



**ЖУРНАЛ
ЭКОЛОГИИ И
ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

1-2'2015

ЖУРНАЛ ЭКОЛОГИИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

№ 1-2 (63-64), 2015

Издается с 1999 г.

Редакционная коллегия

Г.С. Дьяконов, д.х.н., проф., ректор КНИТУ, гл. редактор
А.Н. Глебов, д.х.н., проф., зам. гл. редактора
Г.К. Будников, д.х.н., проф. К(П)ФУ
А.В. Васильев, д.т.н., проф. ТГУ (Тольятти)
Н.Х. Газеев, д.э.н., проф. КНИТУ им. А.Н. Туполева
А.В. Иванов, д.м.н., проф. КГМУ
В.М. Захаров, д.б.н., проф., чл.-корр. РАН
К.Ш. Зыятдинов, д.м.н., проф., ректор КГМА
И.Р. Мингалеев, зам. министра промышленности и торговли РТ
В.В. Кирсанов, д.т.н., проф. КНИТУ им. А.Н. Туполева
И.А. Ларочкина, д.г.-м.н., проф., чл.-корр. АН РТ
В.З. Латыпова, д.х.н., проф. К(П)ФУ
Т.З. Лыгина, д.г.-м.н., проф. ЦНИИГеолнеруд
Р.Г. Мелконян, д.т.н., проф. (Москва)
Х.Г. Мусин, д.с.-х.н., зам. министра лесного хозяйства РТ
В.С. Наумов, д.т.н., проф. ВГАВТ (Н. Новгород)
Ю.П. Переведенцев, д.г.н., проф. К(П)ФУ
Н.С. Попов, д.т.н., проф. ТГТУ (Тамбов)
О.Н. Русак, д.т.н., проф. СПбГЛТУ
Р.К. Садыков, к.г.н. ЦНИИГеолнеруд
А.Г. Сидоров, министр экологии и природных ресурсов РТ
А.С. Сироткин, д.т.н., проф. КНИТУ
Н.М. Солодухо, д.филос.н., проф. КНИТУ им. А.Н. Туполева
О.Ю. Тарасов, к.х.н., **технический редактор**
Н.П. Торсуев, д.г.н., проф. К(П)ФУ
С.В. Фридланд, д.х.н., проф. КНИТУ
В.Ч. Юранец, начальник управления информационно-аналитической деятельности МЭПР РТ

© При перепечатке ссылка на «Журнал экологии и промышленной безопасности» обязательна.

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ N ТУ 16-00277 от 22 декабря 2009 г.

ISSN 2079-911X

Почта России 00171

Журнал включен в РИНЦ (Лицензионный договор № 646-10/2013)

Учредители

Министерство экологии и природных ресурсов РТ

Академия наук РТ

Татарстанское отделение Российской экологической академии

Адрес редакции: 420021, Казань, ул. Ахтямова, 1, оф. 401

Телефон: 8(905) 310-15-62

E-mail: ecoindsaf@gmail.com, rpec-ecocentr@mail.ru

Сайт: <http://sites.google.com/site/ecoindsaf/>

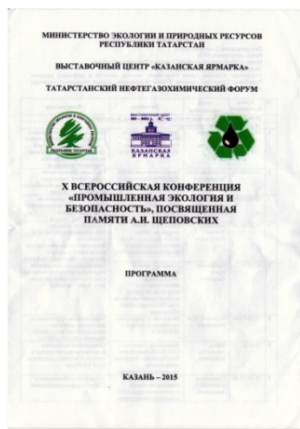
СОДЕРЖАНИЕ

**Материалы X Всероссийской конференции
«Промышленная экология и безопасность», посвященной памяти А.И. Щеповских**

От редакции	5
Гареев Р.М., Боровский М.Я., Петрова Г.И., Кубарев П.Н., Терновская И.А., Богатов В.И., Шакуро С.В., Филимонов В.Н., Фахрутдинов Е.Г. Электроразведка при решении гидрогеоэкологических вопросов в нефтепромысловых регионах Республики Татарстан	6
Петров С.И., Боровский М.Я., Богатов В.И., Филимонов В.Н. Выделение пород-коллекторов в верхней части геологического разреза по данным геофизических исследований скважин	10
Ермолаев О.П., Белоногов В.А., Мальцев К.А. Методология создания геоинформационной системы управления природопользованием и охраны окружающей среды для нефтегазодобывающей компании	13
Хакимов Э.М., Мухаметшин Р.З., Кузина Э.Н. Экологические ситуации и методология системно-иерархического моделирования техногенных катастроф	14
Кузина Э.Н., Хакимов Э.М. Влияние социальной стратификации общества на экологическую безопасность среды обитания человека	17
Минакова Е.А., Мухаметшин Ф.Ф., Шлычков А.П. Водопотребление и водоотведение в Республике Татарстан в современный период	19
Рысаева И.А. Анализ водохозяйственной деятельности в бассейне р. Свияга	21
Ильясова А.Р., Мельникова А.В. Оценка качества вод реки Кубня по видовому разнообразию зообентоса	23
Минакова Е.А., Шлычков А.П. Биоиндикационная оценка состояния окружающей среды парков и скверов г. Казани	27
Ильясова А.Р., Минакова Е.А., Мухаметшин Ф.Ф. Мониторинг гидрохимического состояния вод пруда Адмиралтейский	29
Богданова О.А., Мустафина Л.К., Тарасов О.Ю. Тепловое загрязнение как фактор эвтрофирования водоема	31
Тарасов О.Ю., Абдуллина Ф.М., Шакирова И.И., Юранец-Лужаева Р.Ч. Нитратное загрязнение подземных вод на территории Республики Татарстан	33
Селивановская С.Ю., Галицкая П.Ю., Ахметзянова Л.Г., Гильмуллина А.Р., Гумерова Р.Х. Экологически чистые подходы к утилизации нефтезагрязнений и повышению нефтеотдачи	35
Вершинин А.А., Петров А.М., Князев И.В., Кузнецова Т.В., Юранец-Лужаева Р.Ч. Влияние гуминового препарата и препарата «Мелафен» на дыхательную активность загрязненной нефтью дерново-подзолистой почвы	36
Вафина А.Р., Шайхiev И.Г. Исследование шелухи ячменя в качестве сорбционного материала для извлечения красителя «анионный ярко-зеленый» из модельных растворов	38
Каримуллин Л.К., Кузнецова Т.В., Петров А.М., Шурмина Н.В. Ответная реакция почвенной микрофлоры на внесение органических препаратов при рекультивации нефтезагрязненных земель	39
Кирсанов В.В. Расчет средней нагрузки на активный ил	41
Магизова Э.Ф., Корчева Е.С., Степанова С.В. Физико-химическая очистка модельных вод от ионов хрома (VI) раствором реагента, обладающим свойством флокулянта щелочного характера	44
Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Сапармырадов К.А., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Яхваров Д.Г. Экотоксикант белый фосфор как фосфорная подкормка для микроорганизмов	46
Денисова Т.Р., Шайхiev И.Г., Сиппель И.Я. Использование древесных опилок в качестве сорбента для очистки водных сред от нефти	51
Назаренко А.А., Степанова С.В. Очистка модельных вод от ионов никеля (II) термически обработанными оболочками плода пшеницы	53
Суянгулова Ю.А., Шайхiev И.Г., Абдуллин И.Ш. Исследование влияния высокочастотной плазмы пониженного давления на сорбционную способность диатомита применительно к чистым сорбатам	56
Рощина О.С., Фридланд С.В. Интенсификация процесса биодеструкции фенола	57
Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхiev И.Г. Сорбенты для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты	60
Федотова А.В., Дряхлов В.О., Абдуллин И.Ш., Шайхiev И.Г. Очистка модельных водоземлюльсионных стоков с использованием полисульфонамидных мембран, обработанных в потоке плазмы пониженного давления	63
Фридланд С.В., Сафина Г.Ш., Шайхiev Т.И., Галиханов М.Ф. Использование полимерных мембран, обработанных в поле коронного униполярного разряда, для разделения отработанных эмульсий, содержащих нефтепродукты	64

Шайхиев И.Г., Гатина Ф.И., Зайнуллин А.М., Назмутдинова Г.М. Коагуляционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца	65
Шагидуллин А.Р., Хасанов Р.Р., Шагидуллина Р.А., Шагидуллин Р.Р. Предложение по введению системы координат для привязки источников загрязнения атмосферы в Республике Татарстан	66
Юраниец-Лужаева Р.Ч., Бодяжин А.С., Малыгина Л.П., Тарасов О.Ю. Региональные фоновые нормативы качества воды	70
Зайнулгабидинов Э.Р., Игнатьев Ю.А., Петров А.М. Исследование изменения состава нормальных алканов нефтезагрязненной серой лесной почвы	73
Мустафина Л.К., Шакирова И.И., Юраниец-Лужаева Р.Ч., Тарасов О.Ю. Эколого-аналитический контроль тяжелых металлов в природных водах РТ	76
Игнатьев Ю.А., Петров А.М., Тарасов О.Ю. Влияние рекультивационных мероприятий первого уровня на содержание нефтяных углеводородов в почве	78
Газеев Н.Х. Совершенствование государственного регулирования платежей за негативное воздействие на окружающую среду	80
Грибков А.М. Оценка внешней цены производства электроэнергии на газомазутной ТЭЦ	83
Шамсиева Г.Ш., Найман С.М. Применение геосