно-эпидемиологического контроля 3, 4 или оба пропускают, либо фиксируют наличие загрязнения, или один из них пропускает, второй фиксирует. При этом вырабатывается сигнал, пропорциональный уровню загрязнения, который поступает через специализированный контроллер 5 на главный процессор 6. В главном процессоре 6 по соответствующей программе происходит сравнение уровня данного сигнала с предельно допустимым уровнем.

В случае достижения или превышения этого уровня, выдается команда на переключение основной заслонки выделения загрязнения 7 и дополнительной заслонки выделения загрязнения 8, и вода, имеющая повышенный уровень определенного вида загрязнения, через дополнительные заслонки 8 поступает в отвод (ответвление) для выделения

загрязнения и дополнительный узел очистки 9. После выделения определенного вида загрязнения соответствующим специализированным оптоэлектронным датчиком поста 4, специализированный контроллер 6 посылает управляющий сигнал на одну из основных заслонок 8.

Проведенные исследования показали, что при производственных и техногенных авариях в условиях действия помех измерений (на измерительную аппаратуру) и неоднозначности описания существующих моделей динамики потоков неоднородных жидкостей, для повышения достоверности контроля в реальном масштабе времени перспективно использование эффективных систем быстрого прогнозирования с использованием априорной информации о появлении загрязнений и математической обработки динамики изменений результатов контроля.

Литература

1. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Обеспечение качества питьевой воды в свете новых нормативных требований // Водоснабжение и санитарная техника, 2004, №9. - С. 2-6.
2. Щербаков Б.Я., Чиликин А.Я., Ижевский В.С. Залповые сбросы производственных сточных вод и их последствия // Экология и промышленность России, 2002. - №7. - С. 39-40.
3. Габричидзе Т. Г. Основы комплексной системы безопасности критически важных (потенциально опасных) объектов муниципального и регионального уровней: монография. – Самара: Изд-во Самар. НЦ РАН, 2011. – 391 с.
4. Усольцев В.П., Юран С.И. Достоверность санитарно-эпидемиологического анализа сточных вод при большом количестве случайных воздействий и отсутствии доминирующего фактора // Теоретическая и прикладная экология. – 2016, №3. - С. 19-24.
5. Патент №153362 РФ на полезную модель, МПК G01N15/06. Устройство устранения аварийного выброса / Алексеев В.А., Девятов Н.А., Юран С.И., Усольцев В.П. Заявка № 2014141487 от 14.10.2014. Оpubл. 20.07.2015. Бюл. № 20.

А.А. Фомина

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВБЛИЗИ ПАО «САРАТОВСКИЙ НПЗ»

Проведен мониторинг качества природной воды Волгоградского водохранилища в районе города Саратова с использованием биотест-объектов разных уровней организации. Показано, что пробы воды, отобранные вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода обладали слабой острой токсичностью в отношении растительных тест-объектов *Lemna minor* и *Chlorella vulgaris*

Ключевые слова: мониторинг, нефтепродукты, биотестирование, природная вода, Волгоградское водохранилище.

Предприятия нефтехимической отрасли являются крупнейшими загрязнителями окружающей среды, в результате их деятельности образуется большое количество загрязненных стоков. Вода используется во многих технологических циклах нефтепереработки в качестве охладителя технологического оборудования и растворителя в приготовлении смесей.

Сточные воды нефтеперерабатывающих предприятий содержат такие опасные загрязнители как нефтепродукты, фенол, ароматические углеводороды, масла, аммонийный азот, парафин, сульфаты, жирные кислоты, поверхностно-активные вещества. Наибольшую опасность для водных экосистем представляют нефтепродукты. Они образуют пленку на поверхности водных объектов, изменяют физико-химические свойства водной среды. Трудно-окисляемые органические загрязнения способны накапливаться в водоемах и в течение длительного времени оказывать токсическое воздействие на живые организмы, вызывая серьезные нарушения физиологических функций гидробионтов и их гибель. Большую опасность представляют также хлорфенолы, являющиеся предшественниками диоксинов [1].

Саратовский нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) является одним из старейших нефтеперерабатывающих предприятий страны, основан в 1934 году. ПАО «Саратовский НПЗ» вошел в состав «НК «Роснефть» в марте 2013 года. Завод перерабатывает нефть марки Юралс и нефть Саратовского месторождения, поступающую по трубопроводу, а также нефть оренбургских месторождений, поступающую по железной дороге. НПЗ выпускает более 20 видов продукции: неэтилированные бензины, дизельное топливо, мазут всех основных марок, битумы, вакуумный газойль, техническую серу и др. Годовой объем переработки нефти – более 6 млн. тонн в год [2].

Очистные сооружения Саратовского НПЗ обеспечивают поэтапно четыре ступени очистки промышленных и бытовых стоков – механическую, биологическую, обеззараживание ультрафиолетом и насыщение кислородом. Помимо стоков самого НПЗ через очистные сооружения проходят и городские бытовые стоки, составляющие до 50 % от общего объема. Проектная производительность сооружений биологической очистки сточных вод – 35000 м³/сут, 1500 м³/ч [3]. Очищенные и обеззараженные сточные воды сбрасываются по коллектору и рассеивающему выпуску в р. Назаровка, которая затем впадает в Волгоградское водохранилище.

Целью нашей работы явилась оценка качества поверхностных вод вблизи коллектора сброса сточных вод ПАО «Саратовский НПЗ» с помощью биотестирования.

Отбор проб воды происходил в нескольких точках с берега Волгоградского водохранилища в районе города Саратов. Проба №1

отбиралась из устья реки Назаровка. Река протекает вдоль южной части Саратовского нефтеперерабатывающего завода, соответственно попадает в его санитарно-защитную зону. Также над местом отбора проб проходит железнодорожный мост, и на расстоянии 200 метров находится пристань для малых судов. Проба №2 отбиралась в месте впадения реки Назаровка в Волгоградское водохранилище. Проба №3 была отобрана у села Пристанное, которое находится выше по течению агломерации Саратов-Энгельс, до сброса в Волгоградское водохранилище бытовых и промышленных сточных вод.

Отбор проб воды проводили в сентябре-октябре 2016 года и в марте-апреле 2017 года. Работа была выполнена в биологической лаборатории кафедры экологии Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.

В качестве тест-объекта в работе использовали ряску малую (*Lémma mínor*). Критерием острой токсичности служила гибель 50 % и более растений за 96 ч в исследуемой воде при условии, что в контроле погибло не менее 10 % растений. Производили учёт морфологических изменений растений (хлороз, некроз, поверхности листеца, расслоение листецов) для оценки наличия токсических веществ в исследуемой среде по сравнению с контролем [4].

Для выращивания в качестве тест-объекта *Chlorella vulgaris* приготавливали среду Тамия и использовали культиваторы водорослей (многокуветный КВМ-05 и культиватор КВ-05). Метод основан на регистрации различий в оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла, выращенной на среде, которая не содержит токсических веществ (контроль) и тестируемых проб воды [5]. Оптическую плотность определяли с помощью измерителя плотности суспензии ИПС-03.

В качестве тест-объекта также использовали дафнии магна (*Daphnia magna* Straus). Острую токсичность природной воды исследовали общепринятой методикой [6], которая основана на определении смертности дафний при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде по сравнению с контрольной культурой. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 48 ч в исследуемой пробе при условии, что в контрольном эксперименте все рачки сохранили свою жизнеспособность.

При проведении осеннего анализа воды Волгоградского водохранилища установлено, что исследуемые пробы №1, №2 обладали небольшой острой токсичностью в отношении тест-объекта ряски малой, т.к. отклонение показателя изменения времени удвоения численности ряски в сторону уменьшения (более 20%) свидетельствует о присутствии в воде токсикантов. Для проб воды, отобранных рядом с Саратовским НПЗ, наблюдались единичные случаи появления некрозов и частичное проявление хлорозов у растений.

При проведении весеннего анализа воды Волгоградского водохранилища установлено, что все исследуемые пробы не обладали острой токсичностью, во всех разведениях показатель изменения времени удвоения численности ряски не превышал $\pm 20\%$. В пробах №1 присутствовали единичные случаи проявления хлорозов. В основном все растения ряски, во все разбавлениях проб выглядели зелеными и здоровыми. В пробе №2 наблюдали растения с проявлением некрозов во все разбавлениях. Установлено, что в пробах воды, отобранных выше Саратова, не наблюдалось ни хлорозов, ни некрозов, все растения выглядели зелеными и здоровыми, листецы были собраны вместе.

В биотесте с хлореллой показано, что пробы воды №1 и №2, отобранные вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода, обладали слабой токсичностью, поскольку критерий токсичности (30%) превышен для 1-кратного разбавления. Остальные разбавления не оказывали токсического действия. Оптическая плотность пробы воды №3 достоверно не отличалась от контроля.

Биотестирование с использованием в качестве тест-объекта дафния magna в осенний и весенний период показало, что все исследуемые пробы не обладали острой токсичностью. Однако установлено, что в пробах воды №1 и №2 наблюдалась наибольшая смертность особей во всех разбавлениях, но она не превышала 10 %.

Таким образом, биотестирование воды, отобранной в осенний период, с использованием в качестве тест-объекта ряски малой показало небольшую токсичность проб №1 и №2. В отношении дафния magna не было установлено токсичного действия проб, взятых в районе нефтеперерабатывающего завода и вблизи путей малого судоходства.

Собранные в весенний период пробы природной воды не обладали острой токсичностью в отношении таких тест-объектов как *Daphnia magna* и *Lémma mínor*. Только в исследовании с *Chlorella vulgaris*, установлено слабое токсическое действие пробы воды, отобранной вблизи Саратовского нефтеперерабатывающего завода.

По совокупности всех данных можно сделать вывод, что вода Волгоградского водохранилища вблизи Саратовского НПЗ является удовлетворительно чистой.

Литература

1. Баландина А.Г. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния / А.Г. Баландина, Р.И. Хандильгин, И.Г. Ибрагимов, В.А. Мартяшева // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22. – № 1. – С. 115–126.
2. ПАО «Саратовский НПЗ» <https://sarnpz.rosneft.ru/>
3. Нилова Т.А, Рогачева С.М. Мониторинг состояния сточных вод Саратовского нефтеперерабатывающего завода / Экология и защита окружающей среды: сб. тез. докл.

Междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 2014. – С. 122–125.
<http://elibrary.by/handle/123456789/104517>

4. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И.Евсеева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

5. Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer). ПНД Ф 14.1:2.4.10-2004 (Т 16.1:2.3:3.7-2004).

6. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод и отходов по смертности дафний (*Daphnia magna* Straus), ПНД Ф Т 14.1:2.4.12-06 Т 16.1:2.3:3.9-06.

С.А. Шаров, Т.Я. Ашихмина

Вятский государственный университет, г. Киров

ПУТИМИГРАЦИИ, ТРАНСФОРМАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В РАЙОНЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Антропогенное воздействие по силе и разнообразию является одним из мощнейших экологических факторов. К числу важнейших проблем, требующих решения, относится обеспечение экологической безопасности территорий, на которых хранились запасы химического оружия, уничтожались отравляющие вещества, подвергались термической деструкции реакционные массы, проводится переработка твердых и жидких отходов производства, выполняются работы по ликвидации последствий деятельности. Для обоснования комплекса защитных и реабилитационных мероприятий загрязнённых территорий необходимо выявление путей и закономерностей миграции, трансформации и зон возможной аккумуляции загрязняющих веществ.

Ключевые слова: уничтожение химического оружия, отравляющие вещества, общий фосфор, подвижный фосфор, миграция, трансформация.

В процессе производственной деятельности предприятий по хранению и уничтожению химического оружия (ХО) в окружающую среду поступали загрязняющие вещества разных классов опасности: фосфаты, диоксиды серы, азота, оксид углерода, фториды, эфиры метилфосфоновой кислоты, бенз(а)пирен, N-метилпирролидон, моноэтаноламин, ε-капролактam, 2-диэтиламино-этилизобутил-сульфид, соединения мышьяка и др. [1-3]. В процессе их трансформации в окружающей среде в ряде случаев возможно появление более токсичных продуктов с отсроченным действием. До настоящего времени в достаточной степени не изучены проявления токсического действия сложных смесей различных по свойствам химических

веществ, входящих в состав выбросов предприятий по уничтожению химического оружия. Основными маркерными соединениями в объектах окружающей среды, характеризующими деятельность предприятия по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ, являются валовые и подвижные формы фосфора.

Для оценки воздействия предприятия на природные среды построена модель распространения загрязняющих веществ на объекты окружающей среды (рисунок 1). Установлено преимущественное распространение загрязняющих веществ в северном и северо-западном направлениях от промышленной площадки предприятия [4]. Для исследования вертикальной миграции загрязняющих веществ, построено 5 разрезов, произведен послойный отбор проб грунта.

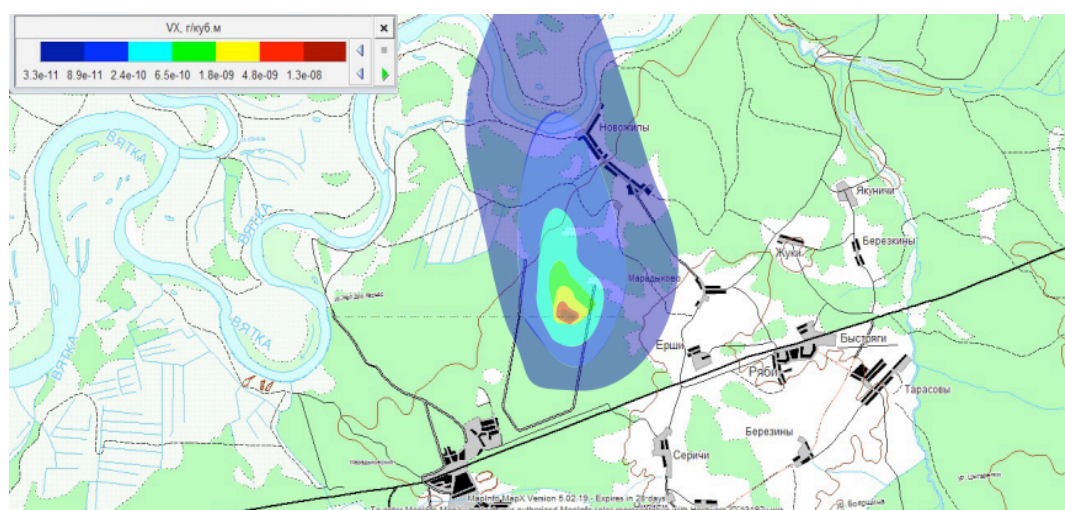


Рис. 1. Модель распространения ОВ типа Vx по среднесуточным метеоданным за период 2010-2012 гг.

Выявлена линза глинистых пород мощностью от 10 до 20см. Наличие локального водоупора, повторяющего общий уклон рельефа в направлении к реке (к западу-северо-западу от предприятия), способствует переводу значительной части вертикального стока – в горизонтальный и обеспечивает высокий уровень грунтовых вод даже в межень (рисунок 2).

Величина уклона в западном направлении исследуемой территории - 0,006, а в северо-западном направлении – 0,03. Расчётная скорость перемещения грунтовых вод вниз по потоку составляет 0,165 м/сут для западного направления и 0,825 м/сут – для северо-западного направления.

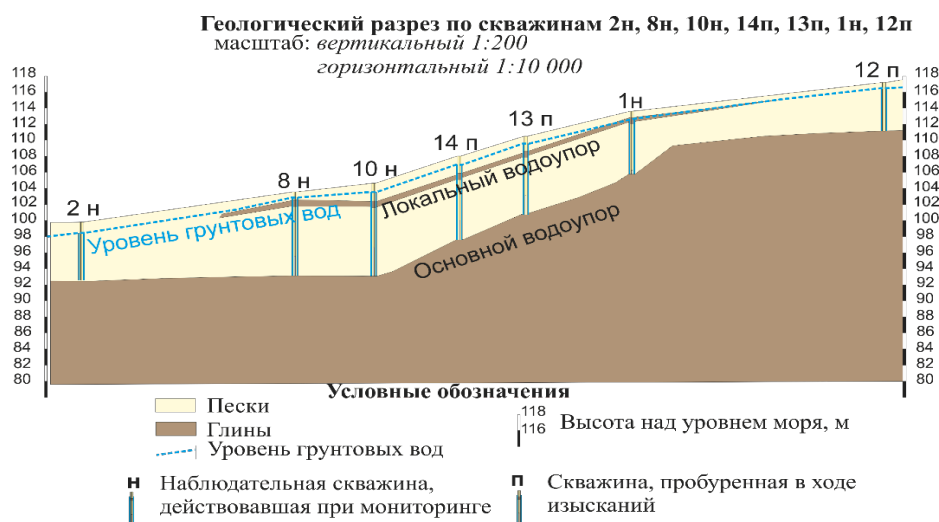


Рис. 2. Геологический разрез

Анализ вертикального распределения подвижного фосфора в песчаных почвах показал, что аккумуляция его происходит на глубине за пределами почвенного профиля (рисунок 3). Если на глубине 10 см содержание соединений фосфора в пересчете на общий фосфор в слабоподзолистых почвах находится в пределах 15-16 мг/кг, то на глубине 1-2,5 м содержание его достигает 110-115 мг/кг.

В суглинистых почвах с хорошо выраженным гумусовым горизонтом отмечено более высокое содержание фосфора в верхних слоях и отсутствие накопления с глубиной.

Сравнительный анализ содержания подвижных и валовых форм фосфора по глубинам имеет положительную корреляцию $R=0,72$.

Для выявления латеральной миграции веществ исследована пойменная часть прогнозируемой зоны распространения загрязнения.

Анализ состава поверхностных вод и донных отложений старичных озер не позволил выявить их прогнозируемое загрязнение. Отмечена сильная сезонная изменчивость состава поверхностных вод при отборе проб в феврале и августе, при этом аккумуляции загрязняющих веществ в донных отложениях не происходит. Анализ зависимости температуры и электропроводности в исследуемых точках свидетельствует о высокой корреляции между ними во всех точках и глубинах исследуемой цепочки озер ($R=-0,94-0,97$).

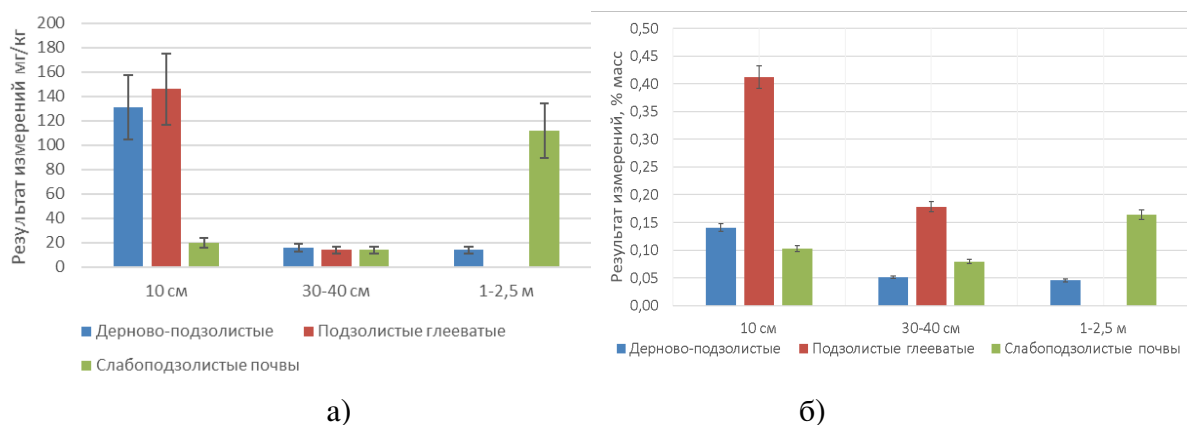


Рис. 3. Зависимость содержания а) подвижного фосфора от глубины почвенного слоя, б) валового фосфора от глубины почвенного слоя

Данная закономерность является типичной для всей цепочки старичных озер, однако в месте впадения сезонного ручья коэффициент корреляции между температурой и электропроводностью на различной глубине равен 0,84, что свидетельствует об изменении химического состава поверхностной воды за счет внесения сторонних примесей с поверхностным стоком через ручей.

Повышение значимости корреляционных связей между содержанием железа и показателем ХПК в летнее время с $R=0,20$ до $R=0,90$ в зимнее время свидетельствует о поступлении его с грунтовыми водами. Высокое содержание железа характерно для четвертичных отложений Кировской области. При этом содержание специфических загрязнений и маркерных веществ не обнаружено. Пробы не токсичны.

Для подтверждения отсутствия накопления загрязняющих веществ в донных отложениях старичных озёр создан банк многолетних данных спутниковых наблюдений на исследуемую территорию. По данным дистанционного зондирования Земли выявлено ежегодное затопление старичных озёр (зоны возможной аккумуляции) с последующим выносом загрязняющих веществ в р. Вятку (рисунок 4).

Таким образом, миграция загрязняющих веществ как от деятельности предприятия по уничтожению химического оружия, так и от перепрофилированного предприятия будет осуществляться с грунтовыми и паводковыми водами в речную сеть. В настоящее время аккумуляция загрязняющих веществ в почвах, грунтовых водах и донных отложениях на данной территории не выявлена.



Рис. 4. Космоснимок территории в половодье р. Вятки вблизи предприятия, выполненный 26 мая 2017 г. в естественных цветах.

Литература

1. ФГУП «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ» Пояснительная записка к рабочей документации участка термического обезвреживания жидких, твердых отходов и корпусов боеприпасов в здании 1001 на объекте по уничтожению химического оружия на территории Оричевского района Кировской области (объект 1726) [Текст]: Л-09-2591-ТХВ.ПЗ. – М., 2007. – 150 с.
2. Ашихмина, Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия [Текст] / Т.Я. Ашихмина. – Киров: Вятка, 2002. – 544 с.
3. Техничко-экономическое обоснование строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) на территории Оричевского района Кировской области [Текст]: Отчет Т. 1-41; рук. Ю.Б. Корольков; исполн.: В.М. Трегубов [и др.]. – М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 1999. – 472 с.
4. Шаров, С.А. Пути миграции, трансформации и аккумуляции загрязняющих веществ в окружающей среде в районе предприятия по уничтожению химического оружия и обоснование комплекса реабилитационных мероприятий. [Текст] : дис. ... канд. хим. наук: 03.02.08: защищена 25.09.19 / Шаров Сергей Андреевич. – Киров., 2019. – 156 с. – Библиогр.: с. 141–153.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД СИЛЬНЫМ АНТРОПОГЕННЫМ ПРЕССОМ

Проведено исследование качества воды малых рек, протекающих в окрестностях г. Саратова. Наиболее высокие концентрации отмечены для меди, железа, алюминия и показателей органического вещества. По индексу загрязненности воды реки характеризовались как «грязные».

Ключевые слова: малые реки Елшанка, Березина, Курдюм, качество воды

Решение проблемы охраны водного фонда России неотделимо от исследования малых водотоков, которые в значительной мере определяют гидрологический и гидрохимический режим крупных рек [1]. Малые реки (длиной до 100 км) – самые многочисленные и наиболее уязвимые водные объекты, которые до сих пор остаются наименее изученными. Особенно неблагоприятная обстановка складывается на тех малых реках, которые оказались в урбанизированной зоне в результате разрастания городов [2]. Зарегулирование изменило параметры их водосборных бассейнов. Русла таких рек на многих участках собраны в каналы или забраны в коллекторы, а часто и совсем уничтожены. Нарушены естественные источники питания малых рек. Асфальтирование значительных частей водосборного бассейна уменьшает инфильтрацию и естественную связь поверхностных и подземных вод. Берега многих рек застроены, часто завалены твердыми техногенными отходами или строительным мусором, а сами русла используются как естественные коллекторы для транспортировки загрязненных производственных, хозяйственных и ливневых сточных вод [3].

Также к ухудшению экологической ситуации на малых реках приводит поступление со склоновым стоком минеральных и органических удобрений, ядохимикатов, неочищенных сточных вод от сельских населенных пунктов, животноводческих ферм, птицефабрик и т.д.

Все эти проблемы характерны для малых рек Елшанки и Березина, протекающих в промышленной зоне г. Саратова, а также для реки Курдюм, часть русла которой проходит вблизи многочисленных садоводческих организаций и сельскохозяйственных угодий. Техногенная нагрузка в виде промышленных сточных вод Заводского района г. Саратова оказывает значительное воздействие на состав и свойства воды р. Березина. Река Елшанка испытывает антропогенную нагрузку от предприятий Ленинского района г. Саратова. На водосборной территории этих рек размещены отстойники с сильнозагрязненными сточными водами, как следствие, на

некоторых участках вода в этих водотоках мутная, с неприятным запахом [3].

Однако, эти водные объекты имеют не только большое рекреационное значение для городского населения, но и поддержания естественного биоразнообразия живых организмов, сохранившихся в условиях мегаполиса. Поэтому оценка качества воды рек Елшанка, Березина и Курдюм имеет важное значение для привлечения внимания общественности к проблеме малых рек и принятия мер по восстановлению их естественных биогидроценозов и повышения устойчивости.

Отбор проб воды на реках Елшанка, Березина и Курдюм осуществляли в вегетационный период 2018 г. Оценку качества воды проводили по показателям кислородного режима, солевого состава, органического вещества, биогенных и токсичных элементов с использованием методик, допущенных для целей Государственного экологического контроля. Всего было обработано 36 проб.

Качество воды оценивали по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ), расчет которого проводили по методике [4].

По общепринятой классификации [5] минерализация воды р. Березина повышенная, рр. Елшанки и Курдюм – высокая (рис. 1А). Преобладающие ионы в р. Березина – гидрокарбонаты и кальций, в рр. Елшанка и Курдюм, в основном, из анионов - сульфаты, из катионов - кальций или магний. Питание рек смешанное с преобладанием подземного, о чем свидетельствуют высокие концентрации сульфатов, превышающие рыбохозяйственный норматив в 2-5 раз (рис. 1 Б). Жесткость воды колебалась от жесткой до очень жесткой. Реакция среды рН была нейтральной или слабощелочной.

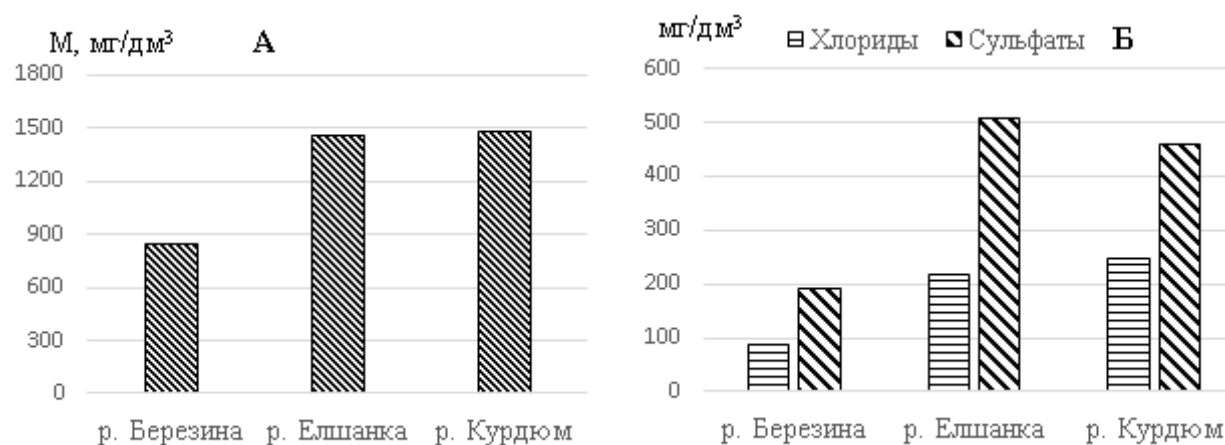


Рис. 1. Средние значения минерализации (М) (А), хлоридов и сульфатов (Б) в малых реках

Кислородный режим рек характеризовался большой изменчивостью в интервале 1,27-12,72 мг/дм³. В летний период содержание O₂ снижалось до

1,27- 4,82 мг/дм³, что значительно ниже норматива (<6,0 мг/дм³). Дефицит кислорода в воде может привести к гибели многих гидробионтов, а также к масс-переносу многих токсикантов из донных отложений при возникновении восстановительных условий.

По величине перманганатной окисляемости (ПО) можно судить о количестве гуминовых веществ, как правило, аллохтонного происхождения. В воде исследованных рек этот показатель изменялся практически в одном интервале (3,4-10 мг/дм³).

Содержание общего органического вещества (ОВ) в реках по показателю ХПК изменялось в пределах 33–71 мг/дм³ (рис. 2А). Наиболее высокая концентрация общего ОВ (65-71мг/дм³) отмечена в малых реках Елшанка и Курдюм. В этих водотоках в летний период сильный прогрев воды при небольших средних глубинах способствовал увеличению скорости процессов образования и минерализации ОВ.

Во всех водных объектах показатель БПК₅, характеризующий легкоокисляемое органическое вещество, был выше нормы 2,0 мг/дм³ (рис. 2Б). Наибольшие концентрации зафиксированы в осенний период.

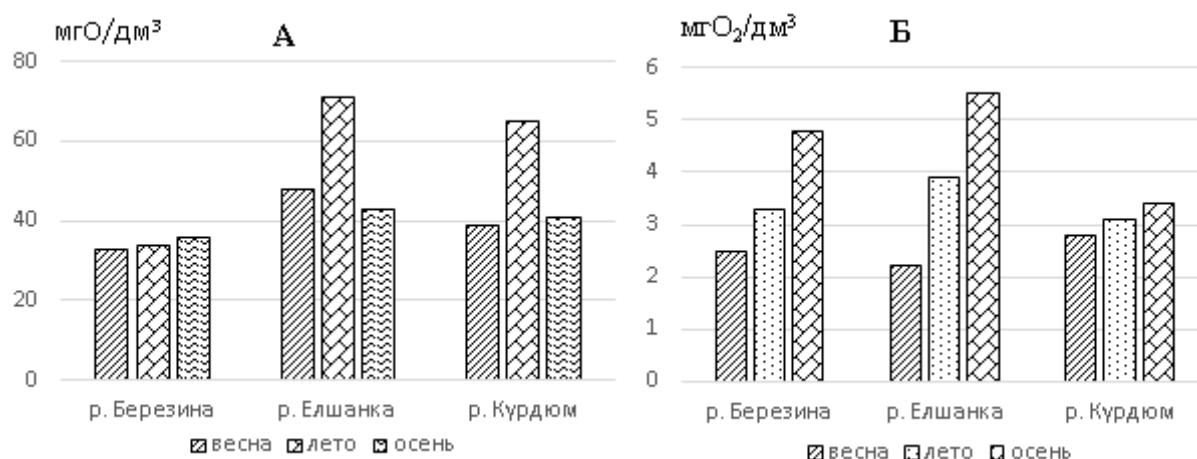


Рис. 2. Средние значения показателя ХПК (А) и БПК₅ (Б) в малых реках

Преобладающей формой минерального азота во всех реках является азот нитратный (рис. 3). Наибольшие концентрации наблюдали в реках Березина и Елшанка (1,81-1,47 мг/дм³ соответственно). В этих же водотоках превышение норматива по содержанию азота нитритов в среднем составило 2,5-2,9 раз. Наиболее высокие концентрации были характерны для летнего периода. Следует отметить, нитриты являются неустойчивыми соединениями, и при достаточно высоком содержании кислорода и отсутствии токсических веществ, тормозящих биохимические процессы, их содержание в воде низкое, в связи с чем можно предположить присутствие токсикантов, влияющих на процесс нитрификации, или торможение этого

процесса вследствие дефицита кислорода. Содержание аммония колебалось в интервале от 0,10 до 0,98 мгN/дм³, наиболее высокие концентрации характерны для проб из р. Елшанка.

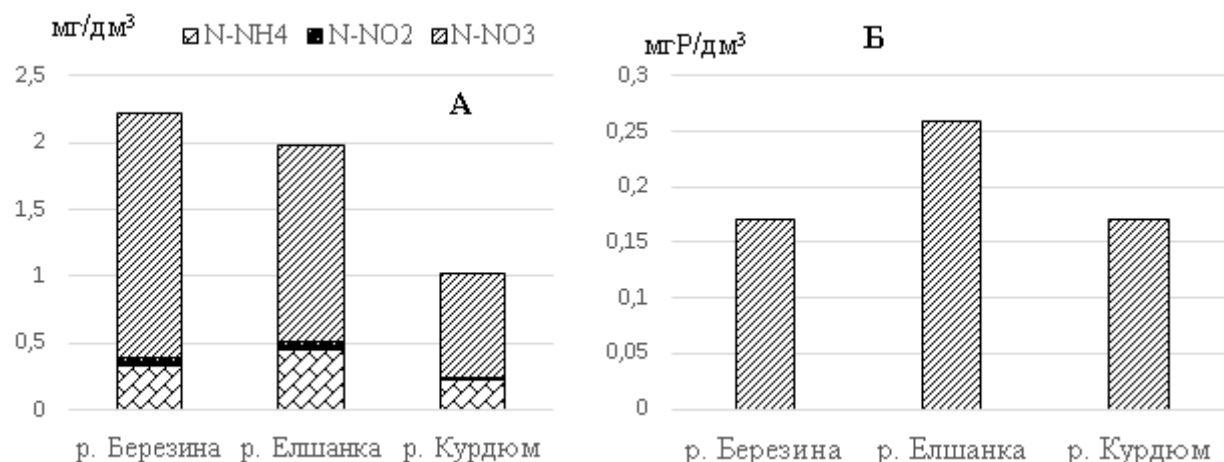


Рис. 3. Соотношение форм минерального азота (средние концентрации) (А) и среднее содержание минерального фосфора (Б) в воде исследованных рек

Наименьшее количество фосфатов отмечено в воде рек Березина и Курдюм (рис. 3Б), максимальное – характерно для Елшанки. В летний период на отдельных участках реки Елшанка содержание минерального фосфора достигало 0,80-0,83 мг/дм³.

Концентрация общего железа во всех водотоках превышала рыбохозяйственный норматив в 1,1-7,5 раз.

Об антропогенной нагрузке на исследуемые реки судили также по содержанию кадмия, свинца, меди и алюминия.

Соединения кадмия обнаружены на уровне аналитического нуля (<0,0005 мг/дм³). Концентрация свинца находилась в интервале <0,0010 до 0,0038 мг/дм³.

Соединения меди относятся к наиболее распространенным загрязнителям природных водных экосистем [5]. Широкое применение в производстве и сильные комплексообразующие свойства позволяют мигрировать этому элементу через пищевые цепи от источника загрязнения на большие расстояния. Часть русел исследованных нами рек проходит в окрестностях г. Саратова, который является крупным промышленным центром. Следствием этого, вероятно, и является обнаруженное нами в 50% проб превышение норматива в 1,5-9,9 раза по этому элементу. Экстремально высокие концентрации на уровне 23-24 ПДК зафиксированы в р. Березина.

В последние десятилетия установлено разноплановое токсическое воздействие алюминия на гидробионты и человека, поэтому контроль содержания этого элемента в воде природных водоемов не вызывает

сомнения [6]. Содержание алюминия в воде исследованных нами реках было выше норматива. Экстремальные концентрации достигали 20-25 ПДК.

Рассчитанный УКИЗВ исследованных рек находились в интервале 4,5-5,4, что соответствует категории 4 «Б» – грязная. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят концентрации меди, железа, алюминия, а также показатели содержания органического вещества (по БПК₅).

Полученные предварительные результаты по оценке экологического состояния малых рек Березина, Елшанка и Курдюм свидетельствуют об их значительном загрязнении. Восстановление их рекреационного потенциала возможно, вероятно, только при соблюдении научно обоснованных норм антропогенных нагрузок, проведения мероприятий по расчистке русла и берегов и повышения экологической грамотности населения, проживающего на территории водосбора.

Литература

1. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН. - Новосибирск, 2002. 114 с.
2. Крашенинникова С.В. Влияние урбанизированных территорий на формирование поверхностного стока // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского.- 2008. -№14. -С. 119-121.
3. Доклад о состоянии окружающей природной среды Саратовской области в 1993 г. - Саратов, 1984. -95 с.
4. РД 52.24.643 – 2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. - СПб.: Гидрометеиздат, 2003.- 49 с.
5. Алекин О.А. Основы гидрохимии. –Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.
6. Линник П.Н. Медь в поверхностных водах Украины: содержание, формы нахождения, закономерности миграции//Гидробиол. журнал, 2013. Т. 49. -№5.-С. 90-110.
7. Линник П.Н., Жежеря В.А. Алюминий в поверхностных водах Украины: содержание, формы миграции, особенности распределения среди абиотических компонентов//Водные ресурсы, 2013.- Т. 40. - №2. – С. 165-178.

И.И. Шепелев¹, Е.Н. Еськова¹, С.О. Потапова¹, Н.Н. Бочков²

¹ Красноярский государственный аграрный университет

² ООО «Доломит», г. Красноярск, Россия

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРΟЖНЫХ ПОЛОС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРΟЖНЫХ ОДЕЖДАХ

Методика проведения экотоксикологических исследований включала проведение модельных опытов на нефелиново-щебеночных смесях. На первом этапе исследований с использованием штаммов микроорганизмов было установлено отсутствие токсичного воздействия водных вытяжек из нефелинового шлама в смеси со щебнем и гидратированного шлама на одноклеточные зелёные водоросли *Chlorella vulgaris* и почвенные инфузории рода *Colpoda*. В последующих экотоксикологических исследованиях с применением метода фитотестирования подтверждалось отсутствие токсичных свойств проб нефелинового шлама и почвы придорожной полосы на водной вытяжке исследуемых образцов. На основании проведенных исследований по экотоксичности определена возможность использования нефелинового шлама в качестве компонента дорожной одежды в виде нефелиново-щебеночной смеси, которая в стесненных условиях при устройстве основания дорожной одежды быстро гидратируется и переходит в монолитное состояние. Это подтверждают испытания проб почвы, отобранной на придорожной полосе, при этом содержание обменного алюминия в почве анализируемых участков находилось на очень низком уровне – менее 0,5 мг/кг. Использование нефелинового шлама в устройстве основания дорожных одежд практически не влияет на его содержание в почве во всех точках отбора от 5 до 150 м от дорожного полотна.

Ключевые слова: экологический мониторинг, техногенное воздействие дорожные одежды, загрязнение почвы, нефелиновый шлам

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом, показали, что укрепление грунтов цементом в дорожном строительстве – весьма эффективный и универсальный метод применяемый при устройстве дорожных одежд [1]. Вместе с тем метод укрепления грунтов цементом не лишен недостатков, так как цемент представляет собой достаточно дорогой вяжущий материал, что является серьезным препятствием к дальнейшему расширению применения цементогрунта в дорожном строительстве. Исследования последних лет, проведенные в нашей стране, показали, что одним из перспективных вяжущих материалов для использования в дорожных одеждах может стать нефелиновый шлам [2]. Однако при использовании отходов в качестве дорожно-строительного материала может усложниться, имеющаяся проблема загрязнения природной среды транспортно-дорожным комплексом. Ежегодно на подвижных дорожных объектах, которые обеспечивают строительство, ремонт и содержание дорог общего пользования, выбрасывается около 450 тыс. тонн

пыли, сажи и других вредных веществ. Факторы, негативно влияющие на окружающую среду при строительстве автомобильной дороги, включают в себя загрязнение воздуха выхлопными газами, загрязнение придорожных почв горюче-смазочными материалами, образование оврагов. В этой связи следует отметить, что влияние автодорог на окружающую среду еще оценено в недостаточной мере и не в полном объеме. Особенно это касается загрязнения почвы придорожной полосы и прилегающих водных объектов при применении дорожно-строительных материалов техногенного происхождения.

Учитывая, что нефелиновый шлам производства АО «РУСАЛ Ачинск», хранящийся на шламохранилище, по своему минералогическому составу на 75-85% представляет собой вяжущий минерал – двухкальциевый силикат $2\text{CaO} \times \text{SiO}_2$ и не содержит вредных высокотоксичных соединений, он может быть рассмотрен в качестве компонента основания дорожных одежд [3]. Шлам является отходом 5 класса опасности для окружающей природной среды, что подтверждают исследования, выполненные экспериментальным методом биотестирования. Модельные опыты проводили на нефелиново-щебеночной смеси идентичной применяемой при устройстве основания дорожных одежд. Первоначально с использованием штаммов микроорганизмов было установлено отсутствие токсичного воздействия водных вытяжек из нефелинового шлама в смеси со щебнем и гидратированного шлама на одноклеточные зелёные водоросли *Chlorella vulgaris* и почвенные инфузории рода *Colpoda*. В последующих экотоксикологических исследованиях с применением метода фитотестирования подтверждалось отсутствие токсичных свойств водных вытяжек из нефелинового шлама в смеси со щебнем и гидратированного шлама. Контролем служили результаты, полученные на дистиллированной воде. В качестве тест-организмов использовались пшеница мягкая яровая (*Triticum vulgare* L.) сорт Новосибирская 29 и кресс-салат (*Lepidium sativum*) сорт Донской. Методика включала проращивание семян тест-растений на фильтровальной бумаге в чашках Петри (кресс-салат) и в рулонах (пшеница). В каждую чашку и рулон помещали по 25 семян (100 семян в каждой повторности, четырехкратная повторность каждого варианта). В течение последующих дней опытные образцы увлажняли дистиллированной водой. Всхожесть и энергию прорастания семян определяли по общепринятым методикам (ГОСТ 12039-82 и ГОСТ 12038-84). Энергию прорастания у кресс-салата определяли на 3-и и всхожесть на 5-е сутки. У пшеницы на 3-и и 7-е сутки соответственно. Через 10 дней проводили измерение длины отдельно надземной части и корней растения с точностью до 1 мм. Далее рассчитаны индексы фитотоксичности (ИТФ) по каждой тест-функции (энергии прорастания, всхожести семян, длине ростков и корней) *Lepidium sativum* L. и *Triticum vulgare* L. (таблица 1). В таблице 2 приведены данные экотоксикологической оценки опытных

образцов, сделанной на основании расчета индексов фитотоксичности по двум видам тест-растений.

Таблица 1

Индексы фитотоксичности почвенных образцов по тест-параметрам
Lepidium sativum L. и *Triticum vulgare L.*

Показатели	Нефелиновый шлам (свежий)		Нефелиново- щебеночная смесь		Гидратированный нефелиновый шлам	
	кресс-салат	пшеница	кресс-салат	пшеница	кресс-салат	пшеница
ИФТ _с	90,8	99,1	93,1	98,6	97,6	98,6
ИФТ _в	46,4	56,4	71,2	76,9	87,4	90,4
ИФТ _д	32,6	48,1	52,7	78,5	87,6	93,9
ИФТ _д	16,7	15,8	34,8	45,7	88,4	90,0
ИФТ _{среднее}	46,6	54,9	63,0	74,9	90,3	93,2

Таблица 2

Экотоксикологическая оценка нефелинового шлама по индексам фитотоксичности

Вариант исследования	ИФТ _{среднее} <i>Lepidium sativum L.</i>	ИФТ _{среднее} <i>Triticum vulgare L.</i>	ИФТ _{среднее} по двум тест-культурам	Заключение по токсичности тест-объектов
Нефелиновый шлам (свежий текущего производства)	46,6	54,9	50,75	средняя
Нефелиново- щебеночная смесь	63,0	74,9	68,95	слабая
Гидратированный нефелиновый шлам	90,3	93,2	91,75	не токсично

Таким образом, при экотоксикологических исследованиях образцов нефелинового шлама методом фитотестирования с использованием одно- и двудольных растений установлено, что по снижению всхожести семян и угнетению роста корней тест-растений свежий нефелиновый шлам обладает токсичностью, нефелиново-щебеночная смесь – малотоксична, гидратированный нефелиновый шлам, хранящийся на шламовой карте – практически не токсичный. На основании проведенных исследований по экотоксичности установлена возможность использования нефелинового шлама в качестве компонента дорожной одежды в виде нефелиново-щебеночной смеси, которая в стесненных условиях при укатке и устройстве основания дорожной одежды быстро гидратируется и она переходит в монолитное состояние, сходное с бетоном [4].

Выполненные исследования были подтверждены на практике при строительстве автодороги Красноярск – Железногорск, которые показали отсутствие токсичности в анализируемых пробах почвы. Испытаниями проб почвы, отобранной на удалении от придорожной полосы доказано, что содержание обменного алюминия в почве анализируемых участков находилось на очень низком уровне (менее 0,5 мг/кг), при этом использование нефелинового шлама в устройстве основания дорожных

одежд практически не влияло на его содержание в почве на всех точках отбора от 5 до 150 м от дорожного полотна.

Литература

1. Лютенко, А.О. Анализ микроструктуры алюмосиликатного сырья с позиции применения его в дорожном строительстве/ А.О. Лютенко, В.В. Строкова, М.С. Лебедев // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2011. №2. С.33- 38.
2. Шепелев И.И. Дорожные твердеющие смеси на нефелиновых вяжущих с гипсоангидритовыми модифицирующими добавками/ И.И. Шепелев, А.И. Кудяков, Н.Н. Бочков, А.М. Жижаев // Вестник ТГАСУ. 2017. №1. С.181-189.
3. Shepelev, I. I. Ecological engineering in the construction and exploitation of roads with technogenic materials / I. I. Shepelev, E. N. Eskova, S. O. Potapova, A. M. Nemerov and N. N. Bochkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MSE).-2019.- 537(6) 062067.
4. Бескровный, В.М. Использование нефелинового шлама для устройства оснований дорог / В.М. Бескровный, Н.С. Дежина // Автомобильные дороги. 1980. №5. С. 23-25.

Г.А. Ягафарова, Г.Ш. Кужина, Н.С. Родионова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сибайский институт (филиал) Башкирского
Государственного Университета»

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ БЕЛОРЕЦКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Аннотация: представлены результаты исследования содержания тяжелых металлов в почвах Белорецкого района Республики Башкортостан.

Ключевые слова: тяжелые металлы, содержание, почва, металлургия, проба, подвижная форма, валовая форма

Основные резервы железных руд в Республике Башкортостан (РБ), находятся в Белорецком районе, где выявляются месторождения свинцово-цинковых, марганцевых руд. ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» (БМК), который находится в г. Белорецк, является одним из предприятий черной металлургии в республике, производящий две трети российского объема стальной и легированной проволоки, стальных тросов и холоднокатаной ленты.

Значительный вклад в загрязнение почвы Белорецка, возможно, вносит БМК, выбросы которого рассеиваются в атмосфере, затем оседают в почве.

Для исследования нами было выбрано пять точек отбора:

I точка – лесная зона в условиях с. Тирлянский Белорецкого района. Проба была взята в 5 км от населенного пункта с. Тирлянский.

II точка – точка вблизи Белорецкого металлургического комбината, в условиях г. Белорецка. Отбор пробы производился около 1-2 км от БМК.

III точка – лесная зона в условиях г.Белорецк. Проба была взята около 6-7 км от г. Белорецка, в лесной зоне.

IV точка – отбор вблизи Пугачевского карьера с. Ломовка, в условиях Белорецкого района. Проба была взята около 3 км от Пугачевского карьера.

V точка – отбор на территории бывшего металлургического завода с. Тирлянский.

Основной почвенный фон исследуемого региона представлен горно-лесными серыми почвами. Высокая водопроницаемость гонных почв обеспечивает быстрое и полное поглощение атмосферных осадков [4].

Была выполнена гранулометрическая обработка почвы, проводился анализ загрязнения почвы, как отношение концентрации элемента в каждой пробе к соответствующей ПДК для оценки уровня загрязнения тяжелыми металлами с учетом двух форм образования. Многоэлементный анализ проб почвы проводился согласно международным стандартным методам, в центральной лаборатории СФ АО «УГОК» Республики Башкортостан г. Сибай.

Данный анализ значений загрязнения позволил показать долю каждого элемента в общем объеме загрязнения металлами.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов валовой формы (мг/кг) в почвах Белорецкого района Республики Башкортостан

ТМ	Точки отбора					ПДК	РГФ
	I	II	III	IV	V		
Mn	1295	1666	1145	924	807	1500	800
Pb	3	6	2	5	2	32	20
Cd	5	5	2	6	2	2	0,22
Co	17	19	9	14	6	100	15

Литературные данные указывают, что основными источниками загрязнения почв марганцем являются заводы цветной и черной металлургии, машиностроения и металлообработки, выбросы электростанций работающих на каменном угле [3]. Максимальная концентрация марганца (1666 мг/кг) выявлена в точке отбора II, где наблюдается превышение ПДК. В остальных точках отбора не выявлено превышение ПДК, но во всех точках содержание данного металла выше регионального фона (РГФ) (табл.1).

Главными источниками загрязнения почв свинцом являются атмосферные выпадения как местного характера (промышленные

предприятия, теплоэлектростанции, автотранспорт, добыча полезных ископаемых и др.), так и результаты трансграничного переноса [1]. По представленным табличным данным (табл. 1), можно отметить, что минимальная концентрация валовой формы выявлена у свинца (2мг/кг) в III и V точках отбора, максимальная – в точке 6. Можно отметить, что содержание валовой формы свинца в почвах не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК) и регионального фона (РГФ) во всех исследуемых точках. По остальным изученным элементам превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) не наблюдается.

Примерно 80% антропогенных выбросов кадмия связано с производством меди, свинца, цинка и кадмия. Около 45% общего загрязнения этим элементом приходится на выплавку кадмия из руд, 52% попадает в атмосферу в результате сжигания или переработки изделий, содержащих кадмий. Загрязнение атмосферного воздуха кадмием происходит также и за счет автомобильного транспорта, поскольку резина покрышек и смазочные масла содержат кадмий [2]. Анализ результатов исследования указывает, что концентрация кадмия в точках отбора I, II, IV превышает ПДК и регионального фона во всех точках отбора. кобальта - в точке отбора II (табл.1).

Кобальт занимает 30 место среди элементов земной коры, его кларк 29 мг/кг (Гринвуд, Эрншо, 2008). Со – важный микроэлемент, жизненно необходимый для растений, активно участвующий в фиксации N₂ [5]. Дефицит Со ведет к хлорозу листьев в регионах распространения карбонатных и нейтральных почв. При недостатке Со в почвах (менее 2,5 мг/кг) его количество в кормовых растениях снижается до 0,07 мг/кг; их потребление вызывает серьезные заболевания скота (акобальтоз, сухотка и др.). Нами выявлено, что район исследования не загрязнен кобальтом (табл.1).

Подсчеты общего содержания тяжелых металлов в почвах Белорецкого района показали, что наиболее загрязненным является участок почвы, находящийся вблизи металлургического комбината г. Белорецк, что в известной степени и прогнозировалось до проведения исследований. Это, видимо, связано особенностями строения почвенного покрова, а также выбросами, которые вырабатывает металлургический комбинат.

Литература

1. Егорова Г.Л., Худолей В.В. Свинец в окружающей среде. Опасность для здоровья детей и ее предупреждение. Программа образовательного курса для студентов медицинских и биологических вузов, 2011.
2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин; СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т почвоведения и агрохимии - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
3. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999 38 с.
4. Хазиев Х.Ф и др. Почвы Башкортостана. Издательство: Гилем, 1995. -385с.
5. Mengel K., Kirkby E.A. Principles of plant nutrition. Bern: Int. Potash Inst., 1987. 687

А.В. Якимчук, Г.А. Кочергин, М.А. Куприянов

АУ «Югорский НИИ информационных технологий», г. Ханты-Мансийск

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕДОБЫЧИ

Представлены результаты разработки имитационной модели для оценки экологического риска загрязнения территории лесного фонда в Ханты-Мансийском автономном округе вследствие аварийного разлива нефти. В основе предлагаемой нами модели лежат методы машинного обучения, которые позволяют рассчитать степень риска возникновения инцидентов на территории нефтедобычи, и методы геоинформационного анализа, используемые для построения цифровой карты рисков негативного воздействия на земли лесного фонда. Исследования основаны на массиве разнородных многомерных данных о произошедших на нефтепроводах авариях в 2010-2018 гг., а также результатах дешифрирования нефтезагрязнений почвы по космическим снимкам. Представленная имитационная модель позволяет внедрить риск-ориентированный подход при осуществлении контрольно-надзорной деятельности региональными исполнительными органами государственной власти, осуществляющими свои полномочия в сфере охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Ключевые слова: имитационная модель, экологические риски, нейронные сети, машинное обучение, геоинформационный анализ, ГИС-технологии, риск-ориентированный подход.

Одной из ключевых экологических проблем таких крупных нефтедобывающих регионов, как Ханты-Мансийский автономный округ, является загрязнение земель вследствие аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при их транспортировке по трубопроводным системам [1]. В результате разлива нефтесодержащей жидкости наносится значительный урон землям лесного фонда и водно-болотным угодьям, что требует принятия незамедлительных мер по устранению причин аварии и проведению рекультивационных работ на указанных экосистемах. Выявление подобных инцидентов с целью расчета ущерба нанесенного окружающей среде является одной из основных задач контрольно-надзорных органов автономного округа, осуществляющих свои полномочия в сфере экологической безопасности региона. Однако огромная и зачастую труднодоступная территория существенно затрудняют своевременный контроль за экологическим состоянием окружающей среды, что требует внедрения принципиально новых подходов к осуществлению плановых и внеплановых выездных контрольно-надзорных мероприятий [2].

В связи с этим целью данной работы является разработка имитационной модели оценки экологического риска аварийного разлива нефти на территории интенсивной нефтедобычи на основе нейросетевой модели и реализация автоматизированной информационной системы оценки

экологического риска с использованием ГИС-технологий. Указанный вид экологического риска является одним из наиболее существенных с точки зрения ущерба для окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа, что подтверждает актуальность поставленной задачи для нашего региона.

Для решения поставленной задачи оценки экологического риска нами предлагается имитационная модель, реализуемая алгоритмическими методами, использование которых позволяет построить цифровую карту, отображающую риски аварийных разливов нефти на лицензионных участках. Для реализации имитационной модели используются методы машинного обучения и методы пространственного (геоинформационного) анализа данных. Методы машинного обучения основаны на создании, обучении и последующем использовании нейронной сети, которая позволяет обрабатывать большие объемы разнородной информации об объектах исследования. Методы геоинформационного анализа данных используются для учета пространственных свойств объектов исследования. Общая последовательность этапов построения цифровой карты в рамках разрабатываемого риск-ориентированного подхода:

- 1) предварительная обработка исходного массива многомерных данных,
- 2) геоинформационный анализ данных для учета пространственных характеристик объектов,
- 3) расчет степени риска на основе анализа данных с использованием методов машинного обучения,
- 4) представление результатов анализа в виде цифровой карты средствами геоинформационных систем.

Для создания цифровой карты экологических рисков нами используется информация, накопленная в Службе по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Природнадзор Югры) с 2010 года по настоящее время, а также результаты дешифрирования космических снимков территории автономного округа. В результате подготовки исходных данных был сформирован многомерный массив объемом более 17000 записей по 83 параметрам, включающий пространственные характеристики объектов.

Разработанная нами имитационная модель позволила построить цифровую карту, рассчитав значения степени экологического риска для каждого из 402 лицензионных участков, расположенных в границах Ханты-Мансийского автономного округа. На основе рассчитанного значения степени риска все лицензионные участки были разделены на 5 классов, с учетом категоризации рисков для регионального государственного экологического надзора [3], в соответствии с которым принято выделять 5 категорий риска: высокий, значительный, средний, умеренный и низкий, для каждого из которых устанавливается своя очередность плановых проверок.

Для большей локализации экологических рисков представленные на цифровой карте лицензионные участки с высоким уровнем риска были разделены на более мелкие участки квадратной формы размером 2 на 2 км, для каждого из которых было рассчитано новое значение степени риска. Лицензионные участки с значительным, средним и умеренным риском также были разделены на участки размером 4 на 4 км, 8 на 8 км и 16 на 16 км соответственно для пересчета степени риска. Лицензионные участки, отнесенные к классу с низким уровнем риска, не подвергались дальнейшей пространственной детализации.

Построенная с использованием разработанной имитационной модели цифровая карта экологического риска аварийного разлива нефти представлена на рис. 1. Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что в Ханты-Мансийском автономном округе высокий риск аварийного разлива нефти определен для нескольких участков общей площадью 128 кв. км., расположенных на Мамонтовском, Южно-Балыкском и Тепловском лицензионных участках.

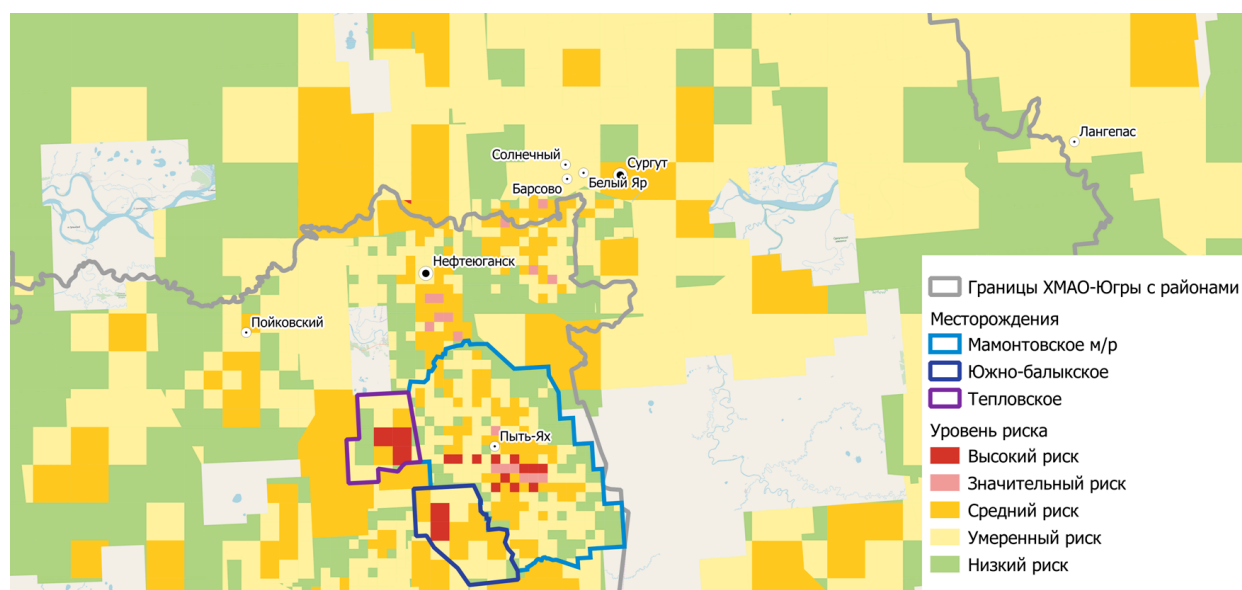


Рис. 1. Фрагмент цифровой карты экологического риска на территории Ханты-Мансийского автономного округа

В заключении необходимо отметить, что достоверность разработанной нейросетевой модели, применяемой для оценки степени рисков аварийных разливов нефти, рассчитанная методом кросс-валидации, составляет 91,5%. Представленная в работе имитационная модель, позволяющая построить цифровую карту экологического риска загрязнения земель лесного фонда нефтью и нефтепродуктами будет использоваться для планирования контрольно-надзорных мероприятий инспекторским составом Природнадзора Югры в рамках перехода к риск-

ориентированному подходу при осуществлении регионального экологического надзора.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-45-860003.

Литература

1. Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2018 году [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/2876367/2018-god>
2. Комов В.Э. Обоснование повышения эффективности деятельности контрольно-надзорной деятельности на региональном уровне [Текст] / В.Э. Комов, А.И. Кабалинский // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2017. – № 1-1. – С. 159–164.
3. О критериях отнесения производственных объектов, используемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к определенной категории риска для регионального государственного экологического надзора и об особенностях осуществления указанного надзора [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2017 г. № 1410.

**А.Б. Байдосова, С.Ж. Кужамбердиева, Б.Б. Абжалелов,
Ж. Турумбетова, А. Нурмахан**

Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата,
Республика Казахстан

**СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ
(КЫЗЫЛОРДИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В статье показаны результаты исследования содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах. Нефтяная промышленность является одним из крупных источников загрязнения окружающей среды. К настоящему времени на территории Кызылординской области накопились огромные количества нефтеотходов, существенно загрязняющие окружающую природную среду. Результаты экологического исследования позволяет оценить степень и характер воздействия нефтедобывающего производства на окружающую среду.

Ключевые слова: тяжелые металлы, нефтепродукты

Одним из наиболее опасных веществ загрязняющих среду обитания, в силу своих свойств и масштабов использования является нефть – это сложный комплекс веществ, состоящий почти из 3000 ингредиентов, большинство из которых легкоокисляемы. Поэтому чрезвычайно обширно токсическое воздействие нефти и нефтепродуктов на растения и живые организмы [1].

Анализ состояния проблемы загрязнения окружающей среды при строительстве нефтяных и газовых скважин показывает, что при производстве этих работ часто происходит загрязнение нефтью, нефтепродуктами, нефтяными газами и продуктами их сгорания, сероводородом, окислами серы, минерализованными сточными водами. К перечисленным можно добавить загрязнения буровыми растворами и отходами бурения, различными ПАВ, фенолами, альдегидами и другими реагентами, используемыми для интенсификации бурения. Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование мероприятий, направленных на защиту окружающей среды от загрязнений [2].

Крупными источниками загрязнения окружающей среды являются территориально-производственные нефтегазовые комплексы и магистральные трубопроводы. Загрязнение почвы, грунтовых и почвенных вод нефтью и ее компонентами, высоко-минерализованными пластовыми и сточными водами, шлаками происходит также на стадии подготовки

нефтегазового сырья к переработке. При этом в атмосферу поступают значительные количества компонентов нефти, попутный нефтяной газ и продукты его сгорания [3].

При мониторинге состояния почв фиксируются основные показатели физико-химических свойств почв (хим состав, почвенная вытяжка, мех.состав) определяющие их состояние, загрязняющие нефтепродуктами, тяжелыми металлами, радионуклидами, приземного радиоактивного фона.

Зональным подтипом почв на характеризуемой территории являются серобурые пустынные почвы. Значительные площади территории занимают солонцы и их комплексы. Характерной особенностью засоленных почв преобладание в составе солей соды (NaHCO_3). Сода, относясь к гидролитически щелочным солям, способствует образованию солонцеватых почв и солоноцов. Соодоброзование в почве обусловлено наличием карбонатов и бикарбонатов натрия и связано с засолением почвообразующих пород, непромывным типом водного режима, распространением растений – галифитом.

Все почвы характеризуются малой гумусностью, небольшим слоем горизонта (A + B1), низким содержанием элементов питания, малой емкостью поглощения. Эти особенности почв являются следствием сложившихся биоклиматических условий почвообразования: малое количество осадков, высокие летние температуры, определившие преобладание в растительном покрове ксерофитных полукустарников и солянок при участии эфемеров и полыней.

Изменения механического состава поверхностных горизонтов почв связаны с процессом дефляции (ветровой эрозии) – переносе мелкозема почв ветром. Почвы месторождения являются дефляционно-опасными. Стимулирующим фактором развития дефляционных процессов являются механические нарушения поверхностных горизонтов почв и уничтожение растительности. Основным мероприятием по борьбе с дефляцией на территории месторождения является посев засухоустойчивых дикорастущих и солевыносливых трав, кустарниковых и древесных насаждений.

Система почва – вегетирующая растительность очень чувствительна к изменению условий существования. Исследования весеннего периода 2018 года показали, что система почва – растительность в той или иной мере содержит тяжелые металлы и углеводы. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах весной 2018 г. имело мозаичную структуру и характеризовалось некоторыми особенностями кумуляции. В весенний период валовое содержание элементов в образцах почвы был в пределах: цинка 18,09–30,01 мкг/г; меди 3,09–6,28 мкг/г; кадмия 0,08–0,23 мкг/г; свинца 0,50–8,17 мкг/г. В ряде металлов прослеживался четкий ряд: цинк – свинец – медь – кадмий. На большинстве разрезов показатели металлов нивелировались.

На месторождении Кумколь по степени парафинистости нефти и содержанию легких фракций можно судить о характере воздействия нефтяного загрязнения на почву и устойчивости этого воздействия. Содержание серы, также важный признак при оценке влияния нефти на природную среду. С увеличением сернистости нефти возрастает опасность сероводородного загрязнения почв и воды [4].

Шкала нормирования тяжелых металлов для почв, (мкг/г воздушно-сухой пробы)

Фон	Ингредиенты			
	Zn	Cu	Cd	Pb
Низкий	15,0	5,0	0,1	3,0
Средний	15,0–50,0	5,0–10,0	0,1–0,3	3,0–5,0
Умеренно-опасный	50,0–75,0	10,0–15,0	0,3–0,5	5,0–10,0
Несельскохозяйственного использования	150,0	25,0	2,0	25,0
ПДК допустимых концентраций	23,0	23,0	8,0	32,0

Главным загрязняющим компонентом окружающей среды на месторождении Кумколь является попутный нефтяной газ, который в течение многих лет сжигается в газовых факелах. Не рациональное использование нефтяного газа не только отрицательно сказывается на экономике области, но и пагубно влияет на окружающую среду. Продукты сжигания газа, в конечном счете, возвращается на почву в виде сажистых и газообразных веществ.

Основные загрязняющие вещества для почв: пластовая жидкость, состоящая из сырой нефти, газа, нефтяных вод; газовых шапок нефтяных залежей; законтурные воды нефтяных пластов; нефть, газ и сточные воды, полученные в результате отделение пластовой жидкости и первичной подготовки нефти; подземные воды; буровые растворы; нефтепродукты. Эти вещества попадают в окружающую среду вследствие нарушения технологии, различных аварийных ситуаций и так далее. Компоненты газовых потоков осаждаются на поверхности растений, почв, водоемов, частично углеводороды возвращаются на земную поверхность с осадками, при этом происходит вторичное загрязнение суши и водоемов.

С поступлением нефти и нефтепродуктов в окружающую среду наряду с процессами микробиологического и химического разложения происходит их испарение, что может служить источником загрязнения атмосферы, воды и почв. Нефтяные вещества способны накапливаться в донных отложениях, а затем с течением времени включается в физико-химическую, механическую и биогенную миграцию вещества. Преобладание тех или иных процессов превращения, миграции и аккумуляции нефтепродуктов очень сильно зависит от природно-климатических условий и свойств почв, в которые поступают эти вещества.

Почва является промежуточной средой между водной и наземной частями и представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, контактирующий средой. В почве концентрируются запасы органических и минеральных веществ. Все это создает большую опасность для жизнедеятельности микрофлоры почвы.

Литература

1. Куликов О.В. Техногенные загрязнения нефтепродуктами почв и водных объектов. Бурение и нефть. – 2002. – № 12 – С. 24–27.
2. Обзорная информация «Контроль загрязнения окружающей среды при строительстве нефтяных и газовых скважин». – М., 1987. – № 1. – С. 9–13.
3. Нефтяная промышленность «Охрана окружающей среды при обустройстве нефтяных месторождений в районах севера». – М., 1987. – № 2(64). – С. 37–40.
4. Кунбазаров А.К., Танжариков П.А., Бурханов Б.Ж., Жумагулов Т.Ж. «Эффективное использование техногенных отходов Кызыл-Ординской области». Монография. – 2009. – С. 286.

А.С. Власов, К.Г. Пугин

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОТХОДАМИ НЕФТЕДОБЫЧИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В статье приводится актуальность проблемы загрязнения территории Западной Сибири промышленным отходом - буровым шламом. Основными загрязняющими агентами являются входящие в состав бурового шлама нефтепродукты, химические соединения тяжелых металлов и реагенты бурового раствора. Проведены лабораторные исследования образцов бурового шлама, в ходе которых установлено, что физико-химические показатели водной вытяжки из образцов бурового шлама превышают значения предельно допустимых концентраций по показателям химического потребления кислорода, нефтепродуктов, сухого остатка, жесткости, ионов магния и кальция, хлоридов. Было выбрано направление утилизации бурового шлама в дорожном строительстве

Ключевые слова: буровой шлам, негативное воздействие, утилизация, окружающая среда.

При деятельности нефтегазодобывающих предприятий образуется техногенный отход – буровой шлам (далее БШ). БШ представляет собой водную суспензию, твёрдая часть которой состоит из продуктов разрушения горных пород забоя и стенок скважины, продуктов истирания бурового снаряда и обсадных труб, глинистых минералов (при промывке глинистым раствором).

Минералогический состав БШ зависит от литологического состава разбуриваемых пород и изменяется по мере углубления скважины и места добычи полезных ископаемых. Гранулометрический состав БШ определяется типом и диаметром породоразрушающего инструмента, механическими свойствами породы, свойствами бурового раствора [1].

В общий состав БШ входят следующие компоненты: вода - 25%; выбуренная порода - 60%; хлориды - до 0,5%; тяжелые металлы - 6%; реагенты бурового раствора - 8%; прочие соединения - 0,5%. БШ по классификации ФККО (Федеральный Классификационный Каталог Отходов) относится к IV классу опасности.

Степень загрязняющих агентов зависит от вида бурового раствора, который добавляется при бурении. Буровой раствор нужен для того, чтобы удалить выбуренную породу из скважины и поднять ее на поверхность, охладить рабочий механизм и сохранить стенки буровой скважины от разрушения. Буровой раствор представляет собой сложную многокомпонентную дисперсную систему суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, применяемых для промывки скважин в процессе бурения. На практике применяют буровые растворы на водной (техническая вода, растворы солей и гидрогеля, полимерные, полимер-глинистые и глинистые растворы) и углеводородной (известково-битумный раствор, инвертная эмульсия) основах. Ранее применялся раствор на маслянистой основе, но ввиду своей большой токсичности был запрещен практически во всех странах.

Основное негативное воздействие на окружающую среду происходит из-за взаимодействия объектов окружающей среды с входящими в состав БШ нефтепродуктов, реагентов бурового раствора и соединений тяжелых металлов [2,3]. Негативное воздействие от БШ приводит к целому ряду последствий: токсикологическое воздействие на человека и природные экосистемы; нарушение продукционных и деструкционных процессов в экосистемах; появление различных патологий в организмах рыб и беспозвоночных; накопление нефтяных углеводородов в органах животных и тканях растений; изменение физико-химических параметров воды: кислотности, солености, электропроводности; загрязнение водоемов тяжелыми металлами (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк и др.); накопление в воде нефти, низкомолекулярных углеводородов, высокотоксичных, мутагенных и канцерогенных полиароматических углеводородов и органических кислот, нарушение экологического равновесия в почвах, деструкция почв, нарушение температурного режима вод, деградация растительного покрова, повышение мутности воды и ухудшение водной среды обитания.

Для оценки влияния БШ на окружающую среду были определены физико-химические показатели отобранных образцов БШ [4]. Определение

физико-химических показателей производилось в соответствии с известными методиками лабораторных исследований.

Анализ результатов количественного химического анализа показал, что в зависимости от вида БШ значения ХПК (химическое потребление кислорода) превышают нормы ПДК (предельно допустимых концентраций вредных веществ) рыбохозяйственных нормативов в 15-40 раз; содержание нефтепродуктов превышает нормы в 90 раз, сухой остаток превышает нормы в 1,5 раза, показатель жесткости превышает нормы в 2-6, хлориды превышают нормы в 5 раз.

Активно ведутся буровые работы во многих регионах Западной Сибири: Оренбургская область, Ханты-мансийский автономный округ, Ямало-ненецкий автономный округ и т.д. В Западной Сибири добывается свыше 70 % общероссийской добычи нефти и газа. Площадь перспективных нефтегазоносных территорий составляет более 1,7 млн. км². При этом объемы новых образований БШ исчисляются миллионами тонн в год. На данный момент разработано большое количество методов утилизации БШ. Но для каждого района образования БШ при выборе метода утилизации необходимо учитывать его географические, социальные, экономические факторы.

Западная Сибирь расположена между Уральскими горами на западе и руслом Енисея на востоке. Среднегодовая температура от -10 °С до +5 °С. Западная Сибирь представлена в основном пятью зонами: тундровой, лесотундровой, таежной, лесостепной, степной. Западная Сибирь характеризуется низкой плотностью населения, равной 6 человек на 1 км², при этом не только многие населенные пункты, но и районы не имеют круглогодичного транспортного выхода на дорожную сеть страны.

Учитывая вышесказанное, нужно отметить, что многие из методов утилизации нерентабельно использовать только из-за того, что транспортные расходы превышают планируемый эффект от утилизации БШ.

Этим обусловлена актуальность развития транспортной инфраструктуры. Со строительством автомобильных дорог расширится географическая доступность применения большего числа методов утилизации БШ. Появятся дополнительные возможности транспортировки и реализации готовой продукции из БШ, расширение возможных рынков сбыта. В связи с этим было выбрано направление утилизации БШ в дорожном строительстве.

Метод заключается в получении из БШ дорожно-строительного материала – цементогрунта, что позволит снизить миграцию всех вышеперечисленных опасных соединений. Это достигается тем, что при получении цементогрунта используется цемент. При контакте цемента с водой возникают прочные связи частиц цемента и мелкого заполнителя, в качестве которого выступает БШ. Таким образом, получается прочный

гидрофобный материал, который изолирует загрязняющие агенты внутри своего «тела», тем самым снижая негативное воздействие.

В настоящее время проводятся необходимые лабораторные исследования для подбора оптимального компонентного состава цементогрунта.

Литература

1. Власов А.С., Пугин К.Г. Снижение техногенной нагрузки буровых шламов на окружающую среду / А.С. Власов, К.Г. Пугин // Отходы, причины их образования и перспективы использования: материалы междунар. науч. экол. конф. Краснодар: Изд-во Куб. гос. агр. ун-та им. И.Т. Трубилина. 2019. С. 69-71.

2. Xu T. Heavy metal pollution of oil-based drill cuttings at a shale gas drilling field in Chongqing, China: A human health risk assessment for the workers / T Xu, L Wanga, X Wanga, T Lia, X Zhana // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2018. № 165. P. 160-163.

3. Васильев А.В. Экологическое воздействие буровых шламов и подходы к их переработке / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. № 5. С. 308-313

4. Власов А.С., Пугин К.Г. Влияние бурового шлама на объекты окружающей среды / А.С. Власов, К.Г. Пугин // Химия. Экология. Урбанистика: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2019. С. 61-65.

А.Ю. Гуков

Якутское управление по гидрометеорологии, п. Тикси

МОРСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ ЯКУТИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Современное антропогенное воздействие на природные комплексы арктической зоны Якутии наиболее ощутимо в устьевых областях рек Лены и Яны. Основным источником загрязнения моря и донных осадков шельфа - вынос речных вод р. Лены и залповые загрязнения, связанные с авариями на объектах алмазодобывающей промышленности. Наблюдения за экологическим состоянием устья Лены проводятся Комплексной лабораторией мониторинга природной среды Тиксинского филиала ЯУГМС. Экологический мониторинг основан на применении традиционной методики, показавшая свою эффективность за последние 40 лет и позволяющая сравнивать многолетние данные.

Ключевые слова: Арктика, мониторинг, экосистема, зоопланктон, зообентос.

В арктической зоне Якутии сегодня происходят процессы интенсивного строительства объектов инфраструктуры добывающих компаний и Министерства обороны. Нарастает интенсивность грузоперевозок по трассе Севморпути. Современное антропогенное

воздействие на природу наиболее ощутимо в устьевых областях рек Лены и Яны. Два административных района Республики Саха (Якутия) – Булунский и Усть-Янский унаследовали от XX века наиболее ощутимое загрязнение наземных и водных экосистем. Требуют очистки от металлолома территории вокруг нефтебаз и приисков закрытого комбината «Куларзолото» (Власово, Энтузиастов, Северный, Кулар), открытых карьеров ГОК «Депутатский», свалок «Вторчермета» в Черском, Зеленом мысе, Нижнеянке, Тикси и других крупных поселках.

Поселок Тикси расположен на берегах бухты, здесь находится самый крупный в Якутии морской порт и в этом районе располагается один из очагов загрязнения шельфа моря Лаптевых. Судоходство, промышленные и бытовые стоки, сплав леса в 70-е и 80-е годы двадцатого века привели к ухудшению качества вод и условий существования водных организмов, начиная от одноклеточных микроорганизмов, заканчивая полярными дельфинами-белухами. Средняя концентрация нефтяных загрязнителей в бухте Тикси составляет более 0.1 мг/г, причем в заливе Булункан концентрация нередко превышает 1.0 мг/г [1]. Основной источник загрязнения моря и донных осадков шельфа – вынос речных вод р.Лены. В воде устьевого участка протоки Быковская в течение 2019 г. концентрация нефтяных углеводородов в течение года изменялась незначительно: в среднем от 0.02-0.04 мг/л в период зимней межени до 0.05-0.08 мг/л в летнюю межень. В прошедшие годы максимальным содержание нефтепродуктов было в годы интенсивного судоходства: в 1978 г. (1.30 мг/л – 26 ПДК) и 1979 г. (1.35 мг/л – 27 ПДК). В 1979 г. было зарегистрировано и высокое придонное загрязнение (4 ПДК). Повышение концентрации нефтепродуктов в воде до 6 ПДК наблюдалось в устье Лены после катастрофического паводка в мае 2001 г. В районе Кюсюра 31 мая наблюдалась концентрация 0.33 мг/л. Залповые загрязнения прибрежных экосистем моря Лаптевых бывают связаны с авариями на объектах алмазодобывающей промышленности в бассейне р.Виллой.

Наблюдения за экологическим состоянием р. Лены в ее устьевой части, включая залив Неелова и бухту Тикси, проводятся с 1978 г. Материалы экологических наблюдений обрабатываются в Комплексной лаборатории мониторинга природной среды Тиксинского филиала ЯУГМС. При проведении гидробиологического мониторинга используется традиционная методика, показавшая свою эффективность за последние 40 лет. Единая методика позволяет проводить сравнение данных на протяжении длительного времени.

Пробы зоопланктона отбираются сетью Джеди с диаметром входного отверстия 12 см по 3 сетки со столба воды. После отбора пробы фиксируются 40 % раствором формалина из расчета 50 мл формалина на 1000 мл воды или раствором Люголя 10-30 мл на 1000 мл воды. Пробы фильтруются в воронке Зейтца через мембранный фильтр №6 и затем весь

объем сконцентрированной пробы просматривается в камере Богорова под микроскопами МБС и "Биолам" [2]. Определяются видовой состав, общая численность и биомасса основных видов, а также индекс сапробности по индикаторным организмам.

Пробы зообентоса отбираются дночерпателем Петерсена ДЧ-0.025м². Донный грунт промывается через систему сит, последнее с диаметром ячеей 0.1 мм. Разобранные по группам и зафиксированные 70% этиловым спиртом пробы изучаются под бинокуляром. Определяются виды, плотность поселения и биомасса.

Содержание растворенного в воде кислорода определялось при помощи модифицированного метода Винклера, диоксида углерода прямым тетриметрическим определением, сероводородоокислением йодом в кислой среде [2].

Минимальная определяемая концентрация фенолов в донных отложениях составляет 0.2-0.3 мкг/г. Анализ содержания фенола осуществлялся экстракционно-фотометрическим методом с применением бутил ацетата [3].

Поверхность тундры уже в 70-е годы была нарушена следами вездеходов и тракторов, особенно густыми в окрестностях полярных станций, постоянных рыболовецких участков, поселков и т. д. Вездеходные следы не исчезают долгое время: они порождают процессы термоэрозии и термоденудации. Грунт под нарушенным растительным покровом, лишенный защиты, в теплое время года протаивает на значительную глубину. В водоупорных вечномерзлых породах образуется микроложбина, в которую стекает вода с прилегающих участков тундры. В результате на полосе следа устанавливается особый водно-тепловой режим избыточного увлажнения. При возобновлении растительности здесь поселяются тепло- и влаголюбивые растения.

Загрязнение атмосферы, принявшее крупномасштабный характер, нанесло ущерб рекам, озерам, водохранилищам, почвам. Загрязняющие вещества и продукты их превращений рано или поздно из атмосферы попадают на поверхность Земли. Эта и без того большая беда значительно усугубляется тем, что и в водоемы, и на землю непосредственно идет поток отходов. Огромные площади сельскохозяйственных угодий подвергаются действию пестицидов и удобрений, растут территории свалок. Промышленные предприятия промышленного юга Якутии, сбрасывают сточные воды прямо в реки Алдан, Вилюй, Лену. Стоки с полей также поступают в реки и озера. Загрязняются и подземные воды - важнейший резервуар пресных вод. Поллютанты из бассейна р. Лены достигают моря Лаптевых, влияют на газовый режим вод. При содержании кислорода в воде ниже 5 мг на 1 литр, а в районах нереста – ниже 7 мг многие виды рыб погибают. При нефтяном загрязнении изменяется соотношение видов и уменьшается их разнообразие. Наибольшие количества нефти

сосредоточены в тонком приповерхностном слое морской воды, играющем особенно важную роль для планктона. Плотность поселения зоопланктона в течение 2018 г. изменялась от 440 тыс.кл./л в октябре до 9100 тыс.кл./л. в августе. Относительное улучшение экологических условий существования водных организмов наблюдалось в 2009 г. после очистки дна на акватории Тиксинского морского порта. Общее количество видов зоопланктона в заливе Булункан бухты Тикси составляет 35 видов, не считая мелких представителей гарпактикоид, а также ранние копепоидные стадии ракообразных (веслоногих). Зимой средняя численность составляет 2300 экз./м³, биомасса – 150 мг/м³.

Максимум численности отмечается, как правило, в летнее время. Пик численности зоопланктона запаздывает по отношению к максимуму годового развития зоопланктона: в летнее время его общая численность колеблется от 750 до 5217 экз./м³. Состав зоопланктона залива Булункан складывается в процессе взаимодействия прибрежных распресненных вод с холодными и более солеными арктическими водами. Летом 2019 г. средняя численность составляла 932 экз./м³, биомасса – 67.2 мг/м³.

Углеводородоокисляющие бактерии играют значительную роль в процессах очищения воды, разлагая различные фракции нефти: мазут, бензин, соляр и др. Среднегодовая численность углеводородоокисляющих бактерий в бухте Тикси изменяется от 1.5 тыс.кл./л в 1982г. до 0.32 млн. кл./л в 1983г. Сапрофитные бактерии меняют свою численность в течение года в среднем от 150 кл./л в апреле до 0.4 млн. кл./л в январе. Максимальных значений сапрофиты достигают обычно в летнее время, что связано с увеличением поступления речных вод, богатых органическими веществами. Максимальное и минимальное развитие фенолоокисляющих бактерий было зарегистрировано в 1989 г.: минимальное в декабре (18 кл./мл), максимальное – в июле (0.4 млн. кл./мл).

Сравнительный анализ биомассы зообентоса в 2008 и 2009 годах демонстрирует тенденцию изменений значений плотности поселения и биомассы после проведения мероприятий по очистке дна залива Булункан. Плотность поселения в течение периода отбора проб в 2008 г. изменялась от 5,83 г/м² до 30,4 г/м². Максимум значений наблюдался 10.08.2008. В 2009 г. после мероприятий по очистке дна от затонувшей древесины диапазон изменения значений биомассы зообентоса изменился – от 25,7 г/м² до 35,6 г/м². 25.08.2009 г. был зарегистрирован максимум значений плотности поселений. В 2019 г. значения биомассы изменялась от 27,7 г/м² до 38,6 г/м². На фоне общего увеличения значений, это также говорит об относительном улучшении экологических условий существования донных организмов.

Тревожная экологическая обстановка в мелководном заливе Булункан – это результат воздействия целого комплекса негативных факторов: портовых и строительных работ на берегах, сброса в

прибрежную (литоральную) зону стоков, мусора и т.д., судоходства и рыболовства. Большую роль играет загрязнение вод фенолами, затонувшей древесиной и древесными остатками. Угнетающее воздействие на бентос оказывают и повышенные концентрации загрязняющих веществ.

Концентрации загрязняющих веществ снижаются по мере удаления от устьев проток дельты р. Лены в сторону моря и с возрастанием глубины моря. В отдельные периоды залповые поступления с речным стоком в устье р. Лены загрязняющих веществ, в том числе, сульфидов и хлоридов, приводят к колебаниям численности и биомассы зоопланктона и мобильной части бентоса.

Литература

1. Гуков А.Ю. Донные биоценозы губы Буор-Хая (море Лаптевых) // Океанология, 1989. Т.29. N.2. С.316-317.
2. Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях. - М.:Гидрометеиздат, 1979. 39 с.
- 3.Руководство по методам химического анализа морских вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.-208 с.

Г.А. Зайцев¹, О.А. Дубровина², Р.И. Шайнуров²

¹Уфимский институт биологии УФИЦ РАН

²Елецкий государственный университет им. И.А.Бунина

МИГРАЦИЯ КАДМИЯ В СИСТЕМЕ «ПОЧВА-ПОГЛОЩАЮЩИЕ КОРНИ» ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Исследовано содержания кадмия светло-серых лесных почв и в поглощающих корнях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях загрязнения выбросами Новолипецкого металлургического комбината. Установлено, что в почвах в окрестностях НЛМК отмечается значительное загрязнение только верхнего слоя (0-10 см) почвы (16 раз выше фоновых значений и в 2,9 раза выше ПДК). Установлена тесная связь содержания кадмия в почве с содержанием гумуса.

Ключевые слова: кадмий, поглощающие корни, сосна обыкновенная, промышленное загрязнение.

Металлургические предприятия являются одними из самых крупных источников загрязнения атмосферного воздуха. В производственном металлургическом цикле основной объем выбросов, попадающих в атмосферу, образуется при непосредственном получении чугуна (доменное производство) и при обогащении руды (агломерационные фабрики). В структуре выбросов значительную долю составляют пылевые частицы,

содержащие железо, марганец, медь, кадмий и другие тяжелые металлы. Тяжелые металлы являются наиболее токсичными для живых организмов, в том числе для растений [1]. Кадмий является одним из наиболее токсичных тяжелых металлов для растений [2-4], значительно замедляет темпы роста и развитие растительного организма, ослабляет интенсивность фотосинтеза [5] и приводит к изменениям активности ряда ферментов.

Целью работы было изучение особенностей содержания и миграции кадмия по профилю светло-серых лесных почв и в поглощающих корнях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях загрязнения окружающей среды выбросами крупного металлургического комбината. Исследования проводились в пределах Липецкого промышленного центра, где располагается крупнейшее в России предприятие черной металлургии – Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК). На долю данного предприятия приходится 86,2% всех выбросов в атмосферу от стационарных источников Липецкой области, по состоянию на 2017 год объем выбросов от НЛМК составил 275.97 тыс. т [6].

Пробные площади в культурах сосны обыкновенной (возраст 40 и более лет) закладывались в непосредственной близости от НЛМК (район агломерационной фабрики), в качестве контроля были заложены пробные площади в 17,5 км к северу от НЛМК (окрестности села Капитанщино). Отбор проб почв и поглощающих корней сосны проводился до глубины 50 см послойно (слои по 10 см). Отбор проб почв и корней проводили согласно требованиям ГОСТов 17.4.3.01-83 и 17.4.4.02-84 [9, 10]. Определение кислотности (по KCl) и содержание гумуса проводили общепринятыми методиками [7, 8]. Минерализацию проб проводили методом сухого озоления, подвижные формы кадмия экстрагировали с помощью кислот (1М HCl). Содержание кадмия определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [11, 12] на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР-5» (Союзцветметавтоматика, Россия) в пламени пропан-воздух. Фоновые содержания и значения ПДК для кадмия брались согласно опубликованным данным и методическим документам [13, 14].

Исследования показали, что в пределах Липецкого промышленного центра отмечается значительное загрязнение почв кадмием верхнего слоя (0-10 см) почвы (рис.1). Содержание кадмия в данном слое в 16 раз выше фоновых значений и в 2,9 раза выше ПДК. С глубиной содержание кадмия уменьшается до фоновых значений. В контроле содержание кадмия не превышает фоновых значений. Содержание кадмия в поглощающих корнях сосны в условиях загрязнения в 1,14-6,55 раза выше, чем в контроле (за исключением слоя 40-50 см, где содержание кадмия выше, чем в условиях загрязнения).

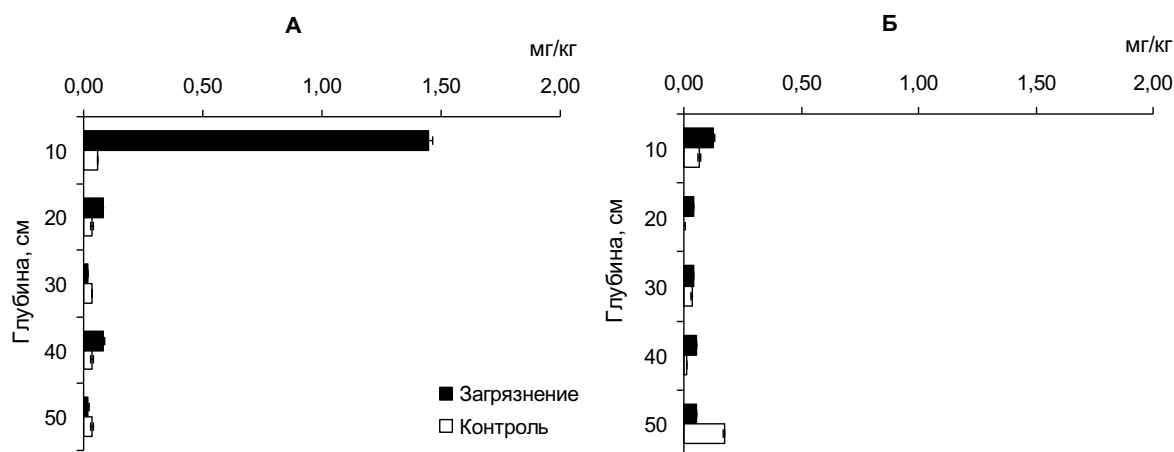


Рис. 1. Содержание кадмия в светло-серых лесных почвах (А) и поглощающих корнях (Б) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Липецкой области

Установлена тесная связь содержания кадмия в почве с содержанием гумуса (рис.2). С увеличением содержания гумуса (рис.2б) отмечается увеличение концентрации кадмия в почве ($R^2=0,67$ – загрязнение, $R^2=0,77$ – контроль). Связи содержания кадмия в почве с кислотностью не обнаружено (рис.2а). Так же не установлена связь содержания кадмия в поглощающих корнях сосны с кислотностью почвы и содержанием гумуса (рис.3).

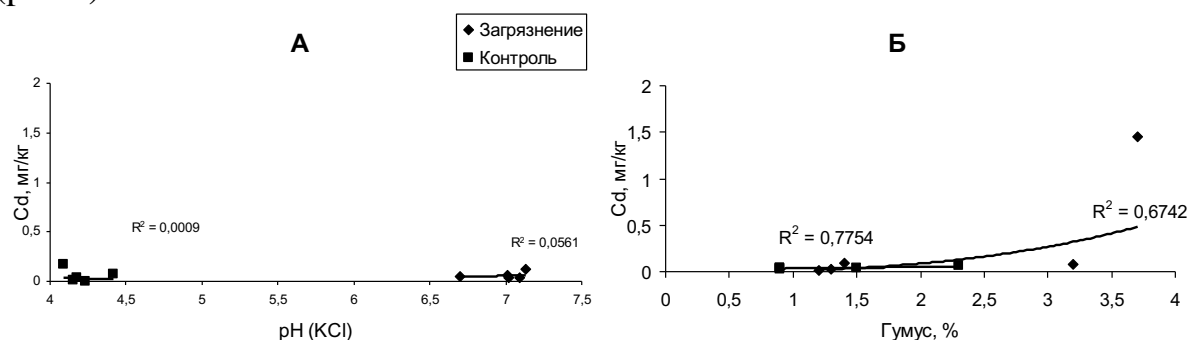


Рис. 2. Отношение содержания кадмия в светло-серых лесных почвах к кислотности (А) и концентрации гумуса (Б) под насаждениями сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Липецкой области

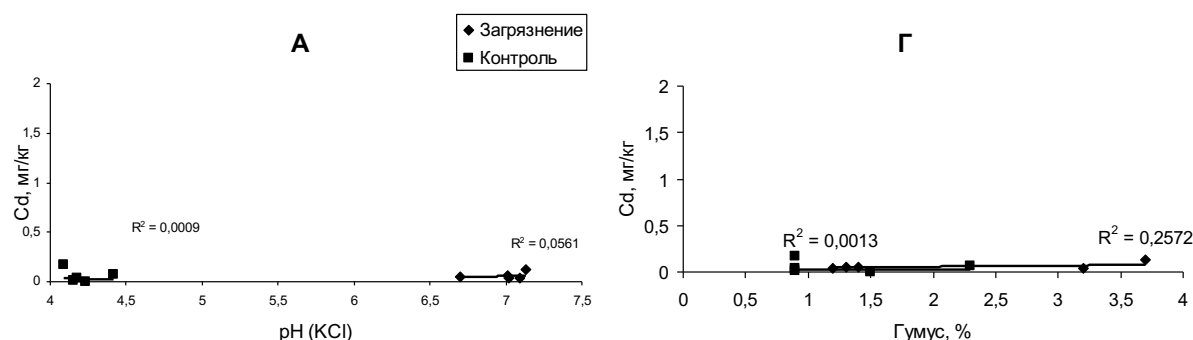


Рис. 3. Отношение содержания кадмия в поглощающих корнях к кислотности (А) и концентрации гумуса (Б) в насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Липецкой области

В качестве заключения следует отметить, что в условиях загрязнения окружающей среды выбросами металлургического комбината под насаждениями сосны обыкновенной отмечается значительное загрязнение почв кадмия только самого верхнего (0-10 см) слоя почвы. Содержание кадмия в поглощающих корнях выше в загрязненных местообитаниях. Кроме того, не установлено значительного снижения жизненного состояния и деструкции насаждений сосны обыкновенной в окрестностях НЛМК [15], следовательно, данные насаждений продолжают выполнять свои санитарно-защитные функции.

Исследования выполнены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Липецкой области (грант №19-44-480001 p_a).

Литература

1. Foy C.D., Chaney R.L., White M.C. The physiology of metal toxicity in plants // *Annual Review of Plant Physiology*. – 1978. – Vol. 29. – pp. 511-566.
2. Prasad M.N.V. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants // *Environmental and Experimental Botany*. – 1995. – Vol. 35. – pp. 525-545.
3. Clemens S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants // *Biochimie*. – 2006. – Vol. 88. – pp. 1707-1719.
4. Campos I., Abrantes N., Keizer J.J., Vale C., Pereira P. Major and trace elements in soils and ashes of eucalypt and pine forest plantations in Portugal following a wildfire // *Science of The Total Environment*. – 2016. – Vol. 572. – pp. 1363-1376.
5. Артомонов В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука; 1986. 172 с.
6. Доклад «Состояние и охрана окружающей среды Липецкой области в 2016 году». – Липецк: Управление экологии и природных ресурсов Липецкой области, 2017. 256 с.
7. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В.Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
8. Handbook of soil analysis: mineralogical, organic and inorganic methods / Pansu M., Gautheyrou J. – Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006. – 993 p.
9. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.; 2008.
10. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.; 2008.
11. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. – М.: Техносфера, 2009. – 784 с.
12. Pelly, I.Z. Atomic absorption spectrometry // *Instrumental multi-element chemical analysis*. – Springer, Dordrecht. – 1998. – pp.251-301.
13. Распоряжение главы г. Липецка от 29.05.2007 N 1183-р «Об утверждении Перечня фоновых показателей почв г. Липецка» (<http://base.garant.ru/33712835> Дата обращения: 26.11.2019).
14. Сискевич Ю.И., Никоноренков В.А., Долгих О.В. и др. Почвы Липецкой области. – Липецк, 2018. – 209 с.
15. Зайцев Г.А., Кулагин А.Ю., Уразгильдин Р.В. и др. Относительное жизненное состояние древесных насаждений в условиях промышленного загрязнения // *Известия УНЦ РАН*. – 2017. – №2. – С.63-68.

**А.В. Козлов, М.А. Бодякшина, Е.А. Клочков,
З.С. Калининчева, А.А. Береснев, А.А. Фирова**

**ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический
университет имени Козьмы Минина**

СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДАХ МАЛЫХ РЕК ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА

В работе представлены первичные результаты исследования экологического состояния малых рек города Нижнего Новгорода на основе оценки концентраций приоритетных тяжелых металлов и суммарного содержания нефтепродуктов. Были установлены тенденции повсеместного наличия экотоксикантов в водах водотоков. При этом в весенний период в большем количестве встречались нефтепродукты, а в осеннее время – такие тяжелые металлы как цинк и кадмий.

Ключевые слова: малые реки города, тяжелые металлы, нефтепродукты, загрязнение водотоков.

В настоящее время природные объекты экотопа, биота и население городских территорий испытывают существенное и разноплановое техногенное давление со стороны промышленных предприятий, автотрасс, мест размещения твердых отходов и сброса сточных вод от коммунального использования. При этом интенсивность неблагоприятного воздействия на компоненты окружающей среды от источников техногенеза зависит не только от территориального расположения последних и интенсивности урбанизации, но также от расположения самих природных объектов.

Известно [1], что малые реки, протекающие по территории городов, являются одними из наиболее значимых компонентов окружающей среды как в средообразующем плане, формируя экологический каркас города и участвуя в формировании биопродуктивности и повышении биоразнообразия ландшафта, так и в плане оценки экологического состояния территории за счет наличия потенциальных источников загрязнения.

Нижний Новгород является одним из крупных промышленных городов России, в котором массово развита сеть автомагистралей, а также сосредоточены предприятия машиностроительной, военной, химической, нефтехимической, перерабатывающей и других отраслей промышленности [2, 3]. К сожалению, в региональном экологическом мониторинге данным аспектам отводится крайне недостаточное внимание, что является первичным звеном в мероприятиях рационального природопользования и охраны местной окружающей среды. В связи с этим проведение оценки состояния компонентов экотопа и, в частности, малых рек, протекающих по территориям различного назначения, является одним из актуальных направлений исследований.

Объектами исследования явились воды малых рек, протекающих в черте города Нижнего Новгорода – Рахма, Старка, Борзовка, Выюница, Левинка, Параша, Ржавка, Хальзовка, Черная. Пробы были отобраны дважды в осенний и весенний периоды (ноябрь 2018 г, апрель 2019 г) с открытых участков русел рек в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

В образцах определяли суммарное содержание нефтепродуктов флуориметрическим методом на анализаторе ФЛЮОРАТ 02-4М, а также содержание тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) методом инверсионной вольтамперометрии на полярографе ТА-Lab. Аналитическая часть работы проводилась на базе Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при Мининском университете. На рисунке 1 отражена вариабельность содержания нефтепродуктов в водах малых рек города.

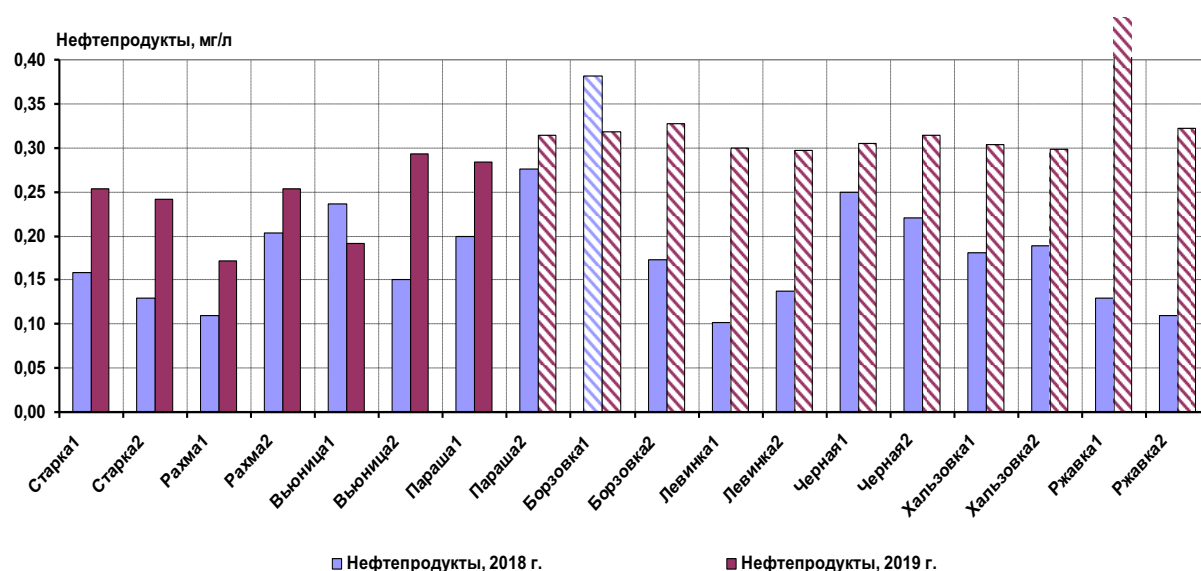


Рис. 1. Вариабельность содержания нефтепродуктов в водах водотоков (2018-2019 гг.)

Было выявлено, что нефтепродукты встречаются в водотоках повсеместно в черте города и в большинстве из них накопление данных экотоксикантов активнее проявлялось в весенний период, по половине из которых превышало установленные санитарно-экологические нормы (0,3 мг/л). Воды из рек нагорной части города (Рахма и Старка) содержали минимальное количество рассматриваемых загрязнителей (0,16-0,18 мг/л), в то время как в водах из устья Ржавки, отобранной в весной 2019 г, было выявлено максимальное превышение ПДК – в 27,5 раз. Данные таблицы 1 отражают содержание цинка и кадмия в водах малых рек Нижнего Новгорода. Установлено, что в целом уровень концентраций данных тяжелых металлов в водах рек достаточно низкий, а частота встречаемости

присутствия экотоксикантов стабильно выше в водах, отобранных в осенний период.

Таблица 1

Содержание цинка и кадмия в водах
малых рек города Нижнего Новгорода (2018-2019 гг.)

Река	Цинк (Zn), мг/л		Кадмий (Cd), мг/л	
	2018 (осень)	2019 (весна)	2018 (осень)	2019 (весна)
Старка ¹	0,0000229	0	0,00029	0,123
Старка ²	0,00064	0,000262	0,0000908	0
Рахма ¹	0,0000000792	0	0	0
Рахма ²	0,00000141	0	0	0
Вьюница ¹	0	0	0,0000926	0
Вьюница ²	0	0	0	0
Параша ¹	0,00000299	0	0,000112	0
Параша ²	0,000102	0	0,000501	0,0000218
Борзовка ¹	0,00115	0	0	0
Борзовка ²	0,00000145	0	0,0000329	0
Левинка ¹	0	0	0,000255	0
Левинка ²	0	0	0,00000304	0
Черная ¹	0	0	0,000326	0,0000195
Черная ²	0	0	0	0
Хальзовка ¹	0	0	0	0,00275
Хальзовка ²	0,0000000855	0	0	0,00572
Ржавка ¹	0,00397	0	0,00251	0
Ржавка ²		0		0
ПДК	1,0		0,001	

Примечание, здесь и далее: ПДК – согласно ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»; ГН 2.1.5.2280-07 Дополнения и изменения № 1 к ГН 2.1.5.1315-03; ГН 2.1.5.2307-07 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Четное число в названии реки – значение показателя по пробе, отобранной в течении реки, нечетное число в названии реки – значение показателя по пробе, отобранной в устье реки.

Содержание цинка, выявленное выше предела обнаружения прибора в соответствии с использованной методикой в весеннее время, было идентифицировано только в водах одной реки (течение Старки), а в целом по показателю ни в одной из проанализированных проб не было зафиксировано превышение санитарно-экологических норм. Наибольшие концентрации цинка выявлены в течение Старки (0,64% от ПДК) и в устье Ржавки (0,39% от ПДК). В водах остальных рек уровень содержания Zn оказался еще ниже.

Уровень концентраций кадмия зачастую фиксировался выше уровня концентраций цинка, аналогичным образом оказался выше в водах, отобранных в осеннее время, где достигал 32,6% от ПДК (р. Черная) и 50,1% от ПДК (р. Параша). Минимальные значения по содержанию элемента фиксировались в диапазоне концентраций от ПДК – 0,91-0,93% (по рекам Старка и Вьюница), а превышающие установленные нормы

значения были установлены в осеннее время в водах реки Ржавка (в 2,5 раза), а в весенний период – в водах реки Старка (в 123 раза) и реки Хальзовка (в 5,7 раза).

Содержание свинца в водах малых рек, показанное в таблице 2, не имело каких-либо четких тенденций, встречалось практически повсеместно и в водах реки Ржавка превышало норму ПДК в 1,83 раза. Медь как экотоксикант (табл. 2) также встречалась в поверхностных водотоках города, но уже значительно реже и в меньших концентрациях по сравнению с остальными тяжелыми металлами. Имелось единичное превышение санитарно-экологической нормы в водах Старки на 115%.

Таблица 2

Содержание свинца и меди в водах
малых рек города Нижнего Новгорода (2018-2019 гг.)

Река	Свинец (Pb), мг/л		Медь (Cu), мг/л	
	2018 (осень)	2019 (весна)	2018 (осень)	2019 (весна)
Старка ¹	0,00028	0,000107	0,396	0
Старка ²	0,0000865	0	1,15	0
Рахма ¹	0	0,00150	0	0
Рахма ²	0	0	0	0
Вьюница ¹	0,0000852	0	0	0
Вьюница ²	0,000233	0	0	0
Параша ¹	0,00000535	0,00359	0	0
Параша ²	0,000267	0	0,0421	0,0000127
Борзовка ¹	0	0	0	0
Борзовка ²	0	0,00283	0	0
Левинка ¹	0,000257	0	0	0,000488
Левинка ²	0,0000245	0,00138	0	0
Черная ¹	0,000327	0,0000156	0	0
Черная ²	0	0,0000348	0,0116	0
Хальзовка ¹	0,00000106	0,00183	0	0
Хальзовка ²	0,000418	0,000170	0	0,00142
Ржавка ¹	0,0183	0,0000505	0	0
Ржавка ²	0	0,0000798		0
ПДК	0,01		1,0	

Таким образом, в результате проведения исследований были установлены тенденции наличия в водах малых рек, протекающих в черте Нижнего Новгорода, приоритетных экотоксикантов (тяжелые металлы и нефтепродукты). При этом в весенний период в большем количестве встречались нефтепродукты, а в осеннее время – такие тяжелые металлы как цинк и кадмий.

Литература

1. 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.
2. Быков В.Ф., Ковальская И.Л. Малые реки Нижнего Новгорода // Малые реки города: проблемы и перспективы развития. Н.Новгород: Изд-во НГПУ им. К. Минина, 2014. С. 19-24.
3. Дебольский В.К., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б. Современная гидрохимическая характеристика водохранилищ Волжского каскада в период летней межени // Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2014. С. 61-76.

Е.А. Коробкова, Ю.Р. Кашипова, Д.Ф. Хасанова, П.А. Кузьмин

ФГАОУ ВО «Елабужский институт Казанского
федерального университета»

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ХВОЕ ЕЛИ ГОЛУБОЙ (*PICEA PUNGENS*), ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*PICEA ABIES*), СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS*) В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В данной статье предложен сравнительный анализ содержания аскорбиновой кислоты в хвое ели голубой, ели европейской и сосны обыкновенной в условиях городской среды. Определены максимальное и минимальное значение аскорбиновой кислоты, содержащейся в хвое исследованных деревьев.

Ключевые слова: аскорбиновая кислота, ель голубая, ель европейская, сосна обыкновенная, городская среда.

В настоящее время в городах наблюдается высокая антропогенная нагрузка, связанная, в первую очередь, с выбросами автомобильного транспорта и промышленных предприятий. Преобразующая деятельность человека приводит к загрязнению окружающей среды, а также влияет не только на организм человека, но и на рост и развитие растений, произрастающих в техногенных условиях среды.

При изменении состояния окружающей среды в организме растений начинают происходить изменения, направленные на адаптацию к новым условиям произрастания. В адаптивных реакциях участвуют различные метаболиты, в том числе аскорбиновая кислота, являющаяся показателем благополучия произрастания растений [7].

Аскорбиновая кислота (γ -лактон -2,3-дегидро- α -гулоновая кислота) – уникальное соединение, обладающее окислительно-восстановительными свойствами и выполняющее важную роль в процессах роста, цветения,

вегетативной и репродуктивной дифференциации, водном обмене, регуляции ферментативной активности, стимуляции реакций метаболизма, связанных с обменом нуклеиновых кислот и синтезом белка, в защитных механизмах растительного организма [8].

Процесс накопления аскорбиновой кислоты в листьях растений зависит от многих факторов. В их число входят возрастные особенности растения, фаза вегетации и экологические условия произрастания (обеспеченность светом, водой, минеральными и органическими веществами) [6].

Одним из важнейших факторов, определяющим содержание аскорбиновой кислоты в листьях древесных растений, является условия произрастания. На основе динамики содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений, произрастающих в условиях городской среды, многими исследователями было выявлено следующее: у видов, устойчивых к техногенному влиянию, содержание аскорбиновой кислоты снижается незначительно, у видов неустойчивых (с ослабленными процессами) – значительно. Поэтому проявление повышения содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений техногенных насаждений можно считать адаптацией к условиям произрастания и использовать в биоиндикационных целях [1,3,4].

В связи с этим мы поставили цель изучить содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений в зависимости от различных условий произрастания.

Результаты исследования. С целью изучения влияния городских условий на содержание аскорбиновой кислоты в хвое ели голубой (*Picea pungens*), ели европейской (*Picea abies*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в сентябре 2019 года были проведены исследования в г. Елабуга.

В пределах городской черты были заложены 2 модельные площадки: магистральные насаждения вдоль автомобильных дорог и насаждения в парковой зоне. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в зоне магистральных насаждений такими токсичными веществами, как NO₂, CO и формальдегид, превышает ПДК в 3-4 раза.

На каждой пробной площади были определены по 3 модельных дерева удовлетворительного жизненного состояния. С каждого модельного дерева (со средней и нижней частей кроны древесных растений южной экспозиции) были отобраны пробы хвои. Исследование провели разово в конце вегетации в сентябре.

Содержание аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим методом [2]. Математическую обработку полученных данных проводили при помощи программного обеспечения Statistica 6.0.

Полученные результаты представлены на рисунке в виде диаграммы (рис. 1). Исследование содержания аскорбиновой кислоты в хвое ели

голубой показало, что в насаждениях с повышенной техногенной нагрузкой к концу вегетации содержание аскорбиновой кислоты ниже, чем в насаждениях зоны условного контроля. Так, содержание АК в хвое ели голубой, произрастающей в зоне условного контроля составляет 204,7 мг, что достоверно превышает на 85,9 мг аналогичный показатель в магистральных насаждениях (118,8 мг).

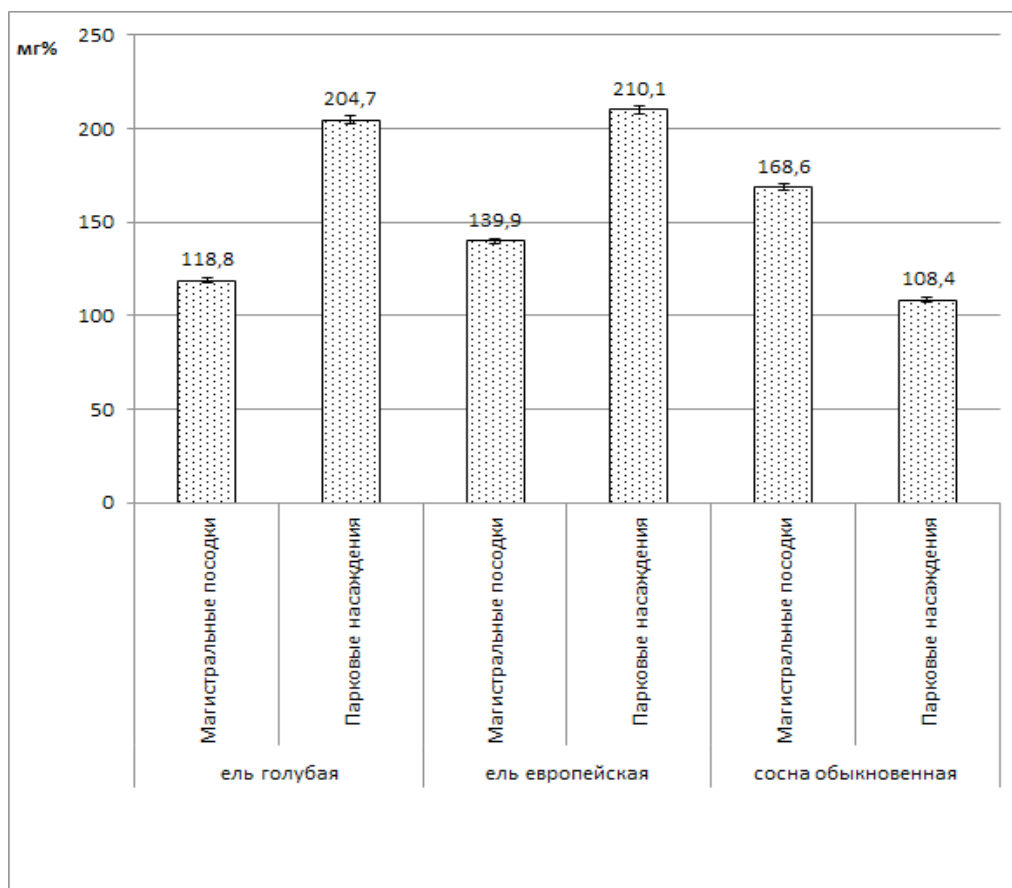


Рис.1. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое ели голубой, ели европейской, сосны обыкновенной.

У ели европейской, произрастающей в условиях городской среды, также отмечалось достоверное снижение содержания АК, по сравнению с зоной условного контроля: в насаждениях условного контроля оно составило 210,1 мг, а в магистральных посадках – 139,9 мг. Однако, в других исследованиях было отмечено значительное увеличение содержания АК в хвое данных растений в условиях загрязнения атмосферного воздуха [5].

При возрастании уровня антропогенного загрязнения у сосны обыкновенной отмечено достоверное увеличение содержания аскорбиновой кислоты, что является адаптивной реакцией данного растения к произрастанию в урбанизированной среде. Так, в магистральных

насаждениях содержание аскорбиновой кислоты равно 168, 6 мг, а в насаждениях санитарно-защитных зон – 108, 4 мг.

Таким образом, в результате исследования было установлено, что содержание аскорбиновой кислоты является видоспецифичным признаком. Это проявляется в снижении содержания аскорбиновой кислоты в хвое ели голубой и ели европейской, произрастающих в зоне магистральных насаждений. У сосны обыкновенной в условиях техногенной нагрузки происходит, наоборот, увеличение данного показателя. В условиях загрязнения у ели голубой и у ели европейской происходит быстрый расход аскорбиновой кислоты на стресс, а у сосны обыкновенной аскорбиновая кислота расходуется в меньшей степени. Это можно связать с тем, что данные виды растений относятся к разному роду.

Литература

1. Бухарина И. Л. – Биологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях: монография/И.Л. Бухарина, А.А. Двоглазова. – Ижевск: Изд-во “Удмуртский университет”, 2010. – 184 с.
2. Ермаков А.И. – Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков – М.- Л.: Сельхозгиз, 1952. – 518 с.
3. Колмогорова Е.Ю. – Видовое разнообразие и жизненное состояние древесных и кустарниковых растений в зеленых насаждениях города Кемерово: автореф ... дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. - 19 с.
4. Кригер Н.В. – Влияние техногенной нагрузки на содержание аскорбиновой кислоты в листьях древесных растений, произрастающих в разных районах города Красноярска / Н.В. Кригер, М.А. Козлов, Е.С. Баранова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 10. – С. 116-119.
5. Рябухина М.В. – Содержание аскорбиновой кислоты информативный показатель мониторинга окружающей среды крупных промышленных центров (на примере г. Оренбурга) / М.В. Рябухина // Известия ОГАУ. 2011. №30-1. С. 231-233.
- 6.Фёдоров А.В. Динамика содержания аскорбиновой кислоты в растениях *Citrullus lanatus* и *Cucumis melo* при прививке на разные виды подвоев *Cucurbita* / А.В. Федоров, О.А. Ардашева, Т.А. Кочеткова // Universum: химия и биология. 2016. № 8(26). 10 с.
- 7.Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. 312 с.
8. Чупахина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений: Монография. – Калинингр. ун-т. – Калининград, 1997. 120 с.

ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассматриваются факторы, проблемы и основные направления утилизации отходов в Воронежской области. Акцентируется внимание на необходимости повышения уровня утилизации, улучшения экологической ситуации региона.

Ключевые слова: отходы, Воронежская область, полигон, утилизация, переработка.

Воронежская область является одной из крупнейших по населению (2,328 млн. чел. в 2019 г.), территории (52,2 тыс. км) и ВРП (865,2 млрд. руб. в 2017 г.) в ЦФО. Воронежская область располагает относительно комфортными (для РФ) условиями для проживания людей, их хозяйственной деятельности и отдыха. Современная неблагоприятная экологическая ситуация усугубляется не только за счет постоянно роста отходов, их накопления, но и из-за слабого потенциала восстановления природы. Регион занимает южную часть ЦФО и Центрально-Черноземного района. Для него характерны низкие лесистость (9,2%) и водообеспеченность (76 мм водного стока в год). Поверхностные воды занимают 2% территории, среднегодовой сток составляет 3,65 куб. км, водные ресурсы 0,86 куб. км или 369 куб. м на 1 чел. Эти показатели характеризуют невысокий уровень самовосстановления природной среды области, что обуславливает острую необходимость борьбы с загрязнениями, в том числе с обезвреживанием и утилизацией отходов. В структуре отраслей производственной сферы первое место занимает АПК. На сельское хозяйство и обрабатывающую промышленность приходится по 14,6% ВРП региона. Пищевая промышленность занимает первое место в структуре обрабатывающей промышленности – 47,7%, на машиностроение приходится 21,7%, на химическую промышленность – 14,2% продукции. Несмотря на то, что отходы образуются при деятельности 4311 организаций (2018 г.), более 90% отходов производят всего лишь десятков крупнейших предприятий. Особенную роль в производстве отходов играет АПК. В регионе было произведено за 2018 год 820,1 тыс. тонн сахара свекловичного, 717,1 тыс. растительного масла. Каждая из этих отраслей создает большое количество отходов. Так, для получения 1 тонны сахара требуется почти 6 тонн сахарной свеклы. Средний размер предприятий (4,4 тыс. сахарной свеклы в год) делает вполне рентабельным переработку отходов. Именно сахарные заводы, а также ОАО «Минудобрения» и ООО Спецхоз «Вишневский» производят наибольшее количество отходов.

Наиболее крупные предприятия по производству растительного масла (за исключением Бунге-СНГ) дислоцированы в районных центрах: 15 заводов. Кроме того, функционируют много малых и средних предприятий, которым сложно утилизировать отходы производства. В целом на АПК приходится больше 80% отходов региона, в том числе на пищевую промышленность 53,3%, на сельское хозяйство 26,8%. Поэтому сокращение производства некоторых сельскохозяйственных культур и пищевой продукции за 2017-2018 гг. обусловило и снижение объема отходов в целом по региону. Особенно сократилось производство растительного масла: с 874,3 тыс. тонн в 2016 г. до 754,4 тыс. тонн в 2017 г. и 717,1 тыс. тонн в 2018 году. Почти все эти отходы относятся к V классу опасности и IV классу опасности. В целом в Воронежской области преобладают отходы V класса – 78% или 6,34 млн. тонн, отходы IV класса составляют 1,31 млн. тонн или 16%, на III класс приходится 451,4 тыс. тонн отходов (6%), минимальными являются отходы II класса (152,1 тонн) и I класса 89,6 тонн. Относительно крупное производство компьютеров, электронных и оптических изделий (34,7 млрд. руб. или 8,9% объема обрабатывающей промышленности в 2017 г.) создает 485,9 тыс. тонн отходов или 6,0% от общего объема отходов (8,105 млн. тонн в 2016 г.). В 2017 г. и 2018 г. объем отходов снизился – 7496,4 тыс. тонн и 7579,7 тыс. тонн. В Воронежской области производится ежегодно 1,2-1,5 тыс. видов разнообразных отходов, но основные 36 видов отходов составляет свыше 9/10 всех отходов. К III классу относятся многие виды отходов в производстве химических веществ и химических продуктов – 261,1 тыс. тонн или 3,3% всех отходов. Отходы первого класса опасности образуются лишь в трех промышленных МО: ГО Воронеж и Нововоронеж, Россошанском МР. Они отправляются для обезвреживания за пределы области (регионы ЦФО и Ульяновская область). Переработка отходов второго класса в области в последние годы заметно выросла. Например, утилизацию отработанных аккумуляторных батарей производит ООО «Промэкология», нефтешламов - ООО «ВоронежЭКОПром», ООО «Новатор», отработанных масел - ООО «Стройполимер», покрышек и шин - ООО «Стройактив», в перспективе ООО «Экоресурс, также другие предприятия с получением готовой продукции или ценного сырья. В настоящее время большая часть утилизируемых отходов относятся к третьему и четвертому классам опасности. Для повышения степени утилизации отходов четвертого класса нужно в области увеличить переработку пластика, полиэтилена и полипропилена и других полимерных материалов. В этой сфере функционируют лишь ООО «РосЭкоПласт», ООО «Диамир». За последние годы уровень переработки отходов заметно вырос, также как и число организаций, имеющих лицензии на осуществление деятельности по обращению с отходами классов ниже пятого (свыше 300 единиц в 2018 г.), см. таблицу.

Основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду. [Составлена по 2-4]

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Забор воды, млн. куб. м	451,1	417,6	427,2	429,9	436,4	412,4	405,5
Сброс сточных вод – всего, млн. куб. м	260,9	256,5	264,2	248,3	250,7	260,3	254,7
в том числе загрязненных	131,1	128,6	121,9	117,1	121,6	119,2	118,2
Выброс загрязняющих веществ, тыс. тонн	78,7	75,8	67,9	69,2	72,7	76,5	103,5
Уловлено вредных веществ, тыс. тонн	48,6	53,2	84,3	89,0	87,8	106,6	141,8
из них использовано (утилизировано)	12,1	17,3	13,9	22,4	59,9	66,4	111,6
в % к уловленным	24,8	32,4	16,5	25,2	68,2	62,3	78,7
Объем отходов, млн. тонн	5,4	5,2	5,8	6,8	8,1	7,5	7,6
Доля обезвреженных отходов, в %	55,2	60,5	61,0	65,9	67,9	-	-

При этом необходимо значительно увеличить мощности по переработке полимеров, бумаги, стекла на основе раздельного сбора мусора. Несмотря на позитивную динамику отрасли, экологические риски и проблемы в Воронежской области нарастают. Растущий объем накопленных отходов на фоне деградации почв, загрязнения воздуха и воды (объем сульфатов, хлоридов, азота аммонийного, нитратов, жиров, масел, фосфора в составе сточных вод и выбросы диоксида серы, оксидов азота, углеводородов в последние три года заметно выросли) ухудшает состояние природной среды и экологическую безопасность населения. Не упорядочены и почти не организованы в городской местности раздельный сбор мусора, а в сельской местности слабо развиты сбор бытовых и других отходов. Значительная часть твердых коммунальных отходов (ТКО) – 248 тыс. тонн в 2018 г., хранятся без сортировки на свалках или полигонах, которые занимают 785 га земель. В 2017 году в регионе насчитывалось 407 свалок (23 несанкционированные свалки) и 17 полигонов ТКО. Одним из первоочередных направлений оптимизации деятельности в области обращения отходов является развитие слабой пока инфраструктуры по раздельному сбору мусора и закрытие многих свалок за счет расширения системы современных полигонов с мусоросортировочными комплексами (МСК). На тех полигонах, где функционируют мусоросортировочные комплексы, количество отходов, подлежащих захоронению снижается, так как до 26% ТКО отправляется на переработку. С 2018 г. ряд опасных по компонентам отходов на открытых свалках и полигонах хранить запрещено. В Воронежской области в 2018 г. были созданы три мусоросортировочных комплекса – в Борисоглебском ГО (объем сортировки 50 тыс. тонн), в Павловском МР (25 тыс. тонн), в Россошанском МР (70 тыс. тонн), планируется создание еще 16 МСК [2].

Важным направлением снижения объема отходов является развитие в регионе современных «зеленых» технологий. Воронежский шинный завод компании «Pirelli» в 6,3 раза снизил энергозатраты на производство и почти

полностью перерабатывает отходы (до 97%). На цементном заводе в п. Подгоренский энергоёмкость снижена в 1,6 раза, в 2,5 раза снизилось загрязнение природной среды. В Воронежской области переход на газ большинства котельных и модернизация городских ТЭЦ ПАО «Квадра» и АО «ГТЭнерго» позволили во много раз снизить объем отходов. В 2017 году в регионе было завезено лишь 132 тыс. тонн угля.

Особенно актуальным является утилизация навоза и помета на крупных животноводческих комплексах (производство мяса в области за последние три года выросла почти в 1,5 раза). Многие комплексы сбрасывают навоз в глубокие ямы. Это загрязняет грунтовые воды, сильно ухудшает условия жизни населения. Ряд предприятий ООО Спецхоз «Вишневский», ОАО «МАЯК» Лискинского района и другие обезвреживают навоз и куриный помет, используют их как органические удобрения для внесения в почву. Наиболее эффективным способом утилизации всех видов отходов животноводства является их высокотемпературная переработка, что позволяет получить качественные удобрения и топливо или даже электроэнергию (как в Белгородской области). Проблемой является недостаточная переработка лузги подсолнечника на топливо.

Финансово-экономическая политика сейчас обязана иметь экологические приоритеты. В настоящее время расходы бюджета Воронежской области на природную сферу составляет около 0,1% [1]. Для повышения качества утилизации и хранения отходов необходимо значительно повысить финансирование отрасли, в этом случае можно будет позволить снизить количество отходов и улучшить экологическую ситуацию региона.

Литература

1. Крупко А.Э. Факторы, проблемы и основные направления устойчивого развития Центрально-Черноземного района /А.Э. Крупко, В.Б. Михно // Вестник Воронежского государственного университета, серия география и геоэкология Воронеж, №1, 2019. - С.55-73.
2. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2018 году. – Воронеж, 2019. – 240 с.
3. Воронежский статистический ежегодник. 2018. - Воронеж, 2018. – 336 с.
4. Воронежская область в цифрах. 2019. - Воронеж, 2019. – 84 с.

С.А. Леднев, Т.В. Королева, А.В. Шарапова, И.Н. Семенков

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
географический факультет

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КЕРОСИН-СОДЕРЖАЩИХ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Охарактеризовано воздействие на почвенно-растительный покров, оказываемое в районах падения первой ступени ракеты-носителя «Союз». На участках мест падения формируется рудеральная или дерновинно-злаковая растительность; срок восстановления разных типов сообществ в различных условиях может составлять от 5 до 20 и более лет.

Ключевые слова: керосин, загрязнение, ракетно-космическая техника, техногенное воздействие, пустыни, полупустыни, растительность, самовосстановление, демутиация.

Одним из источников техногенного воздействия на степи и пустыни Центрального и Южного Казахстана, оказываемого на протяжении более чем 50 лет, является ракетно-космическая техника вследствие реализации советской и, позднее, российской космической программы с космодрома «Байконур». Основным источником воздействия здесь являются первые ступени ракет-носителей (РН) серии «Союз» и «Протон». При штатной эксплуатации РН первая ступень отделяется от основной конструкции и приземляется в пределах отведённых для этой цели территорий, называемых районами падения. Приземление первой ступени сопровождается интенсивным комплексным воздействием на природные сообщества, в котором можно выделить:

- механическое воздействие, вызываемое ударом ступени о землю и разбросом фрагментов (первичное воздействие), а также технологическими работами по эвакуации остатков ступени (вторичное воздействие);
- химическое воздействие, оказываемое остатками компонентов ракетного топлива (КРТ) и другими технологическими жидкостями, содержащимися в конструкции ступени;
- термическое и пирогенное воздействие, оказываемое разогретыми частями конструкции ступени, взрывом или возгоранием остатков КРТ и способное привести к возникновению крупных пожаров.

Несмотря на то, что, согласно исследованиям, наиболее обширные площади техногенных нарушений на участках мест падения связаны с пирогенным воздействием (Koroleva et al., 2018), внимание общественности в первую очередь обращено на возможные последствия химического загрязнения экосистем компонентами топлива.

Не в последнюю очередь это связано с тем, что в 1990-е годы и позднее за счет спекулятивных статей в СМИ (<https://www.novayagazeta.ru/articles/2015/06/17/64564-posmertnoe-more-saygi>; <http://vestigator.info/forum/index.php?topic=394.0>, <http://www.ecoethics.ru/old/b80/21.html> и др.) сформировался стереотип о территориях районов падения как о зонах экологического бедствия. Как правило, источником наибольшей опасности при этом рассматривают РН семейства «Протон», двигатели которых используют топливную пару «несимметричный гидразин – тетраоксид азота» (НДМГ – АТ) – вещества, относимые к 1 и 2 классам опасности (Экологический мониторинг..., 2011).

РН семейства «Союз», двигатели которых работают на топливной паре «керосин-жидкий кислород», с одной стороны, справедливо рассматривают как представляющие меньшую угрозу для человека вследствие меньшей опасности их КРТ. С другой стороны, в наше время пуски данных РН осуществляются в несколько раз чаще других (к примеру, за 2016-2018 гг. с космодрома «Байконур» выполнено 8 пусков РН «Протон-М» и 23 пуска РН семейства «Союз»). Кроме того, первая ступень РН «Союз» разделяется на 4 боковых блока, каждый из которых формирует отдельный участок техногенного воздействия. Немаловажен и тот факт, что, в отличие от НДМГ и АТ, применяемых только в ракетной технике, загрязнение экосистем лёгкими и средними фракциями углеводородов (в т.ч. керосином) характерно для большого числа промышленных объектов по всему миру: аэродромов, складов ГСМ, автозаправочных станций и т.д. (Borowiec et al., 2008; Korotkevych et al., 2011), что позволяет считать данную проблему не менее актуальной, чем возможное загрязнение НДМГ и АТ.

В результате длительной эксплуатации в районах падения первых ступеней РН «Союз», расположенных в Улытауском районе Карагандинской области, сформировалось большое количество техногенно трансформированных участков. Помимо пусков РН и сопряжённых с ними работ, источниками антропогенного воздействия здесь являются периодические пожары и выпас скота на отдельных участках.

Территория района падения расположена на юго-западных отрогах Казахского мелкосопочника и относится к подзоне северных пустынь (также называемых в разных источниках полупустынями или остепнёнными пустынями; Ботаническая география..., 2003). Наибольшим распространением в пределах водораздельных пространств района обладают полынные (*Artemisia terrae-albae*, *A. pauciflora* и *A. semiarida*) и, в меньшей степени, многолетнесолянковые сообщества (*Salsola arbusculiformis*). Для более засоленных участков характерны галофитные полукустарнички и кустарнички (*Anabasis salsa*, *Nanophyton erinaceum*, *Atriplex cana*). Антропогенно нарушенные территории (пожарища, пастбища и др.) характеризуются преобладанием дерновинно-злаковой (*Stipa sateptana*, *S.*

lessingiana, *Agropyron desertorum*) и рудеральной растительности (*Ceratocarpus arenarius*, *Climacoptera* spp., *Atriplex* spp. и др.). В подавляющем большинстве случаев падение боковых блоков первой ступени приходится на указанные типы фитоценозов.

Химическое воздействие на участках мест падения блоков первой ступени РН «Союз» регистрируется, как правило, локально ввиду небольших объёмов остаточных КРТ и технологических жидкостей в ступени на момент приземления. Средняя площадь зоны регистрируемого по визуальным признакам химического воздействия (по данным за 2014-2019 гг.) для одного блока ступени составляет 8,7 м² (т.е. около 34,8 м² для одного пуска). Проливы остатков керосина, приуроченные в основном к бакам горючего и двигательным установкам ступени, нередко воспламеняются, что уменьшает количество поступающих углеводородов в почву вследствие их сгорания. Тем не менее, среднее поступление углеводородов в почву на местах падения составляет 720 мг/кг, а максимально зарегистрированное – 45,2 г/кг (по данным за 2014-2019 гг.). Проливы перекиси водорода приводят к формированию характерной ячеистой корки на поверхности почвы; может наблюдаться дефолиация и гибель побегов растений.

Первичное механическое воздействие от приземления бокового блока ступени приводит к снижению общего проективного покрытия (ОПП) сообществ на 10-20% (ввиду сравнительно небольшой площади проявления воздействия). Вторичное механическое воздействие, как правило, приводит к повреждениям меньшей интенсивности (за исключением ситуаций с высокой влажностью поверхностных горизонтов почв, когда усиливающаяся разъезженность приводит к значительному механическому воздействию на почвенно-растительный покров).

Пожары на местах падения боковых блоков первой ступени РН «Союз» регистрируются в 66% случаев (по данным за 2014-2019 гг.) и приводят к выгоранию растительного покрова на площади в среднем 96 м² (но при неблагоприятной погодной обстановке площадь пожаров может возрасти до десятков и даже сотен км²). Среди многолетников в сообществах наиболее устойчивы к воздействию огня дерновинные злаки, наименее устойчивы кустарнички и полукустарнички. Пожары инициируют процесс постпирогенной сукцессии, которая может длиться до 20-30 лет в зависимости от типа исходного сообщества.

Растительность, возобновляющаяся на местах падения ступени РН, принципиально не отличается от характерной для других антропогенно нарушенных территорий района падения и представлена сообществами рудеральных однолетников или дерновинных злаков (последнее более характерно для пирогенно трансформированных участков). Обследования разновозрастных мест падения свидетельствуют о более успешной демутации растительности на местах падения в зимний и ранневесенний

период. Для них характерно восстановление видовой насыщенности и ОПП сообществ в период до 5 лет после пуска, при этом восстановление покрытия полукустарничков может продолжаться до 15 лет. Летне-осенние места падения по прошествии 3-4 лет характеризуются сниженным на 10-25% ОПП, а видовая насыщенность может быть равной фоновой или превышать её за счёт внедрения в сообщество большого количества рудеральных видов.

Срок демуляции фитоценозов напрямую зависит от размеров участка, подвергшегося антропогенному воздействию. Восстановление участков со сравнительно малой площадью нарушений происходит в течение нескольких лет за счёт горизонтального переноса семян растений с прилегающей территории. На более значительных площадях нарушений восстановление кустарничковых сообществ может затягиваться на более чем 20 лет, тогда как исходно рудеральные сообщества после падения ступени восстанавливаются до того же состояния за срок до 5 лет (Феодоритов и др., 2016).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-05206.

Литература

1. Koroleva T.V., Krechetov P.P., Semenov I.N. et al. The environmental impact of space transport // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2018. – Vol. 58. – P. 54-69. DOI: 10.1016/j.trd.2017.10.013.
2. Феодоритов В.М., Шарапова А.В., Королева Т.В. и др. Состояние растительности в районах падения ступеней ракет (Центральный Казахстан) // Вестник Московского университета, серия География. – 2016. – № 4. – С. 40-47.
3. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности / Н. С. Касимов, А. Д. Кондратьев, Т. В. Королева и др. – М.: Рестарт, 2011. – 472 с.
4. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Акжигитова Н.И., Брекле З.-В., Винклер Г. и др. – СПб., 2003. – 424 с.
5. Korotkevych O., Josefiova J., Praveckova M. et al.. Functional adaptation of microbial communities from jet fuel-contaminated soil under bioremediation treatment: simulation of pollutant rebound // FEMS Microbiology Ecology. – 2011 – Vol. 78, Iss. 1. - p. 137–149. DOI: 10.1111/j.1574-6941.2011.01169.x
6. Borowiec M., Hoffmann K., Huculak M. et al. Effect of petrol stations on the contamination of the soil environment // Czasopismo Techniczne. – 2008 – Vol. 2 – pp. 62-69.

О.В. Нечаева, В.Л. Сыроватский

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Изучено воздействие различных концентраций тяжелых металлов на качественный и количественный состав образцов почв, полученных с территорий аккумуляторных заводов АО «Электроисточник» и ПАО «Завод автономных источников тока» и установлено ингибирующее действие ионов меди в отношении мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных и азотофиксирующих бактерий почвы.

Ключевые слова: техногенное загрязнение, тяжелые металлы, микрофлора почвы.

Для крупных промышленных агломераций характерно техногенное загрязнение природной среды, среди которых одним из наиболее значимых является загрязнение [1]. Помимо широко распространенных видов деградации почв, таких как потеря гумуса, физическая деградация, накопление остатков пестицидов и их метаболитов, в настоящее время особую значимость приобретает исключительно опасный фактор антропогенного воздействия – загрязнение тяжелыми металлами, которые относятся к приоритетным химическим загрязнителям [4, 6]. Загрязнение почв тяжелыми металлами обусловлено отходами металлообрабатывающей промышленности, выбросами промышленных предприятий, продуктами сгорания топлива, сельскохозяйственными удобрениями и т.д.

Весомый вклад в этот процесс вносят предприятия аккумуляторной отрасли, поскольку при переработке, транспортировке сырья и продуктов переработки происходит вынос токсичных веществ, которые оказывают значительное влияние на почвенные экосистемы как в пределах предприятия локально, так и при их переносе на значительные расстояния [8]. Длительная антропогенная нагрузка поллютантов оказывает неблагоприятное воздействие на формирование почвенных биоценозов, в том числе и микробных сообществ. Это приводит к изменению их состава, активности, ингибированию процессов брожения, подавлению фотосинтеза и азотофиксации и в итоге нарушает биохимические процессы, протекающие как в природных сообществах, так и в агробиогеоценозах.

Актуальность данной работы обусловлена тем, влияние тяжелых металлов на микробиоценозы в условиях городской среды рассматривается достаточно редко. Проведение микробиологического контроля почв обеспечит разработку мероприятий по реабилитации антропогенно измененных территорий.

Целью исследования явилось изучение микробоценозов антропогенно измененных почв, полученных с прилегающих территорий аккумуляторных заводов АО «Электроисточник» и ПАО «Завод автономных источников тока», и влияние на их качественный и количественный состав тяжелых металлов.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе НОЦ «Промышленная экология» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В качестве объекта исследования для измерения массовой концентрации ионов тяжёлых металлов использовались образцы почвы, которые были отобраны в весенний период с территорий радиусом 250 м, прилегающих к предприятиям АО «Электроисточник» и ПАО «Завод автономных источников тока» (г. Саратов). В качестве контроля использовалась почва, отобранная в Краснокутском районе в селе Ждановка.

Образцы почв были собраны методом конверта в различной удаленности от предприятий, а именно на расстоянии 150, 200, 250 м [2]. В исследованиях использовали 7 образцов почв: образцы №№ 1-3 – с территории вокруг аккумуляторного завода АО «Электроисточник», образцы № 4-6 – с территорий вокруг аккумуляторного завода ПАО «Автономные источники тока». Образец илов №№ 7 – из с. Ждановка, служил контролем, так как на данной территории нет промышленных предприятий и загрязненность почв низкая.

Определение массовой концентрации ионов тяжёлых металлов, а также микробиологические исследования проводили согласно стандартным методикам [3, 5, 6].

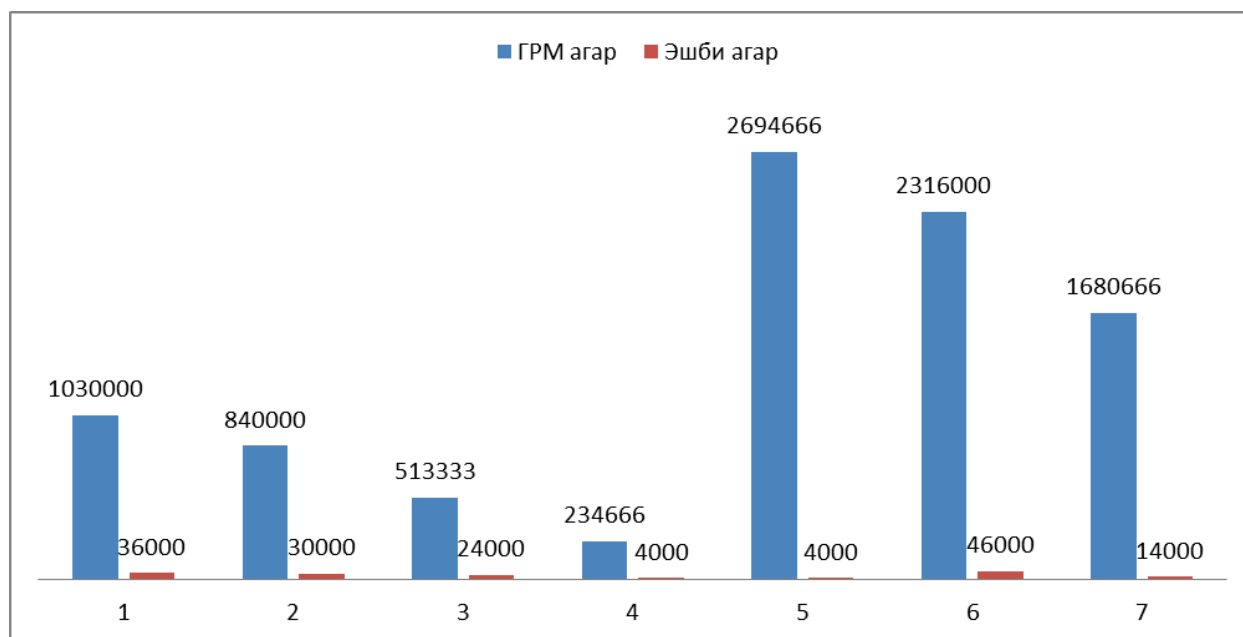
Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований была установлена массовая концентрация ионов тяжелых металлов в исследуемых образцах почв (таблица).

Массовая концентрация ионов тяжелых металлов

Элемент	Концентрация ионов, мг/кг							ПДК (Общесанитарный)
	Номер пробы							
	№ 1	№ 2	№3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	
Cd ²⁺	0,147	0,17	0,16	0,8	0,1	0,22	0,06	2
Pb ²⁺	18,6	22,8	65,7	0,22	24,3	37,6	14	32
Cu ²⁺	6,43	3,8	3,06	8,4	5,03	3,56	1,65	3

Выявлено, что исследованные антропогенно измененные территории, прилегающие к аккумуляторным заводам АО «Электроисточник» и ПАО «Автономные источники тока» в наибольшей степени загрязнены ионами таких тяжелых металлов как медь и свинец, а значения массовой концентрации ионов кадмия не превышали показателей ПДК.

Оценка зависимости количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в исследуемых образцах почв от концентрации в них тяжелых металлов показала, что как в контрольном образце № 7, так и опытных образцах №№ 5 и 6 содержание микроорганизмов было высоким, причем показатели КОЕ опытных образцов превышали контрольные значения в 1,38-1,6 раза (рисунок 1). В образце почвы № 4, наблюдалось значительное снижение численности микроорганизмов в 7,15 раза по сравнению с контролем.



Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных и азотофиксирующих микроорганизмов в исследуемых образцах почв

Оценка количества микроорганизмов в образцах почв №№ 1-3 позволила установить, что показатели КОЕ были ниже контрольных значений в 1,63-3,28 раза. Также было установлено, что при удалении от источника загрязнения происходило уменьшение показателей КОЕ микроорганизмов.

Оценка количества азотофиксирующих бактерий показала, что в образцах почв №№ 1-3, показатели КОЕ уменьшались при удалении от источника загрязнения, однако эти показатели были выше, чем в контрольном образце № 7 в 1,7-2,6 раза.

В образцах почв №№ 4-6 содержание азотофиксирующих бактерий увеличивалось при удалении от источника загрязнения: на расстоянии 150 м и 200 м содержание азотофиксирующих бактерий было в 3,5 раза меньше, а на расстоянии 250 м – в 3,29 раза больше, чем в контроле.

Оценка качественного состава исследуемых образцов почв показала, что как в контрольном, так и опытных образцах микробоценозы были представлены различными видами бактерий рода *Bacillus*. В мазках, окрашенных по Граму, обнаруживались грамположительные клетки различной длины, внутри которых центрально располагались споры. Клетки формировали

цепочки различной длины. Вероятно, бактерий рода *Bacillus*, как представители спорообразующих микроорганизмов, проявили наибольшую устойчивость к действию ионов тяжелых металлов.

Анализ полученных данных позволили выявить зависимость влияния содержания массовой концентрации ионов тяжелых металлов на количественный состав микробоценозов антропогенно измененных территорий. Было установлено, что повышение массовой концентрации ионов свинца не оказывает ингибирующего влияния на количество микроорганизмов, находящихся в исследуемых образцах почвы. Вероятно, это связано с тем, что в процессе хронического загрязнения территорий аккумуляторных заводов АО «Электроисточник» и ПАО «Автономные источники тока» ионами свинца микроорганизмы благодаря адаптивным механизмам приобрели устойчивость к действию этого тяжелого металла. Кроме того, вероятно, свинец вовлекается в метаболические процессы микробных клеток и в определенных количествах необходим для нормальной жизнедеятельности представителей микробоценозов.

Установлена высокая чувствительность микроорганизмов исследуемых образцов почв к массовой концентрации ионов меди: повышение концентрации ионов меди оказывало губительное действие в отношении представителей микробоценозов исследуемых образцов почв.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлена зависимость количественного состава микроорганизмов от концентрации ионов тяжелых металлов в образцах антропогенно измененных почв.

Литература

1. Водяницкий, Ю. Н. Обобщенная характеристика распределения тяжелых металлов в почвенном профиле / Ю. Н. Водяницкий // *Агрохимия*. - 2014. - №6. - С. 77-83.
2. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб
3. Ионмер Лабораторный И-160ми, Руководство По Эксплуатации Грба2.840.009 Рэ
4. Заварзин, Г. А. Введение в природоведческую микробиологию / Г. А. Заварзин , Н. Н. Колотилова .-М. : Книжный дом «Университет», 2001. - 255 с.
5. ПНД Ф 14.1: 2:4.149-99 Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия и цинка в пробах питьевой, природных и очищенных сточных вод на полярографе электрохимическим датчиком «Модуль ЕМ-04»
6. Почвенный микробиоценоз как показатель стабильности луговых сообществ при химическом загрязнении среды тяжелыми металлами / И. Б. Ившина [и др.] // *Экология*. - 2014. - № 2 .- С. 83-90.
7. Теппер, Е.З.: Практикум по микробиологии/ Е.З. Теппер. - М.: Дрофа, 2004.- 149с. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту / С.В. Левин и др. // *Микроорганизмы и охрана почв*. - 1989. - №7.-С 5-46.
8. Янин, Е.П. Эколого-геохимические аспекты воздействия аккумуляторной промышленности на окружающую среду / Е. П. Янин // *Ресурсосберегающие технологии*. - 2002. - № 18. - С 3-33.

ДИНАМИКА АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ДИВАНАДИЯ ПЕНТОКСИДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОПЛИВНОГО БАЛАНСА МНОГОТОПЛИВНЫХ ТЭЦ

В исследовании рассмотрены вопросы изменения массы выбросов и среднегодовых приземных концентраций диванадия пентоксида в составе выбросов многотопливных теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) в зависимости от топливного баланса. Выделено 3 сценария работы ТЭЦ, статистически значимо отличающихся по соотношению твердого (уголь, торф) и газообразного топлива, а так же по массе выбросов в атмосферу и приземной концентрации диванадия пентооксида в составе мазутной золы.

Ключевые слова: диванадий пентоксид, риск здоровью, население, атмосферные выбросы, многотопливная теплоэлектроцентраль

В настоящее время одной из приоритетных задач гигиенических исследований является проблема сохранения качества окружающей среды и вредное воздействие химических факторов на здоровье населения в зонах влияния атмосферных выбросов промышленных предприятий. Предприятия теплоэнергетики являются одними из основных загрязнителей воздушного бассейна городов. Особый интерес представляет зависимость массы выбросов и приземной концентрации атмосферных поллютантов от топливного баланса ТЭЦ, различных соотношений твердого (уголь, торф) и газообразного топлива [1,2]. Одним из важных компонентов выбросов предприятий теплоэнергетики является диванадия пентоксид, входящий в состав мазутной золы. Высокая токсичность диванадия пентоксида (класс опасности 1) определяет опасность воздействия атмосферного воздуха с содержанием данного химического вещества на здоровье населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов предприятий городского теплоэнергетического комплекса [3]. Критической системой при хроническом ингаляционном воздействии пятиокиси ванадия является система органов дыхания, при пероральном воздействии возможны нарушения иммунитета и мочевыделительной системы [4].

Исследование выполнено в городах Киров и Кирово-Чепецк Кировской области, где находятся 3 многотопливных предприятия теплоэнергетики. Учитывая, что топливный баланс ТЭЦ неоднократно менялся в течение периода наблюдения, для выявления общих тенденций и выделения отдельных периодов был использован кластерный анализ. При помощи кластерного анализа атмосферных выбросов ТЭЦ за временной промежуток с 1997 по 2015 год было выделено 3 кластера: период I (1997 - 2000 гг.), период II (2001 – 2008 гг.) и период III (2009 – 2015 гг.). Все выделенные кластеры имеют статистически значимые различия по

соотношению разных видов топлива в топливном балансе, по объему и составу выбросов в атмосферу, что позволило представить данные кластеры как сценарии работы ТЭЦ в определенные временные периоды.

Осредненные данные по соотношению видов топлива в топливном балансе для указанных сценариев работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Топливный баланс ТЭЦ, % (CI95%)

Сценарий	Доля в топливном балансе		
	Твердое топливо	Мазут	Природный газ
I	44,56 – 61,79	0,39 – 2,96	37,74 – 52,56
II	17,68 – 22,76	0 – 0,12	77,15 – 82,31
III	27,42 – 30,3	0,16 – 0,64	68,44 – 72,36

Сценарий I характеризуется долей твердого топлива более 50%, при этом основную долю в структуре атмосферных выбросов составили пыль летучей золы (46%) и диоксид серы (24-35%). Поскольку мазут использовался в основном в качестве растопочного топлива для инициации горения основных твердых топлив – угля и торфа, доля его в топливном балансе невелика, и, соответственно, объем выбросов пятиокси ванадия в составе мазутной золы так же невелик и составил 0,0016% в структуре атмосферных выбросов ТЭЦ. Сценарий работы II отличается значительным преобладанием газообразного топлива в топливном балансе (доля природного газа около 80%). В данном периоде наблюдается сокращение выбросов диванадия пентоксида в атмосферу на 94%. Данное явление объясняется сокращением потребления мазута, используемого для инициации и поддержания оптимальных режимов горения твердого топлива, в результате уменьшения доли угля и торфа в топливном балансе. Во время реализации сценария III наблюдается тенденция к увеличению потребления твердого топлива в среднем 10% и снижению доли природного газа в топливном балансе, темп прироста массы выбросов пятиокси ванадия при переходе от сценария II к сценарию III составил более 600%. Сравнение количества атмосферных выбросов позволило выявить статистически значимое различие ($p < 0,05$) массы выбросов диванадия пентоксида в выделенных периодах. Таким образом, уменьшение доли твердого топлива и, соответственно, увеличение доли природного газа в топливном балансе многотопливной ТЭЦ приводит к статистически значимому снижению массы выбросов диванадия пентоксида.

С помощью кластерного анализа в зоне влияния атмосферных выбросов для каждого сценария топливного баланса было выделено 3 района (кластера), рецепторные точки которых статистически значимо отличались по расчетному уровню загрязнения атмосферного воздуха выбросами ТЭЦ и удалению от предприятий теплоэнергетики.

Кластер №1 включал селитебные зоны расположенные в северо-западной, западной и юго-западной частях г. Кирова на расстоянии от 1 до

4,5 км. от городских предприятий теплоэнергетики – ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, а также селитебную зону в северной части г. Кирово-Чепецка, расположенную на расстоянии 1,3 – 2 км. от ТЭЦ-3. Кластер №2 включал, расположенную в северо-восточной, восточной и юго – восточной частях г. Кирова направлении на удалении от 4,5 до 12 км. от ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5. В кластер № 3 вошла часть зоны влияния, расположенная на расстоянии свыше 12 км. от предприятий теплоэнергетики (таблица 2).

Таблица 2

Среднегодовая концентрация диоксида пентаоксида, мг/м ³ (СИ 95%)				
Район	Сценарий работы ТЭЦ			р
	I	II	III	
1	$7,3 \times 10^{-4} - 9,2 \times 10^{-4}$	$8,6 \times 10^{-5} - 1,2 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-4} - 2,7 \times 10^{-4}$	<0,001
2	$3,5 \times 10^{-4} - 3,8 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-5} - 4,4 \times 10^{-5}$	$8,7 \times 10^{-5} - 9,7 \times 10^{-5}$	<0,001
3	$1,8 \times 10^{-7} - 1,9 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-5} - 2,2 \times 10^{-5}$	$4,4 \times 10^{-5} - 4,6 \times 10^{-5}$	<0,001

Наибольшие расчетные значения концентраций компонентов выбросов наблюдаются в рецепторных точках, расположенных в селитебных зонах, отнесенных к району 1. В период реализации сценария топливного баланса I отмечаются максимальные значения приземных концентраций загрязнителя во всех выделенных кластерах. При переходе к сценарию топливного баланса II расчетные концентрации диоксида ванадия снижаются на 85 – 90%. Последующее повышение доли твердого топлива (сценарий III) сопровождалось увеличением концентрации диоксида пентаоксида – на 110 – 120%.

Таким образом, изменение топливного баланса в сторону увеличения доли твердого топлива приводит к увеличению выбросов в атмосферу диоксида пентаоксида и повышению уровня риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния атмосферных выбросов многотопливных предприятий теплоэнергетики. Данное явление связано, прежде всего, с увеличением потребления мазута для инициации и поддержания режимов горения твердого топлива. Применение современных технологий, таких как совместное сжигание угля и природного газа в одной горелке, низко-температурная вихревая технология сжигания твердого топлива [5] позволяют резко сократить потребление мазута в условиях повышения в топливном балансе доли твердого топлива, тем самым снижая объем поступления диоксида пентаоксида в атмосферу и риск для здоровья населения.

Литература

1. Куликов, М.А., Гаврилов Е.И., Демин В.Ф., Захарченко И.Е. Риск воздействия атмосферных выбросов электростанций на здоровье населения // Теплоэнергетика. 2009. №1. С.71 - 76.

2. Маймулов В.Г. Методологические проблемы изучения причинно-следственных связей в системе “окружающая среда – здоровье человека” / В.Г. Маймулов, С.В.

Нагорный // Вестник Санкт-Петербургской гос. мед. академии им. И.И. Мечникова. – 2000. - № 1. – С. 22 – 25.

3. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения// Проблемы прогнозирования. 2010. №4. С.87 - 99.

4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

5. Скудицкий В. Е., Григорьев К. А., Аношин Р. Г., Османов В. В. Комплексная модернизация пылеугольных котлов на основе низкотемпературной вихревой технологии сжигания // Энергосбережение и энергоэффективность экономики Кузбасса. 2010. № 8. С. 31–34.

А.Л. Подольский, О.В. Атаманова

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ, КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ГЕРМАНИИ

В работе приводится краткий анализ динамики захоронения и переработки отходов в Германии с 2000 по 2015 гг. Дается обзор положительного опыта в области утилизации твердых отходов.

Ключевые слова: ТБО, ТКО, раздельный сбор отходов, вторичная переработка, утилизация отходов.

Нехватка мощностей полигонов для захоронения отходов в 1980-х гг. в сочетании с осознанием необходимости ограничения использования природных ресурсов и энергии побудило Германию разработать современную систему управления отходами. Экономика, основанная на вторичной переработке отходов – приоритет экологической политики Германии с начала 1990-х гг., которая трансформировала управление отходами в систему управления ресурсами [1]. Немецкая общественность осознает важность раздельного сбора отходов и их переработки для вторичного использования, что позволяет значительно снизить среднедушевое потребление природных ресурсов в этой промышленно развитой стране.

К сегодняшнему дню управление отходами в Германии превратилось в крупный и мощный сектор экономики: в 11 тыс. компаний данного профиля с годовым оборотом около 70 млрд. евро работают более 270 тыс. человек. Их. Более 15,5 тыс. предприятий по переработке отходов обеспечивают высокий уровень вторичной переработки ТБО и ТКО (67%), а также промышленных отходов (70%) и отходов строительной индустрии (90%) [2].

Хотя с 2000 года объем отходов сократился, все еще производятся их большие объемы. В связи с этим в 2013 г. была принята «Национальная программа предотвращения накопления отходов», включающая существующие и потенциальные меры предотвращения образования и накопления отходов на национальном, региональном и местном уровнях. Она содержит перечень информационно-просветительских мероприятий, исследовательские проекты и разработки по переработке отходов, а также стратегию снижения объемов отходов, основанную на экономической стимуляции [3]. Следует отметить, что общий объем ТБО/ТКО в 2000-2015 гг. колебался в пределах 48,4-51,6 млн. т/год, а с учетом промышленных и строительных отходов, произошло снижение ежегодного общего объема образуемых отходов с 406,7 млн. т (2000) до 351,2 млн. т (2015) [2].

Большую роль в рациональном использовании природных ресурсов и управлении отходами сыграло становление в Германии в 2000-х гг. экономики замкнутого цикла (*circular economy*), основанной на возобновлении ресурсов и переработки отходов и целью повторного использования одних и тех же ресурсов [4]. Частью этой экономической доктрины стала «Национальная программа предотвращения накопления отходов», обновление которой предусмотрено до конца 2019 г.

Наблюдаются положительные сдвиги в долях отходов, подвергающихся вторичной переработке и предназначенных для захоронения (68%-32% в 2000 г. и 79%-21% в 2015 г.) [2]. Невосстанавливаемые отходы должны быть утилизированы безопасно, без ущерба для окружающей среды или здоровья человека. Перед захоронением органические отходы в Германии подвергаются механико-биологической или термической обработке, чтобы сделать их инертными и свести к минимуму выпуск фильтрата и свалочного газа. Свалки неочищенных органических отходов были запрещены в Германии с середины 2005 года. В 2017 году в Германии действовало 68 предприятий по термической переработке твердых отходов с мощностью около 20 млн. т, а также 32 биомеханических предприятия по ежегодной выработке около 5 млн. тонн топлива из мусора. При этом из каждых 5 млн. т отходов остается лишь 10% (0,5 млн. т), нуждающихся в захоронении [5].

Пятиуровневая иерархия отходов определяет следующий порядок приоритетов: предотвращение, подготовка к повторному использованию, рециклинг, другие формы восстановления (особенно с целью получения энергии) и утилизация. В каждом конкретном случае приоритет отдается наиболее экологически выгодному варианту. Наряду с воздействием на окружающую среду, необходимо учитывать доступные технологические опции, а также экономические и социальные последствия. Поэтому экономика замкнутого цикла в Германии последовательно ориентируется на уменьшение количества и переработку отходов, без ущерба для устоявшихся, качественных, экологически безопасных процессов обращения с

отходами. До 68% бытовых отходов вторично используется [6]. Каждый год в Германии большие объемы коммерческих отходов образуются в результате деятельности более 3,6 млн. предприятий. Хотя подавляющее большинство их собирается отдельно и подвергается переработке для вторичного использования, около 6 млн. т смешанных муниципальных отходов коммерческого происхождения образуются каждый год. В последние годы только около 45% этих смешанных отходов были предварительно отсортированы, оставшиеся 55% были использованы непосредственно для производства энергии [2].

Кратко рассмотрим основные категории твердых отходов в Германии:

(1) Писчая бумага и печатные издания: рециклирование на уровне 81-97% общего объема накопления в 2000-2015 гг.;

(2) Упаковочные отходы. Их основными составляющими являются стекло, алюминий, жесть, пластик, бумага, картон и дерево - все они представляют собой ценное вторсырье. Повторное использование или восстановление этих материалов помогает сохранить природные ресурсы, сэкономить энергию и сократить выброс парниковых газов. Отдельный сбор бытовых упаковочных отходов, введенный «Указом об упаковке» пользуется высоким уровнем поддержки среди немецкой общественности. Если в 2007 г. уровень утилизации упаковочных материалов в Германии составлял около 39%, то в настоящее время превышает 97%;

(3) Биоразлагаемые отходы: в 2015 г. их объем составил около 14 млн. т. Использовались для компостирования с последующим использованием в качестве удобрения в растениеводстве и для производства биогаза (метана) в энергетических целях;

(4) Твердый органический осадок сточных вод с коммунальных очистных сооружений (около 1,8 млн. т сухого веса в год) содержит ряд питательных веществ для растений, в частности, фосфор. Поэтому этот ресурс используется в качестве удобрения в сельском хозяйстве (около 24% в 2016 г.) и в ландшафтном дизайне (около 10% в 2016 г.). Около 65% твердого органического осадка сжигаются, что приводит к потере ценных веществ, например, фосфора;

(5) Электронный и электротехнический лом. По законодательству ЕС, ожидаемый возврат электротехнического лома от населения не должен быть ниже 45%. В 2011-2015 гг. в Германии собиралось в среднем около 80% таких отходов, при этом вторичной переработке подвергались 91-96% от собранного количества;

(6) Использованные химические источники тока (аккумуляторы, батарейки) – продаются в Германии в количестве не менее 45 тыс. т ежегодно. При этом, по оценкам экспертов [2], лишь половина из них выбрасывается населением в специальные контейнеры в магазинах и точках сбора мусора. Ценные вторичные сырьевые материалы, такие как цинк,

сталь, ферромарганец, свинец, кадмий и пластик извлекаются из использованных батарей и используются повторно;

(7) Автомобили с истекшим сроком эксплуатации (АИСЭ). Директива ЕС (2015 г.) «О транспортных средствах с истекшим сроком эксплуатации» и германское «Постановление об АИСЭ» установили 85% норматив рециклинга и 95% норматив вторичной переработки для АИСЭ. В реальности 88-95% АИСЭ в период 2011-2015 гг. подверглись вторичной переработке.

(8) Минеральные отходы - являются крупнейшим потоком отходов в Германии с годовым объемом более 275 млн. т. Они включают в себя отходы строительства и сноса зданий и сооружений, грунт из котлованов, вырытых под фундамент, а также шлаки и пепел от процессов сжигания в энергетике и металлургии. Значительная доля минеральных отходов в Германии используется строительной промышленностью, где они заменяют первичные строительные материалы (например, строительный песок) либо в качестве материала обратной засыпки карьеров [2].

Основной целью политики управления отходами в Германии является предотвращение неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Германия поддерживает очень высокие стандарты защиты вод, почвы и воздуха от выбросов и сбросов, связанных с переработкой и хранением отходов. Запрет на захоронение необработанных отходов (2005 г.) и их переработка на энергию, помогли снизить выбросы метана со свалок и парниковых газов на 56 млн. т эквивалентов диоксида углерода с 1990 г., что составляет более 20% международных «Киотских целей», которые Германия пообещала выполнить.

Литература

1. Борьба с отходами по-немецки [электронный ресурс]. - <https://www.kommersant.ru/doc/2519755>.
2. Waste management in Germany-2018: Facts, data, diagrams. Federal Ministry for the environment, nature conservation and nuclear safety [electronic resource]. - https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/abfallwirtschaft_2018_en_bf.pdf.
3. Как в Германии решают проблему утилизации бытовых отходов / Л. И. Соколов, С. М. Кибардина, С. Фламме, П. Хазенкамп // Экология и промышленность России. – 2009. – Апр. – С. 38–41.
4. Scott T. Sustainable business. A practitioner's guide to achieving long-term profitability and competitiveness. Greenleaf Publishing Ltd., 2015. – 238 p.
5. Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Ветрова М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития. / Вестник Санкт-Петербургского университета, Т. 33, Вып. 2, 2017. – С. 244-268.
6. Уланова О. В. Управление твердыми бытовыми отходами : европейский опыт : учеб. пособие. – 2009. – Ч. 1. – 136 с. 57.

Е.Ю. Руденко, Е.Н. Макеева, Н.Э. Тагиева, Т.С. Тихоненко

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОЙ АКТИВАЦИИ НА ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТИ

Исследована возможность использования сухой пивной дробины для очистки сточных вод от нефти. Показано, что пивную дробину, модифицированную серной и азотной кислотами различной концентрации, можно применять для очистки нефтезагрязненных сточных вод.

Ключевые слова: пивная дробина, модификация, серная кислота, азотная кислота, сточные воды, очистка, нефть.

Пивная дробина является основным твердым отходом, образующимся на пивоваренных заводах [1]. Она имеет очень низкую стоимость и круглогодично вырабатывается в больших количествах не только крупными, но и малыми пивоваренными предприятиями. В настоящее время, пивную дробину в основном используют в качестве корма для животных, компостируют или выбрасывают на свалки [1, 2, 3]. Однако стоимость утилизации пивной дробины на полигонах постоянно увеличивается, а использование данного отхода на корм скоту постепенно уменьшается, что стимулирует поиски альтернативных путей для уменьшения количества образования и улучшения коммерческого использования пивной дробины [1, 4, 5].

Материалы и методы. В качестве объекта исследования в работе применяли пивную дробину с содержанием влаги 80 %, которая была получена на одной из пивоваренных компаний Самарской области. Влажную пивную дробину высушивали при температуре 105 °С в сушильном шкафу «ЭКРОС» до постоянной массы.

Способность пивной дробины производить очистку сточных вод от нефти исследовали на модельных растворах сточных вод. Для приготовления модельных растворов сточных вод использовали нефть средней плотности (3.2.1.2) [6], полученную на ОАО «Оренбургнефть».

Для изучения возможности использования пивной дробины для очистки сточных вод готовили модельные растворы сточных вод с концентрацией нефти в воде 100 мг/л, 200 мг/л, 300 мг/л, 400 мг/л, 500 мг/л. Для этого брали коническую колбу вместимостью 250 мл, делали в ней навеску нефти массой 0,025; 0,05; 0,75; 0,1 или 0,125 г и приливали 250 мл водопроводной воды, эмульсию перемешивали на магнитной мешалке ИКА при комнатной температуре с частотой вращения 1500 об/мин в течение 20 мин.

Для кислотной модификации пивной дробины в плоскодонной колбе вместимостью 500 мл на лабораторных весах взвешивали 30 г сухой пивной дробины с точностью до 0,1 г, добавляли цилиндром 300 мл 1 %-ного, 5 %-ного или 10 %-ного раствора серной или азотной кислоты и выдерживали при постоянном перемешивании на магнитной мешалке ИКА при частоте вращения 1000 об/мин в течение 10 мин при комнатной температуре. Полученную смесь отфильтровывали через ватно-марлевый фильтр, модифицированную пивную дробину промывали дистиллированной водой до pH=7 и сушили сушильном шкафу «ЭКРОС» при температуре 105 °С до постоянной массы.

Для исследования возможности использования модифицированной кислотами пивной дробины для очистки сточных вод из каждого модельного раствора брали 100 мл, помещали в плоскодонную колбу вместимостью 250 мл, добавляли 5 г модифицированной пивной дробины. Смесь перемешивали на магнитной мешалке при комнатной температуре с частотой вращения 1500 об/мин в течение 10 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 в слив, 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» [7]. В качестве контроля использовали пивную дробину, не подвергавшуюся модификации кислотами, высушенную при температуре 105 °С.

Остаточную концентрацию нефти в модельном растворе сточных вод определяли по формуле :

$$C_{ост} = \frac{C_{изм} \cdot V_{г} \cdot K}{V_{пр}}, \text{ мг/л,}$$

где $C_{изм}$ – концентрация нефти в растворе гексана, мг/л;

$V_{г}$ – объем гексана взятый для экстракции, мл;

$V_{пр}$ – объем пробы, мл;

K – разбавление экстракта, если экстракт не разбавляют, то $K=1$.

Степень удаления нефтепродуктов в растворе находили по формуле:

$$X = \frac{C_0 - C_{ост}}{C_0} \cdot 100\%,$$

где C_0 – начальная концентрация нефти, мг/л;

$C_{ост}$ – остаточная концентрация нефти в модельном растворе сточных вод, мг/л.

Исследования осуществляли в трехкратной повторности, анализ каждой пробы проводили в трех повторностях.

Результаты и их обсуждение. Данные лабораторных испытаний, полученные при исследовании зависимости степени удаления нефти из модельных растворов сточных вод от концентрации серной кислоты, использованной для модифицирования пивной дробины, и контрольного образца пивной дробины, высушенной при 105 °С, показывают, что при модифицировании пивной дробины серной (рис. 1) и соляной (рис. 2) кислотами различной концентрации наблюдается тенденция к повышению ее адсорбционной способности. Использование контрольного образца пивной дробины для очистки модельных растворов сточных вод позволило адсорбировать от 92,6 до 94,67 % нефти. Очистка пивной дробины, обработанной серной кислотой, позволила удалить от 92,77 до 96,36 % нефти из модельных растворов сточных вод.

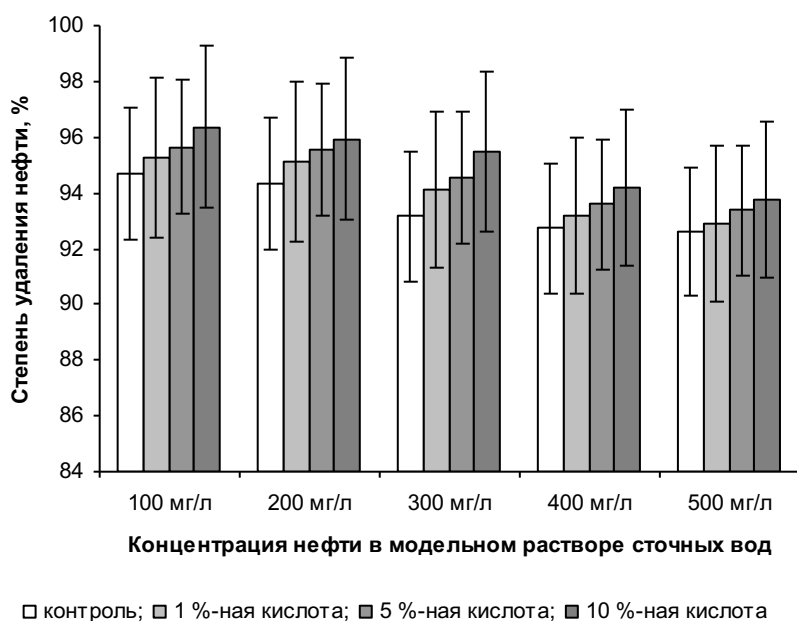


Рис. 1. Зависимость степени удаления нефти из модельного раствора сточных вод от обработки дробины серной кислотой

Закключение. Пивную дробину, образующуюся в качестве отхода при производстве пива, можно использовать в качестве адсорбента для очистки сточных вод от нефти. Пивную дробину, модифицированную серной и азотной кислотами различной концентрации, можно применять для очистки нефтезагрязненных сточных вод. Наибольшее количество нефти из сточных вод удаляет пивная дробина, модифицированная 10 %-ным раствором серной кислоты.

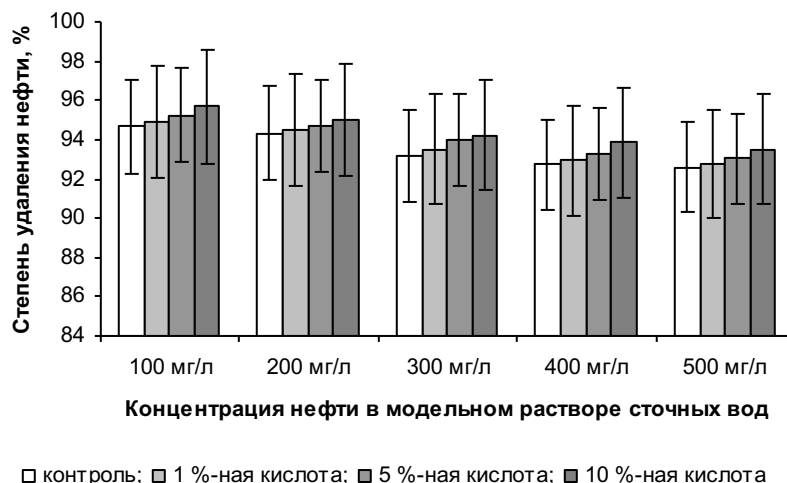


Рис. 2. Зависимость степени удаления нефти из модельного раствора сточных вод от обработки дробины азотной кислотой

Литература

1. Xiros, C. Hydrolysis and fermentation of brewer's spent grain by *Neurospora crassa* / C. Xiros, E. Topakas, P. Katapodis, P. Christakopoulos // Biores. Technol. – 2008. – V. 99. – P. 5427-5435.
2. Wang, D. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain / D. Wang, A. Sakoda, M. Suzuki // Biores. Technol. – 2001. – V. 78. – P. 293–300.
3. Mussatto, I.S. Brewer's spent grain: generation, characteristics and potential applications / I.S. Mussatto, G. Dragone, C.I. Roberto // Journal of Cereal Science. – V. 2006. – V. 43. – P. 1–14.
4. Russ, W. Application of spent grains to increase porosity in bricks / W. Russ, H. Mörtel, R. Meyer-Pittroff // Construction and Building Materials. – 2005. – V. 19. – P. 117–126.
5. Руденко, Е.Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения / Е.Ю. Руденко // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 66-68.
6. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2006. – 6 с.
7. 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.

О.В. Смирнова, А.С. Сороченко

Башкирский институт технологий и управления (филиал)
ФБГОУ ВО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ)»,
город Мелеуз

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОНОМИКО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В РОССИИ

В статье рассматриваются главные теоретические определения экономических методов по экологическому контролю, определение особенностей использования природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: экономико-экологические механизмы, природоохранная деятельность, экологическая политика России

Охрана окружающей среды считается одной из основных общечеловеческих задач, значимость заключается в усиление антропогенного воздействия на окружающую сферу. Окружающая среда в данный период времени уже не способна гарантировать равновесие природоохранных связей страны следует анализировать как неделимую часть общенациональных, а также общечеловеческих ценностей.

Формирование общественно-финансовых, общественно-политический, а также научно-технологических приоритетов страны обязаны основываться на принципах экологического баланса и природоохранной работы. Но финансовая устойчивость не должна достигаться во вред экологической безопасности. По этой причине значимость изучения определена тем, что в отсутствии верного построения и применения инструментов экологического регулирования нельзя гарантировать природоохранную работу страны.

Целью данной работы является анализ абстрактных определений, а также обнаружение отличительных черт применения разных финансовых инструментов, которые направлены на экологическое регулирование, но кроме того исследование фактического использования данных механизмов, как в других государствах, так и в Российской Федерации. Приоритетной проблемой изучения считается построение ключевых раскладов к развитию экологической политики, а также создание концепции многообещающих финансовых механизмов экологизации формирования.

Главная цель экологического регулирования – это охрана окружающей среды, что добивается путем формирования наиболее экологических, но в тоже время ресурсоемких технологий, реструктуризации промышленного производства согласно инновационному экологобезопасному виду, но кроме того введением подобных способов управления, какие в тоже время гарантируют увеличение производительности и сокращение объемов по загрязнению. Желание

товаропроизводителей к целесообразному расходованию ресурсов в собственной работе достигается с помощью применения совокупно осуществляющих контроль способов экологического регулирования с финансовыми механизмами природопользования, то, что в окончательном счете, считается не только экономически выгодным, но также и экологически подходящим.

Под экономическими механизмами природоохранной работы понимаются разнообразные средства, способы, события, связи влияния на экономическое положение финансовых субъектов с целью ориентации работы в экологически благоприятном течении, а именно оптимальное и бережливое применение природных ресурсов, снижение энерго-, а также ресурсоемких производств, кроме того минимизация вреда, причиняемого окружающей среде. С поддержкой финансовых механизмов возможно оказывать воздействие на побудительные мотивы в деятельности хозяйственных субъектов, корректировать товарно-финансовые взаимоотношения на уровне организаций, субъектов и государства в целом.

Система воздействия финансовых инструментов природоохранной работы подразумевает влияние на экономические интересы субъектов хозяйствования с поддержкой изменения затрат, а также выгод, образующихся при разных действиях данных субъектов. При этом, непосредственно применение парораспределительных платежей осуществляет стабилизирующую функцию.

Суть финансовых механизмов экологической политики открывается в их многофункциональном назначении, но непосредственно:

- аккумулировать финансовые ресурсы в бюджетных и внебюджетных фондах на разных уровнях регионально-административного управления с целью осуществления государственных, региональных, а также территориальных проектов, планов, событий в сфере защиты, воспроизводства и охраны окружающей среды;
- заинтересовать на локальном координационно-хозяйственном уровне атмосфероохранных, водоохранных мероприятиях, уменьшение отходов от осуществляемой деятельности, утилизация и защищённость захоронения отходов;
- способствовать изготовлению экологически чистых товаров и введению определенных технологий;
- поддерживать природоохранные территории и оказывать помощь восстановлению нарушенных.

Более значимыми условиями при исследовании, а также использовании экологически-финансовых механизмов считаются следующие:

- механизм реализации;
- природа воздействия на финансовые интересы субъектов;
- принципы воздействия на основные категории финансовых

субъектов;

- формы механизмов.

Во взаимосвязи элементов осуществления эколого-финансовых механизмов разделяются на следующие:

- административное перераспределение финансов – используется в случаях аварийного засорения окружающей среды;
- финансовые трансферты – концепция парораспределительных элементов;
- свободные рыночные методы перераспределения финансов;
- содействие на рынке – использование финансовых конфигураций помощи экономическим субъектам.

Согласно влиянию, на финансовые интересы субъектов эколого-экономические механизмы возможно разбить на две категории:

- инструменты, нацеленные на получение доходности;
- инструменты, нацеленные на повышение получение прибыли.

Это распределение считается относительные, вследствие того, что эколого-экономические методы в зависимости от факторов имеют все шансы осуществлять функции первой, а также второй категории. К примеру, налоги осуществляют функцию получения прибыли, а в варианте льготного налогообложения будет способствовать повышению доходов.

Следовательно, для преодоления кризисных условий возможно представить следующее:

- усовершенствовать финансовые ограничения на хозяйственную деятельность;
- лицензировать хозяйственную и иную работу;
- внедрить единую экологическую экспертизу;
- модернизировать налоговую политику в сферах защиты и оптимального применения находящейся в окружающей среде;
- внедрить концепции природоохранного страхования, а также природоохранного аудита;
- производить подсчет природного условия при экономической оценке хозяйственных заключений.

Литература

- 1) Бурко Р. А., Терёшина Т. В. Экологические проблемы современного общества и их пути решения // Молодой ученый. — 2017. — №11. — С. 237-238.
- 2) Кочуров Б. И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий). — М.: ИГ РАН, 2017.— 156 с.

И.В. Тихонова ¹, Ю.В. Кольдибекова ²

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю,
г. Красноярск

²ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
г. Пермь

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В СЕЛИТЕБНОЙ ЗАСТРОЙКЕ, ФОРМИРУЕМОГО КОМПОНЕНТАМИ ВЫБРОСОВ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЛИНОЗЕМА

Хозяйствующие субъекты по производству глинозема являются источниками загрязнения объектов окружающей среды, в первую очередь, атмосферного воздуха, специфическими и общераспространенными загрязняющими веществами, представляющих опасность для органов дыхания. Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха в селитебной застройке в зоне размещения предприятия по производству глинозема по взвешенным веществам, азоту диоксиду, сере диоксиду, формальдегиду, алюминию, гидрофториду, марганцу, толуолу, ксилолу (до 10,4 ПДК_{кр.}, до 43,6 ПДК_{с.с.}), может выражаться в росте заболеваемости со стороны органов дыхания в виде повышенной в 1,3–1,8 раза частоты встречаемости заболеваний у детей в виде хронических болезней миндалин и аденоидов, бронхиальной астмы, аллергического ринита неуточненного, хронического тонзиллита и ринита.

Ключевые слова: производство глинозема, качество атмосферного воздуха, органы дыхания.

Хозяйственная деятельность крупного производства глинозема относится к числу лидирующих источников загрязнения объектов окружающей среды, в первую очередь, атмосферного воздуха [1]. Особенность технологического процесса глиноземных производств и сопутствующая переработка металлических отходов и лома обуславливают поступление в атмосферный воздух специфических (фтористый водород, диалюминий триоксид, марганец, хром и др.) и общераспространенных загрязняющих веществ (сера диоксид, взвешенные вещества, оксиды азота, формальдегид и др.), представляющих опасность для органов дыхания [2]. Хроническое ингаляционное воздействие большинство перечисленных веществ ассоциируется с раздражением верхних дыхательных путей, сенсibilизацией с последующим развитием поражений нижних отделов дыхательной системы, снижением сопротивляемости тканей легких, развитием воспалительной реакции [3, 4].

Цель исследования – гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в селитебной застройке, формируемого компонентами выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха селитебной застройке в зоне размещения предприятия по производству глинозема выполнена в соответствии с ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» по результатам мониторинговых наблюдений (21 точка маршрутных постов), выполняемых в рамках Роспотребнадзора за период 2012-2017 гг. по 9 химическим веществам (диоксид азота, алюминий, взвешенные вещества, мелкодисперсные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀), сероводород, диоксид серы, формальдегид и гидрофторид (объем исследований составил 1134 пробы) и натурных исследований на базе ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (г. Пермь) по содержанию 13 химических веществ (гидрофторид, сероводород, алюминий, марганец, хром, никель, медь, ванадий, взвешенные вещества, мелкодисперсные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀), толуол, ксилол). Объем исследований составил 338 среднесуточных проб, 1635 элементоопределений. Исследование взвешенных частиц (250 среднесуточных проб) на морфометрический и химический состав выполнено методом рентгеноспектрального анализа с помощью электронного сканирующего микроскопа JSM-63090LV, дополнительно оснащенного приставкой-анализатором типа РЭМ-100У.

Оценка качества атмосферного воздуха по данным Центра гигиены и эпидемиологии показала, что за анализируемый период практически по всем контролируемым веществам, потенциально опасным для органов дыхания, наблюдались превышения предельных допустимых концентраций: максимальных из разовых замеров – от 4,16 до 10,4 ПДК_{кр.}, максимальных из суточных замеров – от 1,16 до 43,6 ПДК_{с.с.} и среднегодовых – от 1,38 до 2,79 ПДК_{с.с.} (табл. 1).

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ, потенциально опасных для органов дыхания, в атмосферном воздухе селитебной застройки в зоне размещения предприятия по производству глинозема по данным мониторинговых наблюдений (2012-2017 гг.)

Наименование вещества	Концентрация в атмосферном воздухе				
	разовые замеры, доля ПДК _{кр.}		суточные замеры, доля ПДК _{с.с.}		средне-годовая, доля ПДК _{с.с.}
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	
Азота диоксид	0,49	8,40	2,46	30,0	2,30
Алюминий	–	–	0,38	1,16	–
Взвешенные вещества	0,78	10,4	2,72	43,6	2,71
Взвешенные частицы PM ₁₀	0,42	0,40	0,89	0,89	–

Наименование вещества	Концентрация в атмосферном воздухе				
	разовые замеры, доля ПДК _{м.р.}		суточные замеры, доля ПДК _{с.с.}		средне-годовая, доля ПДК _{с.с.}
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	
Взвешенные частицы РМ _{2,5}	0,24	0,63	1,38*	1,38*	1,38*
Сероводород **	0,63	0,63	—	—	—
Серы диоксид	0,17	0,36	1,97*	3,60*	1,85*
Формальдегид	0,40	4,16*	1,98*	20,8*	1,91*
Гидрофторид	0,78	4,93*	3,05	8,25*	2,79*

Примечания: * – значения показателей выше 1 ПДК_{м.р.} или 1 ПДК_{с.с.}; ** – вещества, для которых отсутствует ПДК_{м.р.} или ПДК_{с.с.}

Оценка качества атмосферного воздуха в жилой застройке по данным натурных исследований показала превышение гигиенических нормативов содержания алюминия (до 3,06 ПДК_{с.с.}), марганца (до 1,12 ПДК_{с.с.}), толуола (до 3,04 ПДК_{м.р.}), ксилола (до 4,32 ПДК_{м.р.}), гидрофторидов (до 4,93 ПДК_{м.р.} и до 8,25 ПДК_{с.с.}), взвешенных веществ (до 1,86 ПДК_{м.р.} и до 5,59 ПДК_{с.с.}), взвешенных частиц РМ_{2,5} (до 3,11 ПДК_{с.с.}), взвешенных частиц РМ₁₀ (до 1,78 ПДК_{м.р.} и до 8,92 ПДК_{с.с.}). Обращает на себя внимание стабильное присутствие в атмосферном воздухе ванадия, никеля, хрома (VI) (до 0,03-0,06 ПДК_{с.с.}), меди (до 0,44 ПДК_{с.с.}) (табл.2).

Таблица 2

Содержание загрязняющих веществ, потенциально опасных для органов дыхания, в атмосферном воздухе селитебной застройки в зоне размещения предприятия по производству глинозема по данным натурных исследований (2017 г.)

Наименование вещества	Концентрация в атмосферном воздухе			
	разовые замеры, доля ПДК _{м.р.}		суточные замеры, доля ПДК _{с.с.}	
	Средняя	Максимальная	Средняя	Максимальная
Алюминий**	—	—	0,56	3,06*
Ванадий**	—	—	0,01	0,03
Взвешенные вещества	0,66	1,86*	2,01*	5,59*
Взвешенные частицы РМ ₁₀	0,42	1,78*	2,47*	8,92*
Взвешенные частицы РМ _{2,5}	0,24	0,68	0,90	3,11*
Ксилол	0,21	4,32*	—	—
Марганец	0,03	0,11	0,26	1,12*
Медь	0,07	0,29	0,05	0,44
Никель	0,01	0,01	0,01	0,03
Сероводород **	0,63	0,63	—	—
Толуол **	0,21	3,04*	—	—
Гидрофторид	0,79	4,93*	2,06	8,25*
Хром ⁶⁺ **	—	—	0,05	0,06

Примечания: * – значения показателей выше 1 ПДК_{м.р.} или 1 ПДК_{с.с.}; ** – вещества, для которых отсутствует ПДК_{м.р.} или ПДК_{с.с.}

Средняя концентрация взвешенных частиц PM_{10} в исследованных пробах атмосферного воздуха составила 0,679 мг/м³ (11,3 ПДК_{с.с.}), взвешенных частиц $PM_{2.5}$ – 0,371 мг/м³ (10,6 ПДК_{с.с.}). Морфометрический состав взвешенных частиц представлен преимущественно частицами размером до 2,5 мкм (суммарная доля 41 %) по форме, близкой к призме. В химическом составе частиц преобладают оксиды кремния, алюминия, хрома, марганца, никеля, титана (суммарная доля до 92 %).

Обобщение результатов контроля содержания загрязняющих веществ, входящих в перечень приоритетных потенциально опасных для органов дыхания, в атмосферном воздухе жилой застройки в зоне размещения глиноземного производства показало, что в период 2012-2017 гг. превышены максимальные из разовых и средние из суточных предельно допустимые концентрации следующих примесей: взвешенных веществ (взвешенных частиц $PM_{2.5}$, взвешенных частиц PM_{10}), азота диоксида, серы диоксида, формальдегида, алюминия, гидрофторидов, марганца, толуола, ксилола (до 10,4 ПДК_{м.р.}, до 43,6 ПДК_{с.с.}). Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха в селитебной застройке в зоне размещения предприятия по производству глинозема может выражаться в росте заболеваемости со стороны органов дыхания, что подтверждается повышенной в 1,3–1,8 раза частотой встречаемости заболеваний у детей в виде хронических болезней миндалин и аденоидов (J35), бронхиальной астмы (J45), аллергического ринита неуточненного (J30.4), хронического тонзиллита (J35.0) и ринита (J31.0) относительно показателей у детей, проживающих в жилой застройке с отсутствием размещения данного вида производства ($p=0,0001$).

Литература

1. Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 05.05.2014 г. № 839: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docplayer.ru/42205688> (дата обращения 22.08.2019).
2. The Global Impact of Respiratory Disease – Second Edition: Forum of International Respiratory Societies / Sheffield, European Respiratory Society. 2017. 41 p.
3. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, 2005. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69477> (accessed: 20.11.2019).
4. Health risk assessment of air pollution. General principles, 2016. Available at: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution.-general-principles-2016> (accessed: 29.10.2019).

А.А. Файзуллина, Э.С. Насырова, А.Н. Елизарьев

**ФГБОУ ВО Уфимский государственный авиационный
технический университет**

ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В 2018 Г. НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

В статье рассмотрены виды отходов производства и потребления. Проанализирована динамика образования отходов на территории Республики Башкортостан в 2018 г.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, динамика образования отходов, утилизация.

К отходам производства и потребления относятся вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, проведения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые предназначены для удаления или подлежат устранению.

К производственным отходам относят отходы, поставляемые такими отраслями, как:

- энергетика (после сжигания твердого топлива образуются шлаки);
- черная, цветная металлургия (формовочная земля, масса, содержащая коксовые остатки, шлаки);
- угледобывающая (отвалы, углесодержащие массы)[1];
- деревообрабатывающая (опилки, стружки);
- химическая (жидкие отходы с содержанием в них вредных химических веществ).

К отходам потребления относятся:

- 1.Твердые коммунальные отходы (жилой и нежилой сектор).
- 2.Крупногабаритные материалы –отслужившая свой срок бытовая техника и мебель (холодильники, стиральные машины, газовые плиты, диваны).
3. Автолом.
- 4.Крупногабаритные резиновые отходы (по большей части автопокрышки).
5. Отработанные аккумуляторы.
6. Отработанные ртутные лампы (включая энергосберегающие).
- 7.Электронный лом (радио- и телеаппаратура, как правило, попадающие в твердые коммунальные отходы).

В Республике Башкортостан за 2018 год образовано 1632 видов отходов в количестве 43,95 млн. т. Динамика образования отходов

производства и потребления в 2014-2018 гг. на территории Республики Башкортостан представлена в таблице 1 [2].

Таблица 1

Количество отходов производства и потребления в 2014 – 2018 гг. на территории Республики Башкортостан

Годы	Образовано отходов производства и потребления, млн. т					
	Всего	I класс опасности	II класс опасности	III класс опасности	IV класс опасности	V класс опасности
2014	27,71	0,000	0,008	0,314	1,441	25,917
2015	19,92	0,000	0,008	0,479	0,719	18,717
2016	20,94	0,000	0,006	0,420	0,616	19,897
2017	26,89	0,000	0,000	0,222	0,419	26,247
2018	43,95	0,479	0,479	1,163	0,789	41,997

Как видно из таблицы 1, в период с 2015 года по 2017 количество образовавшихся отходов различных классов опасности увеличилось в несколько раз. Например, объем образования отходов в 2018 году по сравнению с 2017 годом увеличился на 17,06 млн.т. Увеличение объема образования отходов производства и потребления на территории республики произошло из-за увеличения объема добычи полезных ископаемых и развития сельского хозяйства.

Движение отходов на предприятиях, осуществляющих добычу полезных ископаемых на территории Республики Башкортостан в 2018 году, представлено в таблице 2 [2].

Таблица 2

Движение отходов на предприятиях, осуществляющих добычу полезных ископаемых на территории Республики Башкортостан в 2018 году, тыс.т.

Вид добычи	Образовано	Обработано	Утилизировано	Обезвреживание	Размещение на хранение
Полезные ископаемые	39864,068	0,000	6690,913	6,591	17316,131
Декоративный и строительный камень известняк, гипс, мел и сланец	407,513	0,000	0,635	0,000	408,859
Медная руда	20060,637	0,000	3067,724	0,000	16517
Руда и песок драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы)	15205,200	0,000	1200,748	0,000	0,000
Предоставление услуг в области добычи нефти и природного газа	196,718	0,000	164,039	6,591	0,000
Другие	264,011	0,000	0,062	0,000	0,175

Основываясь на данных из таблицы 2, можно сделать вывод о том, что наибольшее количество отходов наблюдается во время добычи полезных ископаемых, а наименьшее в предоставлении услуг в области добычи нефти и газа. При этом различается количество отходов утилизированных и отправленных на хранение. Больше всего отходов утилизируется и отправляется на хранение на предприятиях по добыче полезных ископаемых.

На предприятиях, обобщенных по видам экономической деятельности «обрабатывающие производства», в 2018 году образовалось 2,145 млн. т отходов. Наибольший вклад в образование токсичных отходов вносят: производство химических веществ и продуктов, кокса и нефтепродуктов. Больше всего отходов утилизировано на обрабатывающих производствах, а некоторые производства и вовсе не требуют утилизации, например, производство гранул и порошков из природного камня.

Таким образом, хотя объем отходов, образованных предприятиями обрабатывающих производств, составляет только 4,9 % от общего объема, но данные отходы являются наиболее опасными. К подобным отходам, например, относятся жидкая и твердая хлорорганика. Объем отходов 1 класса опасности, образованных предприятиями обрабатывающих производств, составляет 70% от общего объема образования отходов текущего класса. Из предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых, наибольший вклад в объем образования отходов вносят предприятия горнорудной промышленности. Наблюдается увеличение динамики образования отходов производства и потребления в 2018 г. по сравнению с предыдущими годами в несколько раз.

Литература

1. Вахитов Ю.Ф., Шамсутдинова Л.Р., Зверева Т.И., Акбалина З.Ф., Белан Л.Н. Изучение изменения морфологического состава твердых бытовых отходов в мегаполисе г.Уфе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. №4. С. 63-69.

2. Доклад об экологической ситуации на территории Республики Башкортостан в 2018 году.

А.О. Холуденева, С.Ю. Ефремова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный
технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОМИНЕРАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКОГО ОТХОДА ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье приведено исследование особенностей водоминерально-органического отхода целлюлозно-бумажного производства, рассмотрен технологический процесс производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине, в результате которого образуется отход. Приведены результаты количественного химического анализа водоминерально-органического отхода производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине из макулатуры

Ключевые слова: водоминерально-органический отход, целлюлозно-бумажное производство, макулатура

Современные технологические особенности производства бумаги и картона отличаются проектированием и внедрением систем локальной очистки вод в целях снижения сбросов загрязнений на очистные сооружения. При улавливании органических волокон целлюлозы, а вместе с тем и минеральных компонентов из сточных вод бумагоделательных машин, активно применяется процесс флотации.

Улавливаемая из сточных вод твердая фаза, состоящая из органических волокон и минеральных компонентов и примесей (состав которых определяется в зависимости от технологии производства готовой продукции), именуемая скопом, могла бы быть возвращена в основной цикл производства. Однако, при использовании макулатуры в качестве органического сырья для обеспечения работы бумагоделательной машины, скоп характеризуется наличием большого числа мелких волокон, а так же их обрывков. Это связано с неоднократным насыщением содержащихся в макулатуре целлюлозных волокон водой, а так же дальнейшей переработкой.

В связи с наличием в скопе мелких обрывков волокон, он характеризуется высокой водоудерживающей способностью. В результате этого скоп имеет высокую степень помола в градусах Шоппер-Риглера до 80 °ШР и как следствие, характеризуется плохой обезвоживаемостью.

В связи с вышеизложенным, рециклинг скопа при производстве бумаги и картона может повлечь за собой определенные затруднения в реализации технологического процесса: значительное замедление водоотдачи сырьевой бумажной массы, снижение значений прочности

бумажного листа, увеличение расхода пара в сушильной части, что повлечет за собой снижение производительности бумагоделательных машин в целом.

В связи с этим, целлюлозно-бумажные предприятия, отделенный на локальных очистных сооружениях скоп, не используют повторно в технологических процессах производства бумаги а передают для утилизации.

На рисунке 1 представлен укрупненный фрагмент технологического процесса производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине, где в качестве сырья выступает переработанное вторичное волокно – макулатурная масса. Масса используемого сырья и образования отходов представлена за сутки реализации технологического процесса.

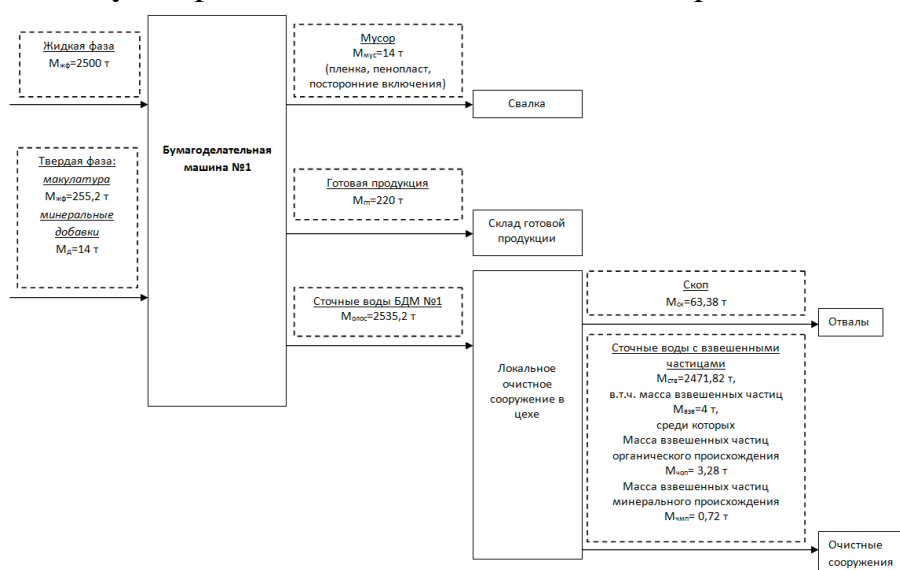


Рис. 1. Укрупненный фрагмент технологического процесса производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине

Согласно данным, приведенным на рисунке 1, можно сделать вывод о том, что за год работы бумагоделательной машины, предназначенной для производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона, образуется около 20 000 т скопа. Определенно, такое значительное количество отходов оказывают негативное влияние на состояние окружающей среды.

Приведем подробное описание рассмотренного в рамках исследования водоминерально-органического отхода производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине из макулатуры.

В исследовании использовались пробы водоминерально-органического отхода, уловленного на локальном очистном сооружении производственного цеха при очистке методом флотации сточных вод

бумагоделательной машины №1 ОАО «Маяк». Согласно Протоколу количественного химического анализа отхода № 1576.516 Филиала «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Пензенской области» Федерального бюджетного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Приволжскому федеральному округу», получены результаты, представленные в табл.

Результаты количественного химического анализа водоминерально-органического отхода производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине из макулатуры

№ п/п	Анализируемые характеристики	Единица измерения	Результат КХА	НД на МИ
1.	рН	ед. рН	7,60	ПНД Ф 16.2.2:2.3:33-02
2.	Массовая доля влаги (вода)	%	68,45	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08
3.	Органическая часть в т.ч.:	%	15,36	ГОСТ 26213-91
4.	Нефтепродукты	мг/кг	54,65	ПНД Ф 16.1:2.21-98
5.	Фенол	мг/кг	0,81	ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05
6.	Формальдегид	мг/кг	1,381	ПНД Ф 16.1:2.3:3.45-05
7.	Минеральная часть (зольность) в т.ч.:	%	16,19	ГОСТ 26213-91
8.	Нитраты	мг/кг	0,55	ПНД Ф 16.1.8-98
9.	Фосфаты	мг/кг	н/об	ПНД Ф 16.1.8-98
10.	Сульфаты	мг/кг	318,15	ПНД Ф 16.1.8-98
11.	Хлориды	мг/кг	107,4	ПНД Ф 16.1.8-98
12.	Хром общий	мг/кг	1,38	ПНД Ф 16.3.24-2000
13.	Цинк	мг/кг	4,07	ПНД Ф 16.3.24-2000
14.	Медь	мг/кг	6,34	ПНД Ф 16.3.24-2000
15.	Никель	мг/кг	1,18	ПНД Ф 16.3.24-2000
16.	Марганец	мг/кг	23,66	ПНД Ф 16.3.24-2000
17.	Железо (общ.)	мг/кг	96,03	ПНД Ф 16.3.24-2000
18.	Свинец	мг/кг	2,70	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02
19.	Кадмий	мг/кг	0,01	ПНД Ф 16.3.24-2000
20.	Ртуть	мг/кг	0,09	ПНД Ф 16.1:2.23-2000
21.	Мышьяк	мг/кг	0,36	ПНД Ф 16.1.2.2.3.17-98
22.	Кальций	мг/кг	45784,51	ПНД Ф 16.3.24-2000
23.	Магний	мг/кг	521,44	ПНД Ф 16.3.24-2000

В связи с тем, что водоминерально-органический отход отделяется на локальных очистных сооружениях целлюлозно-бумажных предприятий из сточных вод бумагоделательной машины, он обладает высокой влажностью (до 90%).

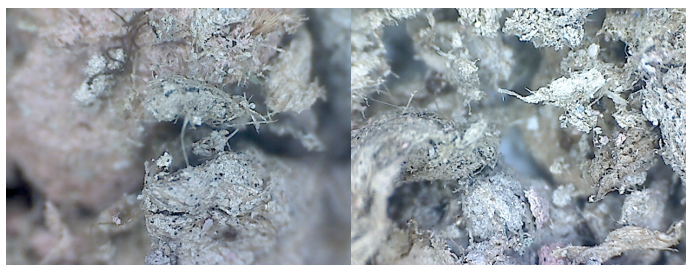


Рис. 2. Общий вид водоминерально-органического отхода производства бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев гофрированного картона на бумагоделательной машине из макулатуры (увеличение на микроскопе x300)

Для того, чтобы рассмотреть возможность снижения негативного воздействия рассмотренным отходам на окружающую среду, необходимо изучить пути обезвоживания скопа с целью дальнейшего использования.

Литература

1. Kholudeneva A. O., Efremova S. Yu. Development of Measures to Reduce the Negative Impact of Sewage Sludge from Pulp and Paper Production, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN:pp. 2277-3878, Volume-8, Issue-3S, October 2019
2. Kholudeneva A. O. The study of the characteristics of electroosmotic porous waste dehydration subject to the influence of the physical model of osmosis and voltage dynamics, Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems pp. 2142-2146 Volume-8, Issue 10, January 2018
3. Kholudeneva A. O. The research of the electroosmotic dehydration features of porous waste taking into account the osmosis physical model influence and the voltage values dynamics, International Journal of Applied Engineering Research, pp. 9842-9845, Volume 11, Issue 19, 2016
4. Ryzhakov, V.V., Kholudeneva A. O. Drying processes of wet materials: Environmental problem and choice of the theoretical, circuitry and experimental directions of their solutions, International Journal of Applied Engineering Research, pp. 4638-4643 Volume 12, Issue 14, 2017

И.И. Шепелев¹, Е.Н. Еськова¹, Е.В. Кирюшин¹, О.В. Пиляева²

¹ Красноярский государственный аграрный университет,

² Ачинский филиал Красноярский государственный аграрный университет

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ШЛАМОХРАНИЛИЩЕ

Для решения экологических проблем в глиноземном производстве были реализованы водоохранные мероприятия и проведена замена технологического оборудования для водоснабжения теплоэлектроцентрали. Внедрение предлагаемых технологических решений обеспечило экологическую безопасность глиноземного производства и снижения воздействия шламохранилища на водные объекты. В результате ввода новых градирен был ликвидирован сброс не очищенных сточных вод с пруда-охладителя, расположенного на шламохранище. Ликвидация выпуска сточных вод позволила снизить сброс загрязненных вод в реку Чулым с 33,5 млн.м³ до 5,4 млн.м³ в год и сократить общий забор чистой воды из реки Чулым на 40,07млн.м³/год.

Ключевые слова: природоохранные мероприятия, шламохранище, реконструкция градирен, экологическая безопасность, система водооборота, сточные воды.

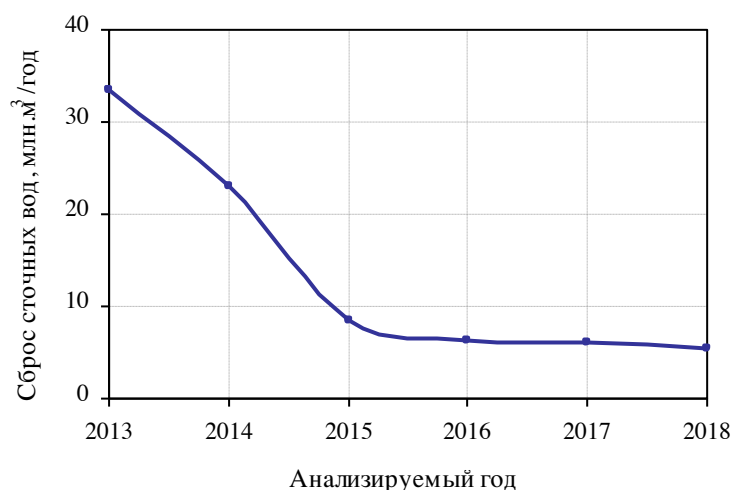
В результате интенсивного развития алюминиевой промышленности увеличивается антропогенное воздействие на окружающую природную среду [1]. При этом глиноземное производство, которое связано с применением высокоэнергетического оборудования, непременно приводит к образованию значительных объемов отходов, при размещении которых на шламохранилищах имеются проблемы с оборотным водоснабжением и загрязнением водных объектов. Решение этих экологических проблем потребовало разработки новых технических решений, которые были успешно реализованы на практике в АО «РУСАЛ Ачинск» [2].

До реализации природоохранных мероприятий охлаждение турбогенераторов теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) проводилось путем направления горячих вод (38-40°С) в пруд-охладитель, находящийся на шламохранилище, после чего охлажденные воды сбрасывались в реку Чулым без очистки. Сточные воды с пруда-охладителя имели щелочную реакцию (рН 9-9,5 ед.) и содержали алюминий, дренировавший из шламовой карты №1, которая была построена в прошлом столетии без защитного экрана. Кроме того, для бесперебойной работы турбогенераторов постоянно проводился забор чистой воды из реки.

В результате проведенной реконструкции энергетического оборудования теплоэлектроцентрали, входящей в состав глиноземного комбината, был исключен сброс не очищенных стоков в открытый водоем. Это стало возможным после замены системы охлаждения и технологии

водоснабжения теплоэнергетического оборудования с применением современных градирен [3, 4]. Для охлаждения сбросных вод ТЭЦ были реконструированы две башенные градирни и была построена новая пяти секционная градирня вентиляторного типа БМГ-2000, вместо аварийно остановленной башенной градирни БГ-1600, которая имела более высокие технические характеристики работы и проведенные ее испытания это подтвердили.

Испытания показали, что тепловая мощность вентиляторной градирни БМГ-2000 в 2,5 раза превышает тепловую мощность башенной БГ-1600. В результате пуска градирни в работу, конденсационная мощность ТЭЦ увеличилась на 45 МВт. Практическая реализация данного экологического мероприятия позволила исключить сброс не очищенных вод в открытый водоем и перевести ТЭЦ комбината на замкнутую систему водооборота. В результате ввода построенных градирен был ликвидирован выпуск сбросных вод ТЭЦ с пруда-охладителя, а сам пруд переоборудован под новую шламовую карту для размещения нефелинового шлама и золошлаковых отходов комбината. Новая шламовая карта была построена по современным технологиям с применением гидроизоляционной полимерной мембраны, исключаяющей воздействие шламохранилища на подземные воды. Ликвидация выпуска сбросных вод ТЭЦ снизила сброс загрязненных вод в реку Чулым с 33,5 млн.м³ в 2013г. до 5,4 млн.м³ в 2017г. (рисунок).



Объем сброса сточных вод в открытый водоем после перевода ТЭЦ АО «РУСАЛ Ачинск» на систему замкнутого водооборота

Для снижения сбросов загрязняющих веществ в открытый водоем одновременно были построены очистные сооружения промливневой канализации, которые также обеспечили возврат очищенных вод в замкнутый водооборот. Общий забор чистой воды из реки Чулым в результате внедрения водоохраных мероприятий к 2017г. сократился на 40,07млн.м³/год.

Решение вышеперечисленных экологических проблем в АО «РУСАЛ Ачинск» привело к значительному снижению воздействия глиноземного производства на природные водные объекты, исключив практически сброс загрязненных стоков в открытый водоем. В настоящее время сброс в водоем носит разовый характер при очистке фильтров насосно-фильтровальной станции и на комбинате продолжаются работы по исключению всех сбросов загрязненных стоков в акваторию реки Чулым.

Литература

1. Сизяков, В.М. Совершенствование технологии получения глинозема и повышение комплексности использования сырья / В.М. Сизяков, Л.Л. Нерославская // Труды ВАМИ. – Л., 1980. – С. 12 – 18.
2. Пихтовников, А.Г. Совершенствование технологии получения глинозема с целью повышения его качественных характеристик / А.Г.Пихтовников, В.И. Аникеев, И.И. Шепелев // Изв. Вузов. Химия и химическая технология, 2005. - №4. - С. 78 – 82.
3. Власова, Е.Р. Системы охлаждения и технологического водоснабжения на ТЭЦ / Е.Р. Власова, Н.В. Комарова, Е.О. Реховская // Молодой ученый, 2016.- №24.- С. 135-137.
4. Семенов И.В. Мониторинг в системе обеспечения экологической безопасности гидротехнических объектов / И.В. Семенов // Гидротехническое строительство, 1998.- №6.- С. 33-40.

О.В. Куликова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовская государственная
юридическая академия»

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ

В статье рассмотрены вопросы правового регулирования охраны и защиты лесов от негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, в том числе образования отходов. Проанализировано понятие экологической безопасности применительно к лесным отношениям.

Ключевые слова: безопасность, экологическая безопасность, безопасность в лесах, загрязнение окружающей среды, загрязняющее вещество, отходы производства и потребления, опасные отходы.

Безопасность в той или иной сфере принято определять на основе требований ФЗ «О безопасности» [1], в котором, к сожалению, отсутствует нормативно закреплённое определение данного понятия. В целях восполнения данного пробела следует обратиться к положениям утратившего силу Закона РФ от 5 марта 1992 года № 2446 – 1 «О безопасности», в котором безопасностью названо состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз [2].

Термин «экологическая безопасность» закреплён в ФЗ «Об охране окружающей среды» [3] и представляет собой состояние защищённости природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

В этом контексте под безопасностью в лесах допустимо понимать состояние защищённости лесов от пожаров, вредных организмов, загрязнения и иного негативного воздействия.

Леса, растительность как компоненты природной среды являются объектами охраны от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности [3].

Загрязнением окружающей среды считается поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение

или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду. При этом загрязняющим веществом признается вещество или смесь веществ и микроорганизмов, которые в количестве и (или) концентрациях, превышающих установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы, оказывают негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье человека [3].

Серьезным загрязнителем лесной среды являются отходы производства и потребления, под которыми понимаются вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления [4].

Особо выделяются опасные отходы, то есть отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека.

Основные требования к обращению с отходами производства и потребления в лесах установлены отдельными нормативными правовыми актами. В частности, запрещается захоронение отходов в границах лесопарковых зон [4], запрещается применение токсичных химических препаратов, не подвергающихся распаду [3]. Юридические и физические лица обязаны выполнять правила производства, хранения, транспортировки и применения химических веществ, используемых в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве, а также принимать меры по предупреждению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности и ликвидации вредных последствий для обеспечения качества окружающей среды [5].

В соответствии со статьей 60.12 Лесного кодекса Российской Федерации при использовании лесов, охране лесов от пожаров, защите, воспроизводстве лесов, в том числе при выполнении лесосечных работ, должны соблюдаться требования по охране окружающей среды от загрязнения и иного негативного воздействия, выполняться меры по охране лесов от загрязнения (в том числе нефтяного, радиоактивного и другого) и иного негативного воздействия, а также должна осуществляться, рекультивация земель, на которых расположены леса и которые подверглись загрязнению и иному негативному воздействию [5].

В целях охраны лесов от радиоактивного загрязнения осуществляется радиационное обследование лесов и устанавливаются зоны их радиоактивного загрязнения. В целях охраны лесов, включая лесные насаждения, лесные почвы, среду обитания объектов животного мира и другие природные объекты в лесах, от нефтяного загрязнения осуществляются мероприятия по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.

Важное значение при рассмотрении вопросов защиты лесов от несанкционированных свалок мусора имеет разъяснение Федерального агентства лесного хозяйства [6].

Очистка лесов от захламления, загрязнения и иного негативного воздействия на сегодняшний день не относится к санитарно-оздоровительным мероприятиям. Поскольку ликвидация несанкционированных свалок, твердых коммунальных отходов на землях лесного фонда не является переданным полномочием Российской Федерации в области лесных отношений финансирование данных мероприятий не может осуществляться за счет средств субвенций из федерального бюджета в силу установленных бюджетным законодательством запретов.

Согласно статье 1 ФЗ «Об охране окружающей среды» к объектам накопленного вреда окружающей среде относятся в том числе территории, на которых выявлен накопленный вред окружающей среде, а также объекты размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде. Согласно пункту 2 статьи 80.2 данного нормативного правового акта организацию работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде вправе осуществлять органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления. В настоящее время Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации разработан проект постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Порядка организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде» [7].

К сожалению, практика загрязнения леса на территории Российской Федерации весьма богата. Приведем несколько фактов. Следователи возбудили уголовное дело по факту обнаружения пяти свалок со ртутьсодержащими отходами в городе Балаково Саратовской области и прилегающем районе. Всего на пяти свалках обнаружено более 2,2 тысячи штук таких ламп и трубок, относящихся к отходам первого класса опасности [8].

Во время экологического рейда в Ухтинском районе представители регионального оператора по обращению с ТКО обнаружили на обширном участке в лесу несанкционированную свалку. Недобросовестные граждане выбрасывали в неположенном месте опасные для окружающей среды ртутные лампы. Место, где была обнаружена опаснейшая свалка энергосберегающих ламп, ранее было выделено под песчаный карьер, но его разработку прекратили, а землю рекультивировали, посадив сотни деревьев [9].

В завершении «крик души» специалистов в сфере обращения с отходами производства и потребления. «Одна батарейка, будучи просто выброшенной, разлагается более 100 лет и загрязняет тяжёлыми металлами около 20 квадратных метров земли. А в лесу — это территория обитания

двух деревьев, двух кротов, одного ёжика и нескольких тысяч дождевых червей!» - разъясняет главный инженер Саратовского филиала АО «Управление отходами» Станислав Ковальский.

Литература

1. О безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ, ред. от 05.10.2015 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108546/ (29.11.19)
2. О безопасности [Электронный ресурс]: закон РФ от 05.03.1992 № 2446 – 1 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376/ (29.11.19)
3. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ, ред. от 26.07.2019 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (29.11.19)
4. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ, ред. от 02.08.2019 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (29.11.19)
5. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ, ред. от 27.12.2018 – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (29.11.19)
6. По вопросу ликвидации несанкционированных свалок мусора с учетом постановлений Конституционного Суда Российской Федерации [Электронный ресурс]: разъяснение Рослесхоза – Режим доступа: URL: <http://rosleshoz.gov.ru> (29.11.19)
7. Об утверждении Порядка организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде [Электронный ресурс]: проект Постановления Правительства РФ – Режим доступа: URL: <http://regulation.gov.ru> (29.11.19)
8. В Саратовской области обнаружили пять свалок ртутных ламп [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ria.ru/20191127> (29.11.19)
9. Сотни ртутных ламп нашли на свалке в лесу Ухтинского района [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://nevnov.ru/> (29.11.19)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ В ОБЛАСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В работе рассматриваются основные термины и определения в области порчи и рекультивации нарушенных земель, содержащиеся в действующих нормативно - правовых актах. Проведен анализ соответствия терминов, касающихся рекультивации земель, выявлены смысловые неточности.

Ключевые слова: деградация земель, нарушенные земли, рекультивация земель, юридическая терминология, нормативные и правовые акты

Рекультивация нарушенных земель представляет собой актуальную задачу современности, и одним из важнейших ее аспектов является правовое регулирование. Необходимо точно определить степень загрязнения, ущерба земельного участка для того, чтобы нарушенные земли прошли полную систему восстановления. Данные понятия закрепляются в 8.6 КоАП РФ, где описывается административная ответственность за самовольное снятие или перемещение плодородного слоя почвы и возложение штрафа на граждан, должностных лиц и юридических лиц, а так же приостановление их предпринимательской деятельности [1].

В связи с актуальность в настоящее время решения данных вопросов, целью нашей работы было исследование понятийного аппарата законодательства Российской Федерации в области рекультивации нарушенных земель и анализ соответствия терминов и определений в различных документах.

Порча земли вредными продуктами хозяйственной или иной деятельности вследствие нарушения правил обращения с опасными химическими или биологическими веществами при их хранении, использовании и транспортировке, повлекшие причинение вреда здоровью человека или окружающей среде, является преступлением согласно статье 254 УК РФ [2] Из судебной практики видно, что суды выносят постановление с учетом степени и масштаба правонарушения. Если это незначительные правонарушения, то виновному выносятся штрафы; если это значительные правонарушения, то помимо штрафа, подсудимого обязывают восстановить ущерб в соответствии со статьей 77 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [3]. При расчете размера ущерба руководствуются, как правило, централизованно утвержденными методиками подсчета и установленными таксами, так и региональными нормами, конкретизирующими положения федерального законодательства, например приказом Минприроды России

от 08.07.2010 № 238 (ред. от 11.07.2018) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» [4]. Но перед судьями, правоохранительными органами и гражданами становится следующий вопрос, как квалифицировать степень порчи земли. В законодательстве нет точных определений, касающихся отравления и загрязнения почв, которые закреплены в статье 254 УК РФ. Из комментариев к статье видно, что под отравлением – понимается насыщение почвы ядохимикатами или ядовитыми (токсичными) продуктами хозяйственной деятельности, в результате чего земля становится опасной для здоровья людей, животных, насекомых, растений и иных организмов, и пользование ею может вызвать их гибель. Под загрязнением понимается физическое, химическое и биологическое изменение качества почвы, которое превышает установленные нормативы вредного воздействия и создает угрозу здоровью человека, состоянию растительного и животного мира [5]. Эти два определения, очень похожие: и в том и другом случае, почва не пригодна для дальнейшего целевого использования, но точных разграничений нет, поскольку в обоих случаях идет химическое загрязнение; так же стоит учитывать, что комментарии к статьям не несут юридической силы.

Очень важно понимать степень загрязнения и деградации почвы, что бы лучше обосновать процесс рекультивации нарушенных земель. Точность и однозначность формулировок и определений в юридической документации крайне важна. В данной работе мы рассматриваем основные определения, касающиеся рекультивации земель, и анализируем, насколько существующая система определений полная, понятна и доступна для судебной ветви власти.

К главенствующему праву человека и гражданина Российской Федерации относится право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о её состоянии. Данное право закреплено в статье 42 Конституции РФ [6]. Одной из важной составляющей окружающей среды является земля. В статье 9 Конституции РФ говорится: Земля и другие природные ресурсы используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории [6].

В пункте 5 статьи 13 ЗК РФ, говорится, что лица, деятельность которых привела к ухудшению качества земель (в том числе в результате их загрязнения, нарушения почвенного слоя), обязаны обеспечить их рекультивацию.

Рекультивация земель представляет собой мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения

почв, восстановления плодородного слоя почвы, создания защитных лесных насаждений [7].

Пункт 6 статьи 13 ЗК РФ дает отсылочные материалы на порядок проведения рекультивации земель установленный Правительством Российской Федерации № 800 от 10 июля 2018 г. [7]. В данном Постановлении утверждены Правила проведения рекультивации и консервации земель [8]. Согласно этим Правилам, рекультивация земель – это мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования, в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений [8].

Определение претерпело ряд изменений и дополнений, так в нем представлено не только восстановление нарушенных земель, но и предотвращение их деградации. Так же в Правилах проведения рекультивации и консервации земель указывается следующее определение: «деградация земель» – ухудшение качества земель в результате негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности, природных и (или) антропогенных факторов. Данное определение указывает, что нарушение земель может наступать не только от антропогенных факторов, но так же еще учитывается и природные факторы. Из определения "нарушенные земли" – земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, не рассматривается позиция о нарушении экологического равновесия. Поэтому на наш взгляд более точное определение должно звучать так: «нарушенные земли» – земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием и/или нарушению экологического состояния территории» (что частично регламентируется пп. 12 п. 5 ст. 27 ЗК РФ, где говорится о нарушении экологического состояния земель).

В Постановлении Правительства № 800 вводится также понятие как консервации земель – мероприятия по уменьшению степени деградации земель, предотвращению их дальнейшей деградации и (или) негативного воздействия нарушенных земель на окружающую среду, осуществляемые при прекращении использования нарушенных земель. Консервация земель проводится в тех случаях, если восстановление должного качества нарушенных земель путем рекультивации невозможно в течение 15 лет.

При рассмотрении ГОСТа Р 57447-2017 о «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения» [9] следует отметить, что в данном документе приводится классификация возможных направлений рекультивации и каждому из них дается подробное

определение. Так, выделяются следующие направления рекультивации земель (не будем каждое из них раскрывать подробно, приведем только основную их суть):

- лесохозяйственное (приведение земель в состояние, пригодное для ведения лесного хозяйства);
- сельскохозяйственное (приведение земель в состояние, пригодное для сельскохозяйственной деятельности);
- водохозяйственное (приведение земель в состояние, пригодное для ведения лесного хозяйства);
- рыбохозяйственное (земли должны быть пригодны для создания водоемов для рыборазведения);
- рекреационное (приведение земель в состояние, пригодное для туризма и отдыха);
- природоохранное (для восстановления благоприятного состояния окружающей среды, сохранения природных ресурсов и поддержания биологического разнообразия);
- санитарно-гигиеническое (работы по консервации земель, восстановление которых экономически неэффективно);
- строительное (приведение земель в состояние, пригодное для строительства);
- консервационное (работы по консервации земель, не поддающихся восстановлению) [9].

Таким образом, анализ основных терминов и определений в области рекультивации земель, содержащиеся в нормативных правовых актах, показал, что в статьях не всегда даются точные определения используемой терминологии, а идут отсылки к отсылочным правовым актам. В некоторых статьях, касающихся загрязнения почвы, мы не нашли определений отравления и загрязнения почвы, что не позволяет точно определить степень деградации загрязненных участков земель. Определения в Правилах проведения рекультивации и консервации земель, имеют удачные формулировки, в частности, таких терминов как «деградация земель», «рекультивации земель». Нами предложен вариант корректировки термина «нарушенные земли».

Необходимость корректировки терминов в области рекультивации земель, которые утверждены действующими нормативными правовыми актами, определяется неоднозначностью судебных решений при возмещении ущерба причиненной окружающей среде: убытки не всегда возмещаются, а если и возмещаются, то не всегда в полном объеме, поскольку нет объективной оценки степени причиненного вреда окружающей среде.

Литература

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.11.2019).
2. Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.11.2019).
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.07.2019).
4. Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 (ред. от 11.07.2018).
5. Комментарии к УК РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ukodeksrf.ru/ch-2/rzd-9/gl-26/st-254-uk-rf>.
6. Конституция Российской Федерации (принятая 12.12.1993) с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ; от 30.12.2008 № 7-ФКЗ; от 05.02.2014 № 2-ФКЗ; от 21.07.2014 № 11-ФКЗ // СЗ РФ. 2014. №31. Ст. 4398.
7. "Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 02.08.2013) // СЗ РФ. 2001. 344. Ст. 4147.
8. Постановление Правительства Российской Федерации № 800 от 10 июля 2018 г. с Правилами проведения рекультивации и консервации земель (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.03.2019).
9. ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения [Электронный документ]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293746/4293746172.htm>.

А.А. Орлов, О.В. Пещерова

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ СВИНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В работе рассматриваются требования российского законодательства при обращении с отходами свиноводческого комплекса. Проведен обзор современной редакции основных нормативно-правовых документов, регулирующих обращение с отходами животноводства. Описаны основные способы обращения со свиным навозом.

Ключевые слова: отходы животноводства, свиной навоз, законодательство, обращение с отходами.

В течение последних лет в Тамбовской области наблюдается положительная динамика роста предприятий перерабатывающей отрасли, в частности животноводческих предприятий, что привело к увеличению доли отходов животноводства в общем объеме отходов, образующихся в регионе. По данным Докладов о состоянии окружающей среды Тамбовской области в 2017 и 2018 году [1,2] доля отходов сельского хозяйства увеличилась с 40,8% (2017 год) до 42,5% (2018 год). В данной работе

рассмотрим правовые аспекты обращения с отходами животноводства, в целях обеспечения экологической безопасности при осуществлении деятельности свиноводческих комплексов.

Основными отходами свиноводческих комплексов являются навозные стоки. Так при поголовье свиней в 370 тыс. голов количество образующегося навоза составляет 432,8 тыс. тонн в год. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов [3] свежий свиной навоз относится к III классу опасности (умеренно опасные), а перепревший – к IV (малоопасные). Несмотря на достаточно низкий класс опасности отходы свиноводства представляют собой большую угрозу для обеспечения экологической безопасности региона. К основным опасностям навозных стоков можно отнести:

1. микробиологическое, бактериальное и паразитарное загрязнение почв и водоемов, угрожающее здоровью человека;
2. загрязнение окружающей среды остатками фармацевтических препаратов, применяемых при содержании животных;
3. выделение в атмосферный воздух аммиака;
4. неприятный запах.

Среди способов обращения с отходами свиноводческих комплексов можно выделить: компостирование, получение жидкого удобрения методом длительного выдерживания, биотермическое обеззараживание, ускоренную ферментацию, анаэробное сбраживание и метод термохимической газификации с получением электрической и тепловой энергии из твердых фракций. Дадим краткую характеристику методам, наиболее часто применяемым в российской и мировой практике.

Самым распространенным является способ получения жидкого удобрения методом длительного выдерживания. Весь навоз со свиноводческого комплекса поступает в лагуну (сооружение, предназначенное для того, чтобы собирать и хранить навоз) и находится там не менее 12 месяцев в целях обеззараживания. После окончания этого срока уплотненный, перепревший навоз перемешивается и посредством труб поступает на поля. Лагуны часто сооружаются за территорией комплекса.

Второй способ обращения со свиным навозом – компостирование. Его суть заключается в том, что навоз укладывают пластами, а затем перестилают соломой, опилками или листьями. Продолжительность компостирования составляет 1-3 месяца без учета предварительной подготовки навозных стоков с целью обеззараживания. Оба способа широко применяются на территории Российской Федерации.

В основе анаэробного сбраживания лежит процесс микробиологической деструкции органической части навоза в анаэробных условиях с последующим биосинтезом метана. В результате из свиного навоза получают жидкое биоудобрение и биогаз, из которого генерируется

электрическая и тепловая энергия. Кроме того анаэробное сбраживание осуществляется без применения специальных препаратов для уничтожения патогенной микрофлоры и семян сорных растений в навозных стоках. Данный способ широко распространен в Западной Европе и практически не применяется в России.

Из описания представленных способов следует, что свиной навоз с одной стороны является отходом, и, следовательно, на него действуют все требования экологического и санитарного законодательства в области обращения с отходами, а с другой – ценным органическим удобрением, и может выступать в качестве сырья для предприятия, к которому также предъявляются санитарные и гигиенические требования в целях обеспечения экологической безопасности.

Основным нормативным документом, устанавливающим ветеринарные нормативы и требования к проектированию систем удаления, транспортировки, хранения и подготовки навоза для дальнейшего использования, является РД АПК 1.10.15.02 – 08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета» [4]. Согласно РД АПК 1.10.15.02 – 08, прежде чем свиной навоз может быть использован как органическое удобрение, он должен быть подвергнут карантинированию, обеззараживанию и деинвазии. Выделяют химические и термические методы обеззараживания, проводимые как в естественных, так и искусственных условиях. Деинвазия осуществляется при помощи химических, физических и биологических методов. При использовании биологического способа деинвазии предусмотрено выдерживание свиного навоза в течение 12 месяцев, что, согласно Федеральному закону от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [5], соответствует понятию «хранение отходов», и, следовательно, необходима организация объектов размещения отходов.

Процесс получения из навоза органического удобрения или биогаза можно назвать утилизацией отходов, а предварительную подготовку с целью обеззараживания и деинвазии – обезвреживанием. Оба вида деятельности согласно российскому законодательству в области обращения с отходами должны быть лицензированы.

Кроме того лагуны и навозохранилища чаще всего расположены за территорией свиноводческих предприятий, а это означает, что транспортировка навоза к объектам хранения осуществляется по общественным дорогам, что также требует получения лицензии.

Таким образом при осуществлении деятельности с навозом на территории предприятий необходимо соблюдать требования законодательства в области обращения с отходами. А именно, для производственных объектов I и II категории опасности, к которым относятся свиноводческие комплексы, следует:

1. разрабатывать паспорт отходов I – IV классов опасности (ст. 14, [5]), а также устанавливать норматив размещения отходов (ПНООЛР) (ст. 18, [5]);

2. лицензировать деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности (ст. 9, [5]);

3. проводить государственную экологическую экспертизу проектной документации объектов размещения и захоронения отходов I – IV классов опасности (ст. 11, [6]);

4. заносить объекты размещения отходов в государственный реестр объектов размещения отходов (ст. 12, [5]);

5. вносить плату за НВОС за размещение отходов (ст. 23, [5]) и т.д.

В июне 2019 года были приняты поправки в Кодекс административных правонарушений (далее КоАП) [7], устанавливающие административные санкции за несоблюдение санитарно-эпидемиологических требований к размещению отходов животноводства, а также требований в области охраны окружающей среды при обращении с данным типом отходов.

Согласно пункту 7 статьи 6.35 КоАП [7] за несоблюдение санитарно-эпидемиологических требований к сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации или обезвреживанию отходов животноводства влечет наложение на юридическое лицо административного штрафа в размере от 450 тыс. до 550 тыс. или приостановление деятельности на срок до 90 суток. Административный штраф за несоблюдение санитарно-эпидемиологических требований к размещению отходов животноводства составляет от 600 тыс. до 800 тыс. (п.10, ст. 6.35, [7]). Кроме того КоАП был дополнен статьей 8.2.3, которая устанавливает административные санкции, налагаемые, в том числе, на юридические лица вследствие нарушений требований охраны окружающей среды.

Таким образом сложность решения проблемы обращения с отходами свиноводческого комплекса заключается в необходимости сочетания практического использования навоза в качестве органического удобрения или сырья для производства биогаза, обеспечения экологической безопасности и обязательного соблюдения требований экологического законодательства.

Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2017 году. – Тамбов, 2018. – 170 с.

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2018 году / Администрация Тамбовской области; Управление по охране окружающей среды и природопользованию Тамбовской области. – Тамбов, 2019. – 209 с.

3. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 N 242 (ред. от 02.11.2018) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/

4. РД АПК 1.10.15.02 – 08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293823/4293823250.pdf>

5. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

6. Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 02.08.2019) «Об экологической экспертизе» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/

7. «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 12.11.2019) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/

О.М. Антонова, С.В. Бобырев

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ФОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОГНОЗА ТОКСИЧНОСТИ
КСЕНОБИОТИКОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЧЕЛОВЕКУ**

Современные инновационные технологии и развитие технических возможностей компьютерного моделирования позволяют создавать адекватные модели загрязнений ксенобиотиками объектов окружающей среды. Использование этих моделей необходимо для разработки экспресс способов прогноза токсикологических характеристик применительно к человеку при реальных путях поступления веществ в организм. Оперативность получения необходимой информации в режиме реального времени, создание баз данных токсичности ксенобиотиков для человека позволят разработать математические модели для конкретного промышленного объекта.

Ключевые слова: математическое компьютерное моделирование, прогноз токсичности, ксенобиотики, загрязнение объектов окружающей среды, экологический мониторинг, экологические риски здоровья

Одной из центральных задач при реализации национального проекта «Экология» является обеспечение экологической безопасности для населения при работе современных производственных комплексов (ПТК) по переработке опасных отходов. Безопасность любого современного производства контролируется эффективным проведением мониторинга окружающей среды за счет использования адекватных и точных экспресс способов контроля возможного влияния токсикантов на состояние различных природных экосистем и методов прогнозирования токсикологических характеристик применительно к человеку. Использование математических компьютерных технологий позволит прогнозировать возможные негативные последствия воздействия высокотоксичных соединений на здоровье населения. Обеспечение быстрого реагирования для принятия адекватного и научно обоснованного решения по предотвращению негативных последствий является в настоящее время актуальным и востребованным в практике.

К настоящему времени в практике исследований используют несколько подходов оценки вероятной токсичности химических веществ [1-5]:

- гипотеза о приблизительно равной чувствительности человека в случае равной чувствительности нескольких видов животных;

- расчет по модельному виду животных, который обосновывается, исходя из близкого метаболизма вещества;
- использование наиболее чувствительного вида животных;
- применение правила «массы тела», в соответствии с которым токсикологическая характеристика удовлетворительно коррелирует с массой биообъекта.

Условно факторы, участвующие в формировании отклика организма на воздействие вещества, делят на две большие группы [2, 4, 6]:

- 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. Поэтому способы экстраполяции токсичности химических веществ применительно к человеку, основанные на описании этих процессов, являются наиболее перспективными в повышении точности и надежности прогноза [4-6].

Наиболее удачными подходами по изучению зависимостей токсикодинамических и токсикокинетических процессов при построении моделей с учетом межвидовых особенностей признаны модели, предложенные Ингом и Детриком [7]. Одновременно отмечается, что широкое использование современных масс-спектрометрических методов исследования позволяет повысить чувствительность количественных методов анализа и выявить существенные внутри- и межвидовые различия токсикокинетики веществ [8, 9].

Апробацию разработанных нами методов прогноза токсичности ксенобиотиков проводили с использованием справочных литературных данных значений токсикометрических параметров для соединений различных классов и их содержания в плазме крови при пероральном пути поступления в организм человека. Сформированная база данных включает информацию о токсичности и фармакокинетике более чем для 200 различных соединений. Использование разработанных моделей позволяет рассчитать величины LD_{50} применительно к человеку с ошибкой предсказания, не превышающей в большинстве случаев от 2 до 3 раз (рисунок 1). С целью уменьшения максимальных отклонений наблюдаемых значений среднесмертельных доз от соответствующих прогнозных величин построены модели прогноза токсикометрических параметров применительно к человеку при пероральном их введении в организм, с учетом класса соединений (таблица). Результаты расчетов данных подтвердили наличие достоверной связи между значениями LD_{50} и токсикокинетическими показателями исследуемых ксенобиотиков. Задача

расчёта концентраций экотоксиканта с использованием компьютерного моделирования в заданных точках пространства атмосферы и гидросферы является основной при разработке метода прогноза токсикологических характеристик применительно к человеку.

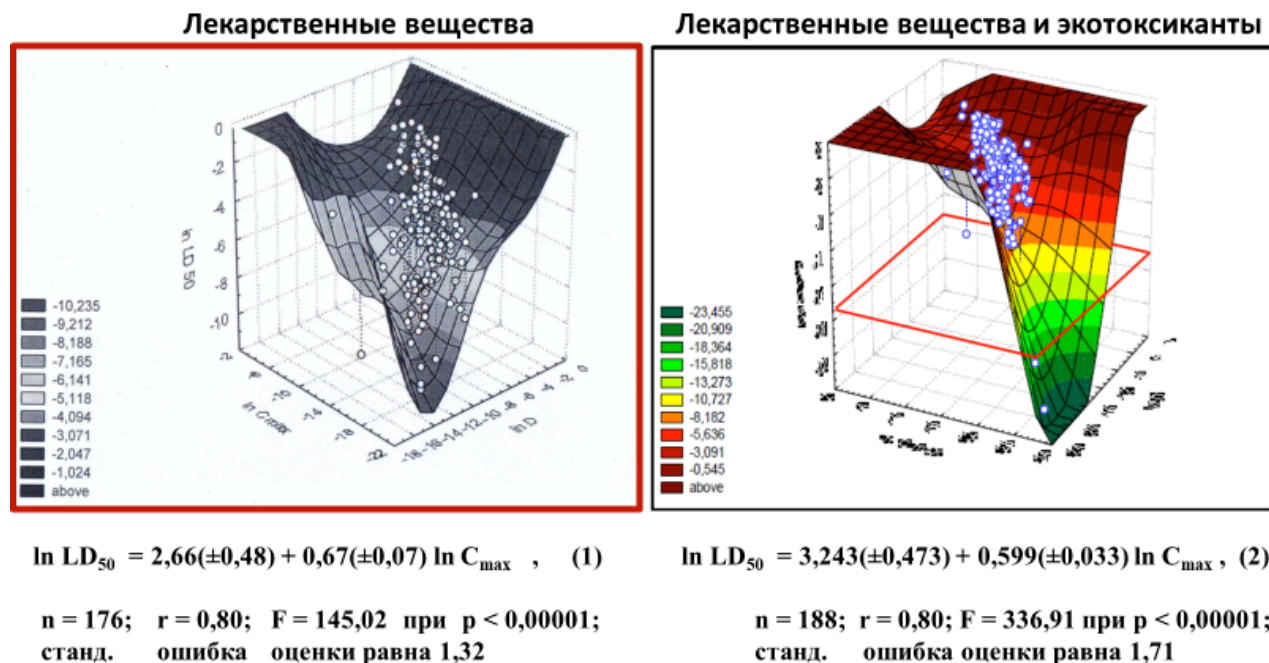


Рис.1, Графическая поверхность зависимости
 $\ln LD_{50}$ от $\ln C_{\max}$ и $\ln D$ ксенобиотиков

Примечание:

1. C_{\max} – максимальная концентрация лекарственного вещества (ЛВ) в крови человека. Значения C_{\max} оцениваются при однократном пероральном воздействии на организм человека дозы (D) ЛВ, обеспечивающего уровень физиологической нормы. Значения C_{\max} и D определены по данным литературы.
2. Значения действующей на организм дозы (D) экотоксиканта ограничены пороговой и минимально токсической дозами.
3. Значения LD_{50} определены по справочным материалам несчастных случаев.
4. Секущая плоскость – результат кластерного анализа, ограничивающая данные по лекарственным препаратам от экотоксикантов.

По значениям концентрации вещества в воздухе и рельефа местности формируют трехмерную область пространства с учетом потока воздушных масс (розы ветров) и температуры в определённый момент времени (краевые или граничные и начальные условия) (рисунок 2).

Концентрация экотоксиканта в результате процессов массопереноса изменяется в пространстве в зависимости от времени. Для определения изменяющихся концентраций вещества в различных точках требуется рассчитать траекторию движения потока воздушных масс от эпицентра к периферии пространства.

Анализ зависимостей смертельных доз ксенобиотиков для человека при пероральном поступлении 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	LD ₅₀ наб / LD ₅₀ прогн	n	r	r ²	F	Станд. ошибка оценки
1	$1/LD_{50} = -0,020 (\pm 0,006) + 0,00052 (\pm 0,00012) V_z + 0,050 (\pm 0,019) 1/C_{max}$, r между V _z и 1/C _{max} равен 0,55	Производные барбитуровой кислоты	Апробарбитал Барбитал Бутабарбитал Метиприлон Пентобарбитал Секобарбитал	72,857 85,710 112,000 198,570 142,000 15,714	151,492 98,649 109,914 71,286 130,685 15,995	0,481 0,869 1,019 2,786 1,086 0,982	6	0,973	0,946	26,275 p<0,012	0,007
2	$1/LD_{50} = 0,0075 (\pm 0,0059) - 0,000016 (\pm 0,000005) V_z + 0,0049 (\pm 0,0013) 1/C_{max}$, r между V _z и 1/C _{max} равен 0,51	Производные хинолина	Гидроксихлороквин Номифензин Папаверин Квинин Метаквалон	180,000 21,429 100,000 85,714 142,857	255,785 23,175 51,730 174,642 121,183	0,704 0,925 1,933 0,491 1,179	5	0,940	0,884	7,615 p<0,116	0,008
3	$1/LD_{50} = 0,0025 (\pm 0,0059) + 0,000082 (\pm 0,000014) V_z + 0,00270 (\pm 0,00018) 1/C_{max}$, r между V _z и 1/C _{max} равен 0,43	Замещенные азотсодержащие гетероциклы	Бромфенирамин Гидроксизин Изониазид Метсуксимид Фенилбутазон	4,500 8,929 200,000 142,850 114,286	4,496 9,034 83,689 87,108 272,926	1,001 0,988 2,389 1,639 0,420	5	0,998	0,995	203,85 p<0,005	0,009

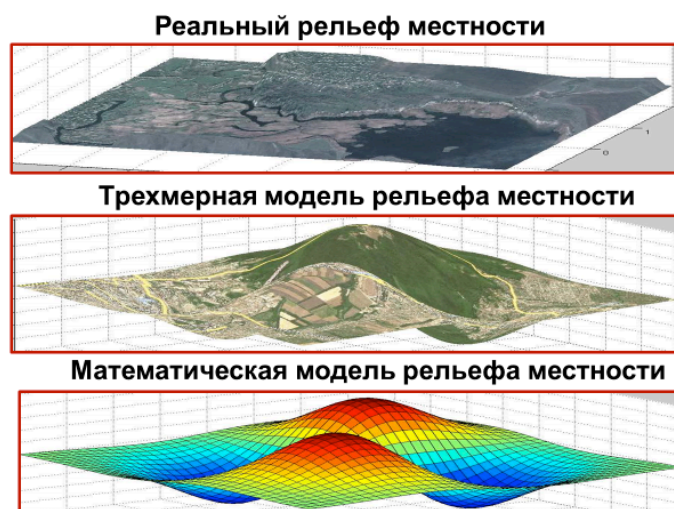


Рис.2. Математические компьютерные имитационные модели, построенные с использованием математической среды MATLAB-FEMLAB

Примечание: Условия построения модели:

1. если переносится вещество, изменяющее удельный вес среды, то определяющим фактором окажется гравитационное поле, включающее центробежные и центростремительные силы при криволинейном движении;

2. если учитывается масса (инерция переносимого вещества), то движение вещества будет отличаться от движения среды. В этом случае возникает взаимодействие вещество-среда типа трения с эффектами поглощения или выделения энергии (возможно с дополнительными температурными эффектами).

3. MATLAB-FEMLAB, позволяет решать уравнения в частных производных (PDE – partial differential equipment) и наглядно отображать решение в графической статике и динамике. Движение частицы в движущейся среде рассматривается в зависимости от их плотности.

Вещество переносится в пространстве (среде) по механизму диффузии или конвекции – вместе со средой. Во втором случае движение может иметь гораздо большую скорость. В большинстве случаев взаимодействие вещества и среды особенно не влияет на движение воздушных масс, что позволяет учитывать в моделях переноса только уравнения, описывающие движения потока воздуха. Последнее определяется факторами температурных и концентрационных градиентов, а также гравитационного поля, в котором происходит массоперенос.

Таким образом, использование современных инновационных технологий и технических возможностей компьютерного моделирования позволяет, используя накопленные данные характеристик токсикантов, разрабатывать адекватные экспресс способы прогноза токсикологических характеристик применительно к человеку с учетом реального пути поступления вещества в организм. Преимуществом таких способов является оперативность, вплоть до получения необходимой информации в режиме реального времени. Полученная информация может быть использована для создания баз данных токсичности ксенобиотиков для человека, и позволит разработать математические модели для конкретного промышленного объекта.

Ценность альтернативных (компьютерных) моделей заключается не столько в их возможности исключения животных из исследований, сколько в анализе максимально полной информации о токсичности соединения по известным токсикологическим характеристикам, полученным для человека, до проведения исследований на животных. Современные альтернативные методы компьютерного моделирования позволяют разработать программы для прогнозирования вероятной токсичности опасных веществ, образующихся в результате деятельности ПТК. Такой подход является особенно ценным при экстренном принятии решений по предотвращению локализации и устранению последствий возможного вредного воздействия на состояние здоровья человека и состояния окружающей среды.

Литература

1. Inhalation studies: foundations and techniques / by Robert F. Phalen.- 2nd ed. 2009 by Infoma Healthcare USA, p. 264.
2. Кармишин А.М. Математические методы фармакологии, токсикологии и радиобиологии: Монография / А.М. Кармишин, В.А. Киреев, Г.И. Березин, Р.В. Афанасьев. 2-ое, перераб. и доп. – М.: ООО «АПР», 2011. 330 с.
3. Рембовский В.Р., Антонова О.М. Способ оценки микросомальной системы печени при действии ксенобиотиков алкилирующего типа: Патент № 2104539 РФ. // БИ. 1998. № 4.
4. Рембовский В.Р., Радилов А.С., Антонова О.М. Экстраполяция экспериментальных данных и прогноз токсичности ксенобиотиков для человека / В кн.: Экспериментальная токсикология / Под ред. Г.А. Сафронова – СПб.: Медкнига «ЭЛБИ-СПб». 2011. С. 226-237.
5. Антонова О.М. Способ ранней диагностики патологических состояний в условиях воздействия на организм физиологически активных веществ, обладающих

генотоксическими свойствами // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т.1, № 1.

6. Рембовский В.Р., Антонова О.М. [и др.] Способ определения вероятной токсичности ксенобиотиков применительно к человеку: Патент №2223493. // Изобретения. Полезные модели. 2004. № 4.

7. Ings R.M.J. Interspecies scaling and comparisons in drug development and toxicokinetics // Xenobiotica. 1990. Vol. 20, № 11. P. 1201-1231.

8. Рембовский В.Р., Антонова О.М. [и др.] Принципы, лежащие в основе новых методов прогноза токсичности ксенобиотиков с использованием данных фармако-, токсикокинетики // Токсикология. 2013. Т.14. С. 552-578. www.Medline.ru

9. Рембовский В.Р., Антонова О.М. [и др.] Способ определения состояния системы микросомального окисления in vivo: Патент № 2227296. // Изобретения. Полезные модели. 2004. № 26.

С.В. Бобырев

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Обсуждены некоторые аспекты представления информации на экологическом интернет-сайте «рекиб4.рф». Рассмотрены методы, позволяющие улучшить доброжелательность данного сайта к пользователям различных групп целевой аудитории.

Ключевые слова: экология, интернет, информация, представление, проблемы

Современные энерго- и ресурсоемкие технологии приводят к повышенному экологическому риску. Интенсификация производства вызывает истощение природных ресурсов вследствие отсутствия у пользователей хозяйственного подхода к природной среде. В настоящее время всё более актуально воспитание у населения грамотного экологического мышления. Особенно необходимо формирование системы экологических знаний у специалистов-производственников. Эта система не самоочевидна: она требует разработки, обоснования и привязки к региональным условиям и политике природопользования. Поэтому экология и природопользование включены в качестве обязательного курса для всех специальностей университетского образования. Одной из наиболее эффективных технологий в настоящее время представляется Глобальная сеть.

В Саратовском государственном техническом университете под научным руководством автора, начиная с 2010 года, разрабатывалась проблема 03В.05 - «Разработка технологий информационной поддержки управления процессами обеспечения безопасности и эффективности (в области природопользования и техногенной безопасности) на основе

распределенных информационно-телекоммуникационных систем с элементами искусственного интеллекта».

Задачи, которые предполагалось решать с помощью данной системы:

- хранение структурированной информации, касающейся экологической обстановки в регионе и экологических процессах
- облегчение непрофессионалам понимания экологических процессов и выработки ими на этой основе рационального экологического поведения
- обеспечение возможности пользователям общаться с представителями властных структур для выработки обоснованных оценок экологической политики государственных структур
- обеспечение общения по интересам пользователей системы между собой.

В рамках разработки данной проблемы автором был создан, выложен в Интернет и до настоящего времени поддерживается сайт «реки64.рф». В процессе разработки сайта был проведён анализ структуры целевой аудитории, охватывающей в основном население Саратовской области.

Для выделения конфликтующих групп людей было предположено, что социально-психологические особенности деятельности человека в природопользовании обусловлены:

- противоречиями между людьми – каждый человек стремится занять в экосистеме свою нишу и это стремление приводит к неуничтожимой конкуренции за «лучшие места»
- противоречиями между человеком и обществом в целом: общество в виде коммерческих и государственных структур стремится использовать ресурсы человека, не предоставляя ему адекватной компенсации. Человек, как правило, не может эффективно бороться с этими структурами.

В результате на природопользовательском поле формируются «группы игроков»:

- Обычный человек, которые особенно не интересуется вопросами экологии – живёт, как трава растёт
- Обычный человек, который активно интересуется вопросам экологии и пытается жить по экологическим законам
- Люди, занимающиеся добычей природных ресурсов, но не перерабатывающие их
- Люди, занимающиеся бизнесом с активным использованием природных ресурсов – переработкой
- Законодательные органы, принимающие экологические законы
- Надзорные органы, следящие за выполнением экологического законодательства

- Исследовательские учреждения, изучающие законы по которым существует экосистема

У игроков в зависимости от мотивации могут формироваться разные типы поведения, которые условно могут быть названы «неэкологичным» и «экологичным».

Можно сформулировать требования к информации, выкладываемой на аналитическом экологическом сайте.

Содержательная часть (контент):

- достоверность – все сообщаемые факты действительно имеют место,
- полнота – информации достаточно для решения задачи с заданной точностью. Важные факты не должны замалчиваться.

Форма представления

- информация понятна тем, для кого она предназначена (целевой аудитории),
- информация привлекает к себе внимание и наиболее важные с точки зрения решаемой задачи факты наиболее обращают на себя внимание целевой аудитории.

Даже при удачном выкладывании информации на сайте, пользователь сайта, как правило, встречается с определёнными проблемами

- сложность отделения достоверной исходной информации (фактов) от недостоверной, (наивность) полученной по ошибке или намеренно сфальсифицированной,
- ложность понимания причинно-следственных связей в экосистеме (безграмотность) и как следствие – невозможность выработки рационального поведения.

Можно предложить следующие пути анализа достоверности информации, размещённой в сети на аналитических экологических сайтах:

- отказ от распространённого заблуждения, что информация, размещённая в интернет, достовернее, чем информация из традиционных источников. Это касается как официальных источников, так и «независимых»,
- проверка достоверности информации путём сравнения её из нескольких источников, особенно альтернативных, конкурирующих друг с другом,
- сравнения её с основными законами природы,
- Сравнения её с процессами, протекающими в других регионах.

Можно предложить следующие пути решения информационных проблем при выкладывании информации в Сети:

- всяческое распространение портативных приборов, позволяющих отдельному человеку измерять показатели состояния экосистемы,

- выкладывание на всеобщий доступ результатов официальных экологических исследований, проводимых на средства налогоплательщика,
- разработка поисково-аналитических систем, позволяющих,
- группировать аналогичные данные из разных источников,
- находить противоречия в аналогичной информации из разных источников,
- Группировать данные из разных источников по виду решаемых задач,
- разработка экспертных систем, позволяющих выдавать приемлемые рекомендации рационального поведения.

Учитывая вышеизложенное, можно реальное население представить следующими группами.

- формирование и проведение экологической политики,
- государственное регулирование экологической политики за счёт распределения ресурсов и концентрации их на важнейших направлениях.
- информационная политика, включающая в себя:
- воспитание населения в духе выполнения текущей экологической политики,
- запрет на информацию, составляющую государственную тайну,
- исключение необоснованных слухов и паники,
- создание положительного имиджа власти как борцов за хорошую экологию.

С учётом вышесказанного, был создан экологический интернет-сайт с информацией об экологической теории вообще и о результатах экологического мониторинга в регионе.

Направления работы с информацией на сайте:

- Выявление информации двойного назначения, подпадающей под законодательство о защите государственной тайны, корпоративной и личной тайны и блокирование возможности появления её на сайте.
- Отделение экспертной информации от побочной – недостоверной, неквалифицированной, демагогической, не относящейся к рассматриваемой теме.
- Удержание обсуждения экологической проблемы на сайте в спокойном и аргументированном стиле и от «забалтывания» её информацией типа спама.

Заключение. Экологический Интернет вступает в новую фазу развития, характеризующуюся активным взаимодействием и противодействием различных групп населения, имеющих различные, во многом непримиримые полностью интересы в сочетании с постоянно

возрастающими возможностями воздействия на окружающую среду. Всё это существенно увеличивает риски в природопользовании.

В этих условиях возрастает социальная ответственность государства, формирующего и реализующего экологическую политику в выработке компромиссных решений, обеспечивающих социальную стабильность

Общественным организациям и отдельным гражданам, необходимо повышать свою экологическую грамотность, чтобы активно и полезно участвовать как в выработке экологической политики, так и в её проведении в жизнь. Участникам экологического Интернета желательно постоянно повышать свою информационную культуру, учитывая, что информация в Интернет не всегда безопасна для них.

Экологические проблемы носят планетарный характер, т.к. природа на Земле не может быть разделена на изолированные зоны, тем более по границам государств. Эффективное управление экологией требует концентрации ресурсов на планетарном уровне, создания единого информационного пространства, контролируемого всем населением Земли

Первый шаг к этому уже сделан – это Интернет и технологии «облачных» информационных пространств. Решение информационных проблем экологии прокладывает путь к созданию нового типа цивилизации – планетарного масштаба.

С.В. Бобырев

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

КОМПЬЮТЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЭКОСИСТЕМОЙ И ОПТИМИЗАЦИИ ЕЁ СОСТОЯНИЯ

Обсуждены некоторые аспекты направления «Экология и природопользование». Обсуждение ведётся с позиции системного интегратора в управлении точным машино-приборостроением, технологии обеспечения качества, надёжности продукции и исследовании физики отказов сложных и ответственных технических устройств и систем.

Ключевые слова: экология, природопользование, проблемы, управление, кадры.

Автор предлагает взгляд на деятельность и проблемы в области экологии и природопользования с позиций системного интегратора ответственного промышленного производства, с задачами обеспечения надёжности и качества ответственной спецтехники.

Направление «*Экология и природопользование*» включает в себя два различных вида деятельности.

Экология – это наука, изучающая законы совместного существования биологических объектов на определённой территории. Главным понятием экологии является «экологическая система», а главной её математической моделью – граф взаимодействия элементов экосистемы

Заметим, что экологи как учёные и исследователи, не занимаются каким-либо улучшением или охраной природы. Конечно, результаты их деятельности должны изучаться, осмысливаться и использоваться теми хозяйствующими и властными структурами, которые занимаются организацией и эксплуатацией природы и природных ресурсов если они действительно хотят достичь декларируемых ими экономических и социальных результатов.

Изначально экологию рассматривали как раздел биологии (БСЭ изд.2). По мере развития всё большее внимание стало обращаться на системные вопросы взаимодействия организмов. Уже в БСЭ изд.3 экология определяется как системная наука, широко использующая методики математического моделирования, системного анализа, кибернетики, искусственного интеллекта, информационных технологий. В настоящее время рассматриваются всё более сложные экологические системы, сложность графов которых нелинейно возрастает, и для которых требуются применение всё более изощрённых методов системного анализа.

Природопользование – другая составляющая направления – имеет совершенно иную природу. Это вид экономической (хозяйственной) деятельности, ведущейся для достижения определённой хозяйственной цели в условиях ограниченных ресурсов. Главным понятием экономики в этом случае является понятие ресурса, а главной математической моделью – граф преобразования ресурсов. Таким образом, природопользование с экономической точки зрения – это процесс преобразования ресурсов.

Именно в задачи природопользования входит добыча полезных ископаемых, охрана природы, уборка и переработка мусора и т.п., хотя это часто ставят в задачи и приписывают экологам.

Последнее время качество хозяйственной деятельности всё больше оценивается по экологическим критериям. При этом определяется, как изменяется состояние экосистемы на территории, где проводится природопользование, в результате этой деятельности. Можно выделить следующие виды таких изменений:

1. экосистема не изменяется (например, в заповеднике);
2. экосистема изменяется в «лучшую» сторону к желаемому состоянию, как его понимает природопользователь;
3. экосистема ухудшается до «допустимых» пределов, как их понимает природопользователь;
4. экосистема полностью уничтожается, но предполагается дальнейшее восстановление до исходного или желаемого состояния, как его понимает природопользователь;

5. экосистема уничтожается без перспективы восстановления.

Классический пример игнорирования экологических критериев при оценке качества природопользования – «улучшение» малых рек. При этом главной задачей «улучшения» выступает предотвращение наводнений и весенних паводков. Методы, используемые при этом, зачастую заключаются в кардинальной расчистке русла. При этом зачастую полностью уничтожается вся речная экосистема.

Кибернетический подход – это когда природопользование рассматривалось как процесс управления с обратными связями. При этом экосистема выступала в качестве объекта управления, природопользователь – в качестве регулятора, а хозяйственная деятельность как управляющее воздействие (факторы).

При этом эффективные методы управления промышленными системами оказываются чрезвычайно привлекательными для использования их в природопользовании как управлении экосистемами.

Рассмотрим, как необходимо действовать для реализации кибернетического подхода к управлению экономической деятельностью на основании экологических критериев эффективности.

Для осуществления процесса управления необходимо:

1. Установить совокупность показателей, по значениям которых судят о состоянии экологической системы и процедуры их определения (измерения).
2. Определить текущее состояние экологической системы (экологический мониторинг).
3. Установить желаемое состояние экологической системы как указание желаемых значений показателей состояния путём выработки их как компромисса между конкурирующими группами природо-пользователей с использованием теории игр.
4. Наложить ограничения на переходный процесс от текущего состояния экологической системы к желаемому.
5. Установить допустимые воздействия на экологическую систему со стороны экономической деятельности.
6. Описать передаточную функцию экологической системы как управляемого объекта.
7. Решить уравнения, описывающие поведение экологической системы под действием хозяйственных управляющих воздействий и внести в контуры управления коррекции, обеспечивающие требуемые управляемость, устойчивость системы и требуемый переходный процесс.
8. Составить граф управляемой экологической системы.

ВЫВОДЫ

1. Развитие экологии в настоящее время идёт, главным образом, в направлении исследования всё более и более сложных систем, что

потребуется привлечения всё более и более изощрённых методов системного анализа теории операций и искусственного интеллекта.

2. Развитие экономики природопользования идёт в направлении привлечения кибернетических методов на основе экологических критериев эффективности управления.

3. Особо охраняемые природные территории – одни из наиболее перспективных объектов на первом этапе в организации управления.

4. Не наблюдается целевой аудитории, которая имея административные ресурсы, активно будет заинтересованно воспринимать идеи, соответствующие первым двум пунктам.

5. Развитие образования в области экологии и природопользования видится в привлечении соответствующих специалистов, имеющих новые идеи создания на их основе новых учебных заведений.

6. Возможно, что развитие экономики природопользования потребует опережающего анализа криминальной ситуации на правовом поле природопользования, возможно с созданием экспертных систем.

С.В. Бобырев

Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.

ОБ АЛГОРИТМАХ АНАЛИЗА И СРАВНЕНИЯ СПЕКТРОВ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГЕОИНФОРМАТИКЕ

В работе рассматриваются подходы к анализу цветовой палитры растровых изображений, представленных в цифровой форме в компьютере. На основании описанных подходов автором разработано программное обеспечение для геоинформационных систем.

Ключевые слова: геоинформатика, растр, изображение, цвет, спектр

Каждый пиксель цветного растрового изображения кодируется на основании цветокарты, представляющей собой матрицу где каждый цвет имеет номер и три уровня основных цветов (обычно это RGB – red, green, blue. Например, [1 0 0] – красный). В матрице – растре изображения указывается номер цвета, который затем расшифровывается по цветокarte (рисунок 1).



Рис. 1. Типовая цветокарта 128 цветов

Просчитав, сколько раз в растровом изображении встречается тот или иной цвет, можно построить частотную зависимость – спектр (рисунок 2).

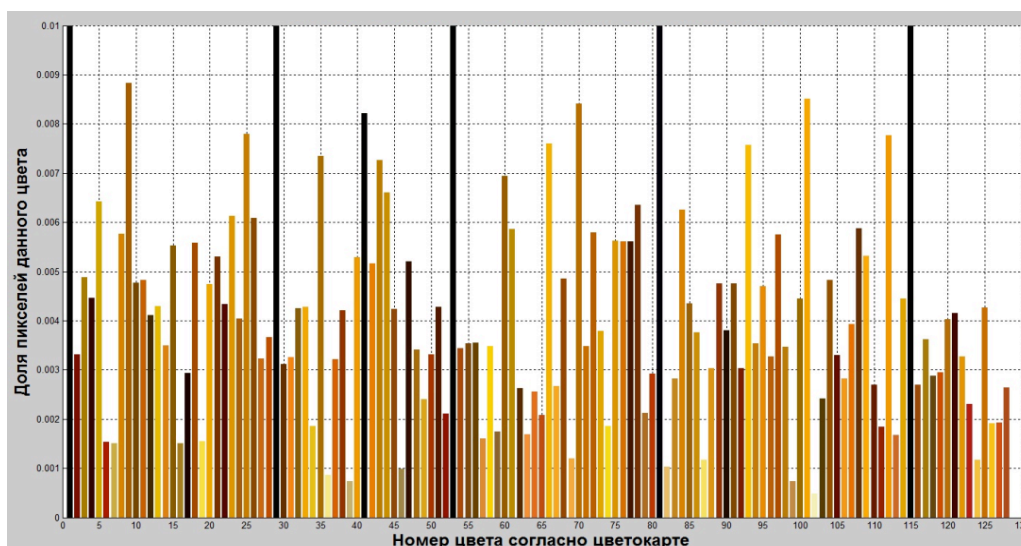


Рис. 2. Спектр исходного растрового изображения

Спектр является важнейшей характеристикой изображения, с него ранее всего начинался анализ изображений при аэро- и космической фотосъемке. Вычисление цветовых спектров изображения на основании цветокарты порождает проблему сравнения спектров.

Рассмотрим, например, изображения и спектры изображений одной и той же местности летом и зимой (рисунок 3), и кленовых листьев, собранных осенью, когда они раскрашиваются самым причудливым образом (рисунок 4).

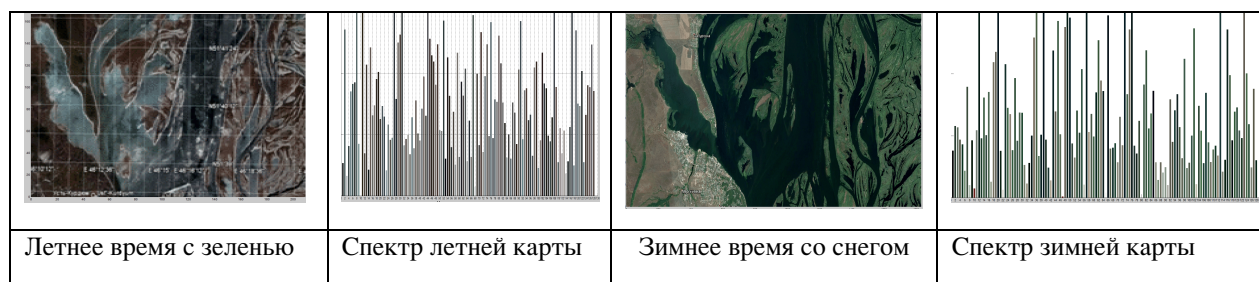


Рисунок 3. Спектры изображений в компьютерных картах геоинформационной системы

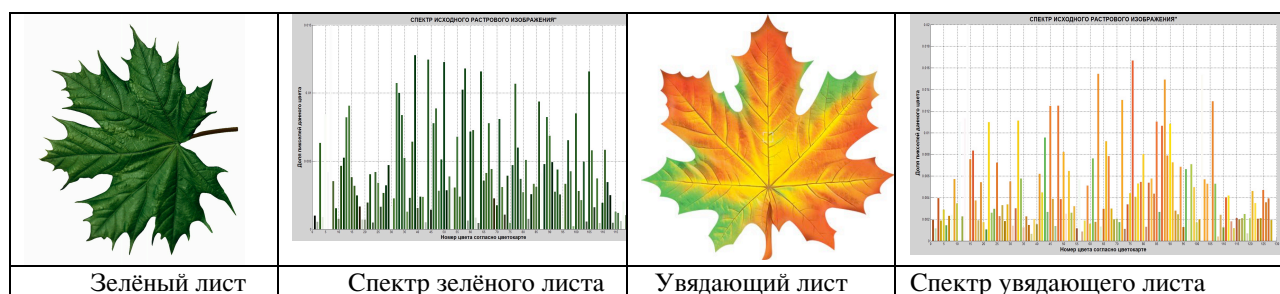


Рисунок 4. Цветовые спектры листьев

Программа, которая вычисляет спектры последовательно сканирует изображение и, встретив, пиксель с новым цветом, заносит этот цвет в цветокарту. Поэтому спектр, основанный на цветокarte, упорядочивает цвета не по длинам волн, а по номерам цветов в цветокarte, что порождает проблему их сравнения. Например, что значит «чуть более зелёный» или насколько поле пожелтело к осени. Необходимо установить критерий, насколько один спектр отстоит от другого и в каком направлении.

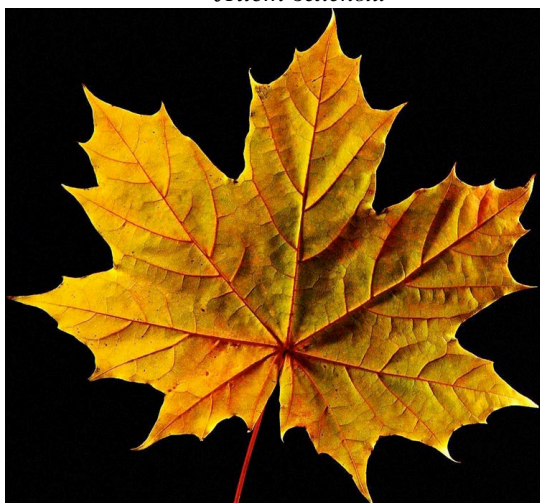
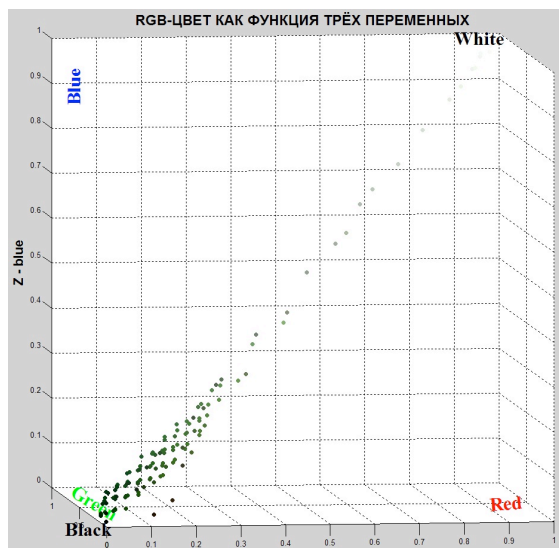
Критерием упорядочения является порядок, в котором цвета располагаются в изображении. Таким образом, если в каком-то изображении взять и перемешать пиксели, то изменятся и их цветокарты и основанные на них спектры. А ведь спектральный состав изображения от перестановки пикселей не должен меняться, если рассматривать спектр, основанный на длине волны.

Проблема упорядочения спектров цветокарты обусловлена тем, что цвет в данном случае является функцией трёх переменных - R,G и B. Такая функция не может быть наглядно представлена в нашем трёхмерном пространстве. Поэтому, кстати, и понадобились инструменты типа «цветового круга» – представить различные сечения цветовой функции при фиксации значения одного из базовых цветов. Во всяком случае, надо рассматривать не одномерное пространство – номер цвета в цветокarte, а уровень каждого из цветов в трёхмерном. При этом оказывается, что каждый из базовых цветов (R G B) изменяется на интервале $[0,1]$, что решает проблему масштаба.

Используем данный подход для наглядного сравнения спектров двух листьев типичных видов – зелёного и увядающего (рисунок 5). В данном случае представим цвета, сформированные при построении цветокарты, в хорошо визуализуемом 3-мерном пространстве R-G-B, в котором спектры естественным образом упорядочиваются при их одновременном расположении в одних осях (рисунок 6). При этом переход от чёрного цвета $[0,0,0]$ в белый $[1,1,1]$ отображается прямой линией, проходящей через начало координат и точку $1,1,1$. При таком подходе взаимное расположение спектров хорошо иллюстрируется и различие их может быть представлено как, например, декартово расстояние. При этом речь идёт о том, что меняется не свойство одного и того же цвета, например амплитуда, а именно сам цвет как совокупность базовых цветов.



Лист зелёный



Лист увядающий

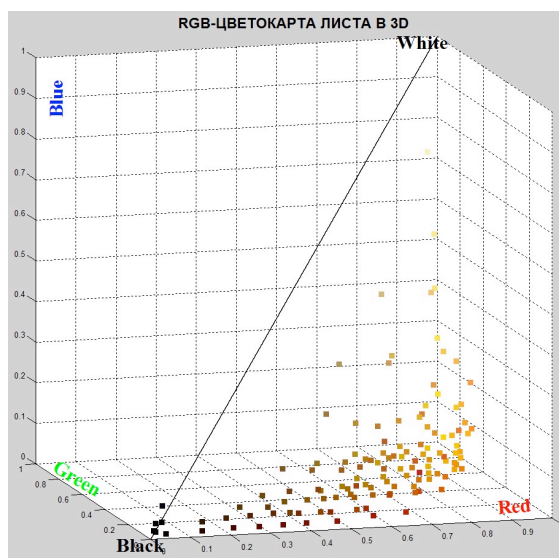


Рисунок 5. 3D-спектры зелёного (слева) и увядающего (справа) листьев
Результат работы программы распечатки палитры цветов в абсолютной системе координат как функции трёх переменных

Можно определить, например, самый приятный цвет самый часто встречающийся цвет, самый поглощаемый и т.п. Для более наглядного представления взаимного положения спектров можно представить их в 2-мерных сечениях, например, R-G, R-B, G-B. На рисунке 6 представлено взаимное расположение спектров уже привычных нам объектов – зелёного и увядающего листьев. Хорошо видно и количественно определяемо, что по мере увядания спектр смещается в хорошо выделяемую область R-G-B пространства.

На основании описанного подхода в среде MATLAB разработано программное обеспечение, позволяющее формировать, обрабатывать и сравнивать спектры по широкому классу алгоритмов, адаптированных к конкретным задачам геоинформатики.

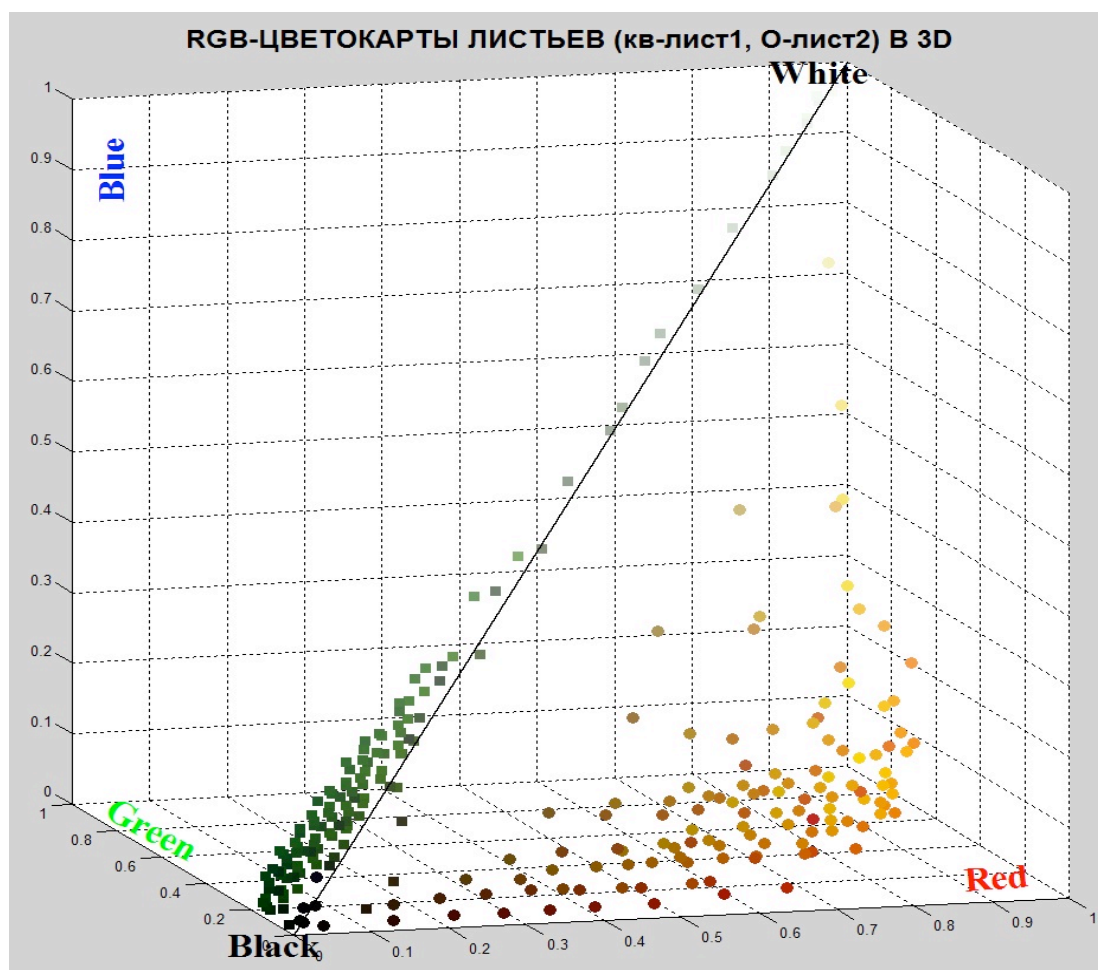


Рис. 6. Совмещённая визуализация 3D-спектров зелёного и жёлтого листьев в единой системе координат

Работы эти могут быть легко автоматизированы, например, получение исходных растровых изображений в геоинформатике и экологии.

Глухов А.Т., Ротачкова И.Р.

Саратовский государственный технический университет
имени Ю.А. Гагарина

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ – ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Экологическая безопасность и высокое качество жизни в городе – принципиальные требования градостроительной концепции. Динамика строительного процесса и антропогенное влияние на окружающую среду может быть установлена путем экологического мониторинга и повторного лазерного сканирования, результатом которых является создание картографической основы. Это дает наглядную

интерпретацию динамических изменений в технологии строительного производства и экологических факторов в пространстве и во времени.

Ключевые слова: строительный процесс, экологический мониторинг, лазерное сканирование, картографическая основа, природные процессы, антропогенные факторы, ГИС-технология.

Городские жители определяют вероятностное пространство городской территории, которое состоит из зданий, сооружений, абсолютной и относительной длины улиц, их ориентации в пространстве, транспортных развязок, площадей закрытых асфальтом, парковых и зеленых зон. Природные процессы, происходящие во времени, являются случайными. Здесь действует взаимное проникновение антропогенных и природных факторов, которые формируют соответствующее синергетическое пространство. Это пространство природных и антропогенных процессов, накладываясь друг на друга, формируют среду обитания городских жителей: человека, домашних и уличных животных (кошек, собак, птиц). Взаимное проникновение антропогенных и природных процессов зависит, в том числе, от расположения функциональных зон в городе. Все процессы антропогенного влияния на природную среду города можно разделить на следующие виды [1, 4]:

4. Разрушительного (деструктивного) осознанного и/или неосознанного действия. Приводят к ухудшению качества среды обитания.

5. Стабилизирующего осознанного действия с целью остановить (приостановить) негативный антропогенный процесс.

6. Конструктивного осознанного действия с целью предотвратить негативный антропогенный процесс разрушения природной среды.

Для проектирования нового строительства при реконструкции городской застройки и объектов инфраструктуры необходимо отслеживать динамику закономерностей взаимного проникновения природных и антропогенных процессов. Эти закономерности могут изменяться от деструктивных процессов к процессам, стабилизирующим и далее к процессам, предотвращающим разрушение природной среды. Появляется необходимость установить вид антропогенного влияния.

Такую стратегию мониторинга осуществляют путем создания картографической основы, на которую наносят зафиксированные элементы технологии строительного процесса и экологических факторов. Это дает наглядную интерпретацию элементов мониторинга, динамику изменений которых можно отследить как в пространстве, так и во времени. Переход картографии на цифровые методы [2] или на геоинформационные системы (ГИС) расширил возможность применения крупномасштабных карт в виде цифровых (ЦММ) и математических моделей местности (МММ). Их используют для обобщения данных о свойствах окружающей среды, анализа данных технологии строительного производства и визуализации результатов.

Особенности геоэкологического картографирования применительно к конкретным природным факторам заключаются в следующем [1, 2, 4]:

1. Создание тематических карт и их функциональное назначение:

- Географическая привязка материалов лазерного сканирования (рис. 1) и аэрокосмических съемок (рис. 2) территории при обработке средствами ГИС;
- Основной источник информации об экологических природно-охранных, оценочных и т.д. факторах;
- Источник информации о технологических процессах строительства и авторском контроле соответствия проекту;



Рис. 1. Лазерное сканирование территории:

а) настройка; б) при строительстве путепровода; в) скан (облако точек)

2. Воздушно-космические снимки (см. рис.2), преобразованные в экологические карты для обоснования и проектирования инвестиционного процесса.

3. Геоэкологические карты в градостроительном проектировании, которые объединяют в два блока: инвентаризационные составляют в крупном масштабе и интегральные в мелком. Инвентаризационные карты и используют для градостроительного проектирования. Интегральные карты содержат конструктивные рекомендации по решению экологических проблем городских территорий и отражают суть эколого-градостроительного проектирования.

Создание цифровых и далее математических моделей местности осуществляют путем сканирования исследуемой местности лазерным сканером (рисунок 1 а.) [3]. Результатом сканирования являются трехмерные координаты элементов ситуации и рельефа на всей территории объекта. Главным преимуществом метода является получение качественной съемки или измерительной информации при неограниченном времени ее хранения. Применяются три вида съемочных работ: наземное, воздушное и космическое лазерное сканирование. Наземное сканирование (рисунок 1 б) позволяет получать планы местности высокого уровня детализации, а также создавать трехмерные модели объектов.

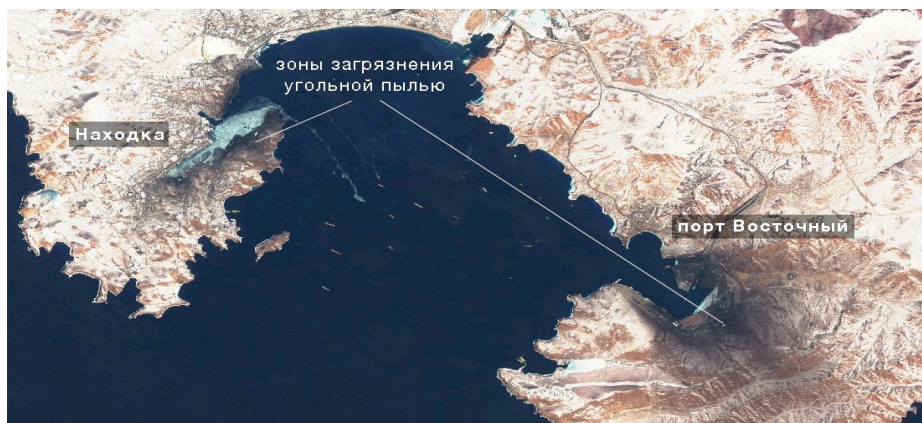


Рис. 2. Космический снимок (экологическая карта) порта Находка для анализа и обоснования инвестиционного процесса и при формировании стратегии градостроительного прогноза

При воздушном сканировании лазерный сканер размещают на воздушном судне. При космическом сканировании на спутнике Земли.

Принцип работы лазерного сканера [3] заключается в измерении расстояния до сканируемого объекта. Излучается пучок лазерных лучей, которые отражаясь от измеряемой поверхности, возвращаются обратно к сканеру. Вычисляются расстояния до точек объекта, от которых отразился лазерный луч. Используется время прохождения луча туда и обратно или разность фаз (волн) испускаемых и отражённых лучей. При скорости света триста тысяч километров в секунду максимальная скорость работы сканера ограничена лишь мощностью процессора и производительностью встроенного программного обеспечения по вычислению этих величин. Современные наземные лазерные сканеры способны производить до миллиона измерений в секунду.

В соответствии с заданной программой вращающаяся призма распределяет световой пучок в вертикальной плоскости, с заранее заданным шагом, например, 0,1 градуса. С помощью сервопривода прибор поворачивается по горизонтали на тот же заданный угол. То есть, лазерные лучи покрывают сектор сканирования в двух плоскостях. Измеренное расстояние является третьим измерением. Таким образом, получается трёхмерный охват или облако точек (рис.1 в). Шаг луча и сервопривода определяют «плотность сканирования», которая может составлять до нескольких десятков точек (попаданий луча) на 1 квадратный сантиметр поверхности.

Метод мониторинга процесса строительства с учетом экологических факторов путем применения ГИС-технологий становится необходимым в городской экологической политике, основными направлениями которого являются [2,4]:

- Организация государственной системы лазерного мониторинга;
- Подчинение ведомственных наблюдений единым критериям;

- Полное и равномерное покрытие территории города сетью станций лазерного сканирования;
- Экологическое нормирование критериев лазерного мониторинга;
- Применение ГИС-технологий для анализа динамики технологии строительства и экологических процессов.
- Применение ГИС-технологий для экономического и технического обоснования проектных решений.

Литература

6. Глухов А.Т. Транспортная планировка, землеустройство и экологический мониторинг городов: Учебное пособие. / А.Т. Глухов, А.Н. Васильев, О.А. Гусева // – СПб.: Издательство “Лань”, 2019. – 324 с.
7. Куролап С.А. Мониторинг экологического состояния городской среды с применением геоинформационных технологий. / С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Междунар. науч.-практич. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, 2017. Ч. II. С. 39-43.
8. Наземное лазерное сканирование. Режим доступа: <http://www.souzgiprozem.ru/tehnologii-nazemnoe-lazernoe-skanirovanie.html>
9. Экологические принципы градостроительной системы. Режим доступа: <https://www.webkursovik.ru/kartgotrab.asp?id=-97147>

Н.В. Дорофеев, А.В. Греченева, Р.В. Романов, А.А. Быков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ МОНИТОРИНГА САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В работе описывается проблема оценки санитарного и технического состояния централизованных и нецентрализованных систем водоснабжения, предлагаются методы решения описанной проблемы на основе информационных технологий. Предварительную обработку, анализ и прогнозирование изменения санитарно-технического состояния систем водоснабжения предлагается осуществлять на основе технологий обработки больших массивов данных в условиях разнородности, нехватки и потери данных: методы DataMining, машинного обучения на основе искусственных нейронных сетей и методы прогнозной аналитики.

Ключевые слова: мониторинг, системы водоснабжения, контроль качества, прогнозирование.

Результаты мировой и национальной политики, а так же исторические факты подтверждают важность и ценность питьевой воды, по экономическим и стратегическим показателям, выходящей на первые места, опережая нефть и полезные ископаемые. Сложность организации автоматизированного санитарно-технического мониторинга систем централизованного и нецентрализованного водоснабжения заключается в необходимости контроля и учета множества факторов: от гидрогеологических (режим подземных и поверхностных вод, наличие растворимых пород) до технических (различные типы сред, сложность структуры коммуникационной сети, ограниченный доступом к коммуникациям, стоимостью и сложностью технической реализации системы сбора показателей, не постоянство сбора и пропуск данных и др.). Особую значимость приобретает необходимость получения краткосрочных и долгосрочных прогнозных оценок возможных последствий ухудшения качества воды и технического состояния системы водоснабжения. Так же, наиболее значимый из вопросов - это длительное влияние качества питьевой воды на здоровье населения [1-3].

В настоящее время существует значительное количество работ, посвящённых вопросам организации контроля и мониторинга водных ресурсов в специализированных интеллектуальных геоинформационных системах. Вопросам интеграции местных, региональных, национальных и международных данных в ГИС, а также интеллектуальному управлению водными ресурсами посвящены работы отечественных и зарубежных ученых. Однако, не смотря на большую методологическую проработанность, на практике из-за высокой стоимости организации централизованного интеллектуального мониторинга контроль за водными ресурсами не проводится на должном уровне. В настоящее время практически не используются элементы искусственного интеллекта (в том числе – машинное обучение) для анализа систем водоснабжения, прогнозирования спроса на воду, автоматизированного контроля за растратой воды. Некоторые работы проводятся не на должном уровне без использования всех возможностей современных технологий, которые позволяют анализировать большие объемы данных. Интеллектуальный анализ больших данных дает возможность осуществлять поиск оптимальных решений для уравнивания производительности и надежности систем водоснабжения, а также может предотвращать спровоцированные человеком аварии, такие как внезапное падение качества воды, которое может оставаться скрытым до полного проявления последствий.

Таким образом задача разработки новых подходов, метод, алгоритмов и моделей для прогнозирования, локализации и предупреждения ухудшения негативного изменения состояния воды и коммуникаций на основе получаемых данных по ограниченному набору регистрируемых данных является актуальной. Необходима разработка эффективных

информационно-аналитических средств санитарно-технического мониторинга систем водоснабжения, выявления рисков бактериологического заражения населения, длительного влияния на него химического состава воды и появления технических аварий в системах водоснабжения [4-9].

Для решения поставленной задачи предлагается структура информационной обработки данных мониторинга. В рамках разработанной структуры прогнозирование показателей здоровья населения на базе прогнозных оценок показателей качества воды в системе водоснабжения и состояния её коммуникаций осуществляется с применением алгоритмов согласования данных информационно-аналитической системы с ГИС системами, коммунальными службами, органами статистики, медицинскими учреждениями и МЧС.

Для обогащения данных предлагается привлекаться дополнительные данные, собираемые из открытых источников (данные о частоте поисковых запросов в сети интернет, климатические данные, отчетные открытые данные медицинских организаций и компаний по продаже сантехнического оборудования и т.п.).

Локализация места ухудшения санитарно-технического состояния систем водоснабжения осуществляется на основе пространственно-временной обработки данных ключевых точек контроля и структуры системы водоснабжения. В этом случае по тренду значений показателей качества воды возможно провести прогноз ухудшения технического состояния системы водоснабжения и локализовать место ухудшения.

Формирование гибко настраиваемых моделей "гидрогеологическая среда - система водоснабжения - потребители" предлагается использовать модульный подход с алгоритмами синтеза модели на основе сверточных нейросетевых подходов. При таком подходе модель будет отражать факторы оказывающие влияние на режим водопотребления с точки зрения сезонности и типа потребителей, гидрологического режима местности, планируемых ремонтно-профилактических работ. Адаптация модели будет осуществляться на основе базовой модели (набора базовых моделей), которые однозначно отражают один класс систем водоснабжения (с общей спецификой).

Литература

1. Куприяновский В.П., Щичко А.С., Намиот Д.Е., Куприяновская Ю.В. "Разумная вода": Интегрированное управление водными ресурсами на базе smart-технологий и моделей для умных // International Journal of Open Information Technologies. 2016. №4;
2. Петина М. А. Использование геоинформационных технологий в системах поддержки принятия решений при управлении водными ресурсами (на примере

Белгородской области) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2010. №21 (92).

3.Алексеев В. В., Гридина Е. Г., Куракина Н. И., Минина А. А. Система оценки качества водных объектов по комплексу гидробиологических показателей на геоинформационной основе // НиКа. 2006. №.

4.Павлов С. В., Гизатуллин А. Р., Шкундина Р. А. Применение ГИС-технологий для мониторинга состояния водных объектов в зоне проведения Олимпиады Сочи-2014 (на примере ИС «ОлимпВода») // Материалы XV конференции пользователей ESRI в России и странах СНГ, Москва [Электронный ресурс] 1 электрон. опт. диск. 2009. 6

5.David R Maidment (Editor), Scott Morehouse (Foreword). Arc Hydro: GIS for Water Resources 3rd Edition // Esri Press; 3rd edition (August 1, 2002).

6.Martin P., LeBoeuf E., Dobbins J., Daniel E., Abkowitz M. Interfacing GIS with Water Resource Models: A State-of-the-Art Review. JAWRA Journal of the American Water Resources Association 2007. 41. 1471 - 1487. 10.1111/j.1752-1688.2005.tb03813.x.

7.Syromyatnikov, D.A., Pyatkina, D.A., Kondratenko, L.N., Krivolapov, S.I., Stepanova, D.I. Big data analysis for studying water supply and sanitation coverage in cities (Russia) (2019) Espacios, 40 (27), 14 p

8.Mirshafiei, P.; Sadeghi-Niaraki, A.; Shakeri, M.; Choi, S.-M. Geospatial Information System-Based Modeling Approach for Leakage Management in Urban Water Distribution Networks. Water 2019, 11, 1736.

9.Chalh R., Bakkoury Z., Ouazar D., Hasnaoui M. D. "Big data open platform for water resources management," 2015 International Conference on Cloud Technologies and Applications (CloudTech), Marrakech, 2015, pp. 1-8. doi: 10.1109/CloudTech.2015.7336964

10. Lee S., Hyun Y., Lee M.-J Groundwater Potential Mapping Using Data Mining Models of Big Data Analysis in Goyang-si, (2019) South Korea. Sustainability. 11. 1678. 10.3390/su11061678.

А.И. Купцов, Ф.М. Гимранов

**ФГБОУ «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»**

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОН С ПРЕВЫШЕНИЕМ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В СЛУЧАЕ ВЫБРОСА ОПАСНОГО ГАЗА ЧЕРЕЗ СВЕЧУ РАССЕЙВАНИЯ

Разработана база данных для прогнозирования размеров зон с превышением допустимых концентраций (ПДК) в случае выброса опасного газа через свечу рассеивания.

Ключевые слова: свеча рассеивания, выброс газа, ПДК, опасный газ

В случае возникновения чрезвычайной ситуации на промышленных предприятиях предусматриваются системы экстренного опорожнения технологического оборудования. В настоящее время, действующими нормативными документами, допускается залповый выброс легкого газа через свечу рассеивания (выбросную трубу) непосредственно в атмосферу.

Необходимо также отметить, что выбросы в атмосферу могут являться регламентированной процедурой, проводимой для опорожнения технологического оборудования и трубопроводов перед плановыми ремонтными работами.

Анализ происшедших аварий на ряде предприятий [1,2] и экспериментальных данных по выбросам природного газа [3] показал, что подобные процедуры выброса газа со свечи рассеивания, могут приводить к загрязнению окружающей среды, приводить к образованию зон с превышением предельно допустимых, токсичных и взрывоопасных концентраций. Возникает проблема прогнозирования вероятных размеров зон, внутри которых, концентрация выброшенного газа выше ПДК. Опасное выброшенное газозоудушное облако может распространяться не только в пределах предприятия, но и по селитебной зоне, и при рассмотрении наиболее худшего сценария, может достичь жилой застройки.

Следовательно, на предприятиях возникает необходимость прогнозирования пространственно-временного распространения газозоудушной смеси, образованной в результате выброса, с учетом метеоусловий (класс устойчивости атмосферы, скорость ветра), а также с учетом конструкционных и режимных параметров источников выброса (свечи рассеивания). Данная процедура прогнозирования может сопровождаться недостатком по времени, когда при чрезвычайной ситуации необходимо принимать оперативное решение о выбросе газа, но с учетом безопасных последствий его рассеивания и распространения по территории предприятия и селитебной зоны в дальнейшем.

В настоящее время для прогнозирования экологически негативных последствий, связанных с распространением газа в атмосфере, активно применяются физико-математические модели, основанные на технологии численного моделирования CFD (computational fluid dynamics), заложенные в вычислительные программные комплексы. Одним из таких программных комплексов является многоцелевой пакет Fluent [4].

Физико-математическая модель, для прогнозирования размеров зон с превышением предельно допустимых концентраций в случае выброса опасного газа через свечу рассеивания, базируется на совместном решении классических уравнений газодинамики [5].

Предложенная физико-математическая модель позволяет учесть изменение параметров атмосферы по времени [6] и реализовать прогнозирование нестационарных выбросов.

Однако существует проблема - время достоверного расчета варианта чрезвычайной ситуации, как правило, достигает нескольких суток, что неприемлемо при оперативной оценке последствий выбросов опасного газа через свечу рассеивания.

В связи с этим, для прогнозирования размеров зон с превышением ПДК авторами заранее проведены расчеты опасных газов (аммиак, этилен, метан). Результаты расчетов заложены в специальную базу данных.

Обращение к базе данных позволяет оперативно за кратчайшее время спрогнозировать размеры вероятных зон с превышением ПДК, тем самым оценить обстановку возможности выброса опасного газа через свечу рассеивания.

Таким образом, целесообразно заранее осуществлять численное моделирование сценариев возможного выброса опасного газа, создавать на основе расчетов базу данных и при решении выброса мгновенно получать искомые данные размеров вероятных зон с превышением ПДК.

Литература

1. Информационная бюллетень Ростехнадзора. Информация о групповых несчастных случаях и случаях со смертельным исходом за 8 месяцев 2007 г. URL: http://ib.safety.ru/assets/pdf/Bull_32/Bull_32_32-41.pdf
2. Завгороднев А. В., Мельников А.В., Сафонов В.С. Проблема обеспечения безопасности сброса газа в атмосферу на объектах транспортирования и хранения природного газа // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – №11. – С. 66-71.
3. Результаты исследований рассеивания в атмосфере организованных нестационарных выбросов газа на объектах газотранспортных предприятий /А.В. Завгороднев [и др.] // ТЕРРИТОРИЯ НЕФТЕГАЗ. 2011. № 12. С. 90-97.
4. Fluent Inc. Fluent 6.3. User's Guide, Lebanon, 2006
5. Купцов А.И., Акберов Р.Р., Гимранов Ф.М. Developing of computer program using CFD results for predicting propagation of hazardous gases released through vent stacks to the atmosphere // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – №11. – С. 140-144.
6. Купцов А.И., Акберов Р.Р., Гимранов Ф.М. Влияние метеоусловий на динамику рассеивания опасного газа, сбрасываемого через технологические свечи // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – № 4. – С. 171-177.

Авторский указатель

Абжалелов Б.Б.	130	Иванов Д.Е.	64	Опекунова М.Г.	77,
Александров Д.В.	3	Иванов М.А.	92		81
Александрова С.М.	21	Ильина Н.А.	21	Орлов А.А.	200
Алексеев В.А.	7	Калиничева З.С.	144	Петров Б.А.	164
Андронников В.В.	11	Кашипова А.Р.	148	Петров С.Б.	164
Антонова О.М.	205	Кирюшин Е.В.	189	Пещерова О.В.	200
Атаманова О.В.	167	Клочков Е.А.	144	Пиляева О.В.	189
	15,	Козлов А.В.	144	Подольский А.Л.	167
Ахмадиев Г.М.	18	Колесников В.А.	60	Потапова С.О.	120
Ашихмина Т.Я.	110	Кольдибекова Ю.В.	178	Пугин К.Г.	133
Байдосова А.Б.	130	Конькова Т.В.	60	Родионова Н.С.	123
Беляченко А.А.	92	Коробкова Е.А.	148		85,
Береснев А.А.	144	Королева Т.В.	156	Романов Р.В.	225
	205,	Костылева Л.Н.	11,	Ротачкова И.Р.	221
Бобырев С.В.	210,		57	Руденко Е.Ю.	171
	214,	Кочергин Г.А.	126	Самсонов А.В.	57
	217	Крупко А.Э.	152	Севалкин П.А.	42
Бодякшина М.А.	144	Кудряшов Ю.А.	57	Семенов И.Н.	156
Бочков Н.Н.	120	Кужамбердиева С.Ж.	130	Симакина Е.А.	60
Бугеро Н.В.	21	Кужина Г.Ш.	123	Симонова З.А.	88
Буранов Д.Н.	7	Кузина Г.В.	32	Смирнова О.В.	175
Быков А.А.	225	Кузьмина М.С.	196	Соколова О.В.	3
Вагапова А.И.	25		77,	Соловьев А.В.	98
	29,	Кукушкин С.Ю.	81	Сороченко А.С.	175
Васильев А.В.	32	Куликов К.К.	57	Спирина А.В.	92
Власов А.С.	133	Куликова О.В.	192	Сыроватский В.Л.	160
Волкова О.О.	36	Куприянов М.А.	126	Сюрин С.А.	94
	39,	Купцов А.И.	228	Тагиева Н.Э.	171
Волосатова Е.Ф.	51	Леднев С.А.	156		64,
Генералов А.Ю.	42	Либерман Е.Ю.	60	Тихомирова Е.И.	196
Гимранов Ф.М.	228		77,	Тихоненко Т.С.	171
	47,	Лисенков С.А.	81	Тихонова И.В.	178
Глухов А.Т.	221	Лифанова А.А.	47	Тихонова И.О.	39,
	225	Луцай Е.А.	64		51
Гречнева А.В.	225	Макеева Е.Н.	171	Турумбетова Ж	130
Громковский А.А.	11	Маликова Т.Ш.	54	Улышин И.И.	98
Грунский В.Н.	60	Матвеев М.П.	68		7,
Гуков А.Ю.	136	Мосияш С.А.	115	Усольцев В.П.	102
	39,	Муравьева А.А.	196	Файзуллина А.А.	182
Диканская О.П.	51		25,	Фирова А.А.	144
Дождиков А.В.	94	Насырова Э.С.	182	Фомина А.А.	106
Дорофеев Н.И.	225		3	Хасанова Д.Ф.	148
Дубровина О.А.	140	Нафикова Э.В.	160	Холуденева А.О.	185
Елизарьев А.Н.	182	Нечаева О.В.	36	Шайденко И.С.	88
Елизарьева А.Н.	54	Новоселова Е.И.	130	Шайнуров Р.И.	140
	120,	Нурмахан А.	77,	Шарапова А.В.	156
Еськова Е.Н.	189		81	Шаров С.А.	110
Ефремова С.Ю.	185	Опекунов А.Ю.		Шашуловская О.В.	115
Зайцев Г.А.	140				

Шепелев И.И.	120, 189
Шульмин Д.Н.	7
Юран С.И.	7
Ягафарова Г.А.	123
Якимчук А.В.	126

Содержание

Методологические аспекты экологического мониторинга опасных промышленных объектов и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий.....	3
Александров Д.В., Нафикова Э.В., Соколова О.В. Влияние фармацевтических производств на окружающую среду.....	3
Алексеев В.А., Усольцев В.П., Юран С.И., Шульмин Д.Н., Буранов Д.Н. Обнаружение и идентификация микрочастиц в сточных водах опасных промышленных объектов.....	7
Андронников В.В., Костылева Л.Н., Громковский А.А. Прогнозирование степени задымление атмосферы в условиях промышленного города.....	11
Ахмадиев Г.М. Оценка и прогнозирование устойчивости живых организмов в зависимости от эволюционных и антропогенных изменений среды обитания.....	15
Ахмадиев Г.М. Система обеспечения промышленной безопасности в объектах повышенной опасности.....	18
Бугеро Н.В., Александрова С.М., Ильина Н.А. Прогнозирование состояния здоровья человека в условиях антропогенно-нарушенных территорий на примере литейного производства.....	21
Вагапова А.И., Насырова Э.С. Использование подземных вод Республики Башкортостан в 2017-2018 годах.....	25
Васильев А.В. Формирование и развитие кластера вторичных ресурсов Самарской области.....	29
Васильев А.В., Кузина Г.В. Мониторинг и снижение вибрации энергетических установок.....	32
Волкова О.О., Новоселова Е.И., Активность дегидрогеназы как индикатор загрязнения почв тяжелыми металлами вдоль автомобильных дорог.....	36
Волосатова Е.Ф., Диканская О.П., Тихонова И.О. Разработка предложений к программе мониторинга отвалов вскрышных пород.....	39
Генералов А.Ю., Севалкин П.А. Экологический мониторинг состояния атмосферы Серпуховского района Московской области.....	42
Глухов А.Т., Лифанова А.А. Мониторинг территории для экологической оценки городских земель.....	47
Диканская О.П., Волосатова Е.Ф., Тихонова И.О. Применение лишеноиндикации в программе мониторинга отвалов вскрышных пород.....	51
Елизарьева А.Н., Маликова Т.Ш. Мониторинг качества воды и подсчет водного следа предприятия городских очистных сооружений канализации.....	54
Костылева Л.Н., Самсонов А.В., Куликов К.К., Кудряшов Ю.А. Задачи экологического мониторинга техногенно опасных объектов военной деятельности...	57
Либерман Е.Ю., Грунский В.Н., Колесников В.А., Симакина Е.А., Конькова Т.В. Очистка газовых выбросов от оксида (II), углеводов и сажи на церийсодержащих катализаторах.....	60
Луцкай Е.А., Иванов Д.Е., Тихомирова Е.И. Исследование эффективности новых методов быстрой оценки токсичности компонентов окружающей среды при биомониторинге опасных объектов.....	64
Матвеев М.П. Анализ эколого-технологических вызовов, связанных с размещением и утилизацией отходов буровых работ в ЯНАО.....	68
Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А.	77

Результаты комплексного мониторинга загрязнения почв отходами бурении.....	
Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю., Лисенков С.А. Методологические аспекты экологического мониторинга воздействия объектов нефтегазодобычи.....	81
Романов Р.В. Организация геоэкологического мониторинга источников нецентрализованного водоснабжения в условиях влияния техногенной нагрузки промышленных объектов.....	85
Симонова З.А., Шайденов И.С. Оценка экологического состояния территорий вблизи с крупными промышленными предприятиями г. Саратова.....	88
Спирина А.В., Иванов М.А., Беляченко А.А. К вопросу о выборе контрольных территорий при осуществлении экологического мониторинга опасных промышленных объектов.....	92
Сюрин С.А., Дождинов А.В. Вредные производственные факторы и риски здоровью на предприятиях Российской Арктики.....	94
Ульшин И.И., Соловьев А.В. Использование элементов технического анализа для прогнозирования метеорологических условий распространения загрязняющих веществ в атмосфере.....	98
Усольцев В.П. Оптоэлектронный контроль аварийных сбросов сточных вод опасных промышленных объектов.....	102
Фомина А.А. Экологический мониторинг качества поверхностных вод вблизи ПАО «Саратовский НПЗ».....	106
Шаров С.А., Ашихмина Т.Я. Пути миграции, трансформации и аккумуляции загрязняющих веществ в окружающей среде в районе предприятия по уничтожению химического оружия.....	110
Шашуловская О.В., Мосияш С.А. Оценка экологического состояния малых рек, находящихся под сильным антропогенным прессом.....	115
Шепелев И.И., Еськова Е.Н., Потапова С.О., Бочков Н.Н. Методологические аспекты экологического мониторинга загрязнения придорожных полос при использовании техногенных материалов в дорожных одеждах.....	120
Ягафарова Г.А., Кужина Г.Ш., Родионова Н.С. Содержание тяжелых металлов в почвах Белорецкого района Республики Башкортостан.....	123
Якимчук А.В., Кочергин Г.А., Куприянов М.А. Имитационная модель оценки экологического риска загрязнения территории объектами нефтедобычи.....	126
Экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения территорий опасными отходами.....	130
Байдосова А.Б., Кузамбердиева С.Ж., Абжалелов Б.Б., Турумбетова Ж., Нурмахан А. Содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах (Кызылординская область)	130
Власов А.С., Пугин К.Г. Формирование техногенной нагрузки отходами нефтедобычи в условиях Западной Сибири.....	133
Гуков А.Ю. Морское побережье Якутии: экологические проблемы загрязнения.....	136
Зайцев Г.А., Дубровина О.А., Шайнуров Р.И. Миграция кадмия в системе «почва-поглощающие корни» под насаждениями сосны обыкновенной в условиях промышленного загрязнения.....	140
Козлов А.В., Бодякина М.А., Ключков Е.А., Калиничева З.С., Береснев А.А., Фирова А.А. Содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов в водах малых рек города Нижнего Новгорода.....	144
Коробкова Е.А., Кашипова А.Р., Хасанова Д.Ф. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое Ели голубой (<i>Picea pungens</i>), Ели европейской (<i>Picea abies</i>), сосны	148

обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i>) в условиях городской среды	
Крупко А.Э. Проблемы и особенности утилизации отходов в Воронежской области	152
Леднев С.А., Королева Т.В., Шарапова А.В., Семенов И.Н. Техногенное воздействие керосин-содержащих ступеней ракет-носителей на растительный покров пустынной зоны Казахстана.....	156
Нечаева О.В., Сыроватский В.Л. Оценка состояние микробоценозов почв, загрязненных тяжелыми металлами.....	160
Петров С.Б., Петров Б.А. Динамика атмосферных выбросов диоксида пентоксида в зависимости от топливного баланса многотопливных ТЭЦ.....	164
Подольский А.Л., Атаманова О.В. Опыт утилизации твердых бытовых и коммунальных отходов в Германии.....	167
Руденко Е.Ю., Макеева Е.Н., Тагиева Н.Э., Тихоненко Т.С., Влияние кислотной активации на возможность использования пивной дробины для очистки сточных вод от нефти.....	171
Смирнова О.В., Сороченко А.С. Особенности использования экономико-экологических инструментов в России.....	175
Тихонова И.В., Кольдибекова Ю.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в селитебной застройке, формируемого компонентами выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема.....	178
Файзуллина А.А., Насырова Э.С., Елизарьев А.Н. Динамика образования отходов производства и потребления в 2018 г. на территории Республики Башкортостан.....	182
Холуденева А.О., Ефремова С.Ю. Исследование особенностей водоминерально-органического отхода целлюлозно-бумажного производства.....	185
Шепелев И.И., Еськова Е.Н., Кирюшин Е.В., Пиляева О.В. Решение экологических проблем при размещении отходов глиноземного производства на шламохранилище.....	189
Правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности.....	192
Куликова О.В. Правовые основы экологической безопасности в лесах.....	192
Муравьева А.А., Кузьмина М.С., Тихомирова Е.И. Анализ основных терминов и определений в области рекультивации земель, содержащиеся в нормативных правовых актах Российской Федерации.....	196
Орлов А.А., Пещерова О.В. Правовые аспекты обращения с отходами свиноводческих комплексов.....	200
Современные информационные технологии в экологическом мониторинге опасных промышленных объектов.....	205
Антонова О.М., Бобырев С.В. Математическое компьютерное моделирование формирования загрязнений объектов окружающей среды для обоснования прогноза токсичности ксенобиотиков применительно к человеку.....	205
Бобырев С.В., Информационные технологии в представлении результатов экологического мониторинга.....	210
Бобырев С.В. Компьютерно-ориентированный подход к управлению экосистемой и оптимизации её состояния.....	214
Бобырев С.В. Об алгоритмах анализа и сравнения спектров растровых изображений в геоинформатике.....	217
Глухов А.Т., Ротачкова И.Р. Лазерное сканирование – основа ГИС-технологий.....	221

Дорофеев Н.И., Гречнева А.В., Романов Р.В., Быков А.А., Информационные технологии в сфере мониторинга санитарно-технического состояния систем водоснабжения.....	225
Купцов А.И., Гимранов Ф.М. Прогнозирование размеров зон с превышением предельно допустимых концентраций в случае выброса опасного газа через свечу рассеивания.....	228
Авторский указатель	231

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*

Подписано в печать 13.12.2019

Формат 60х84 1/16

Бум. офсет.

Усл. печ. л. 13,78.

Уч.-изд. л. 12,94.

Тираж 100 экз.

Заказ № 4042-19/13129.

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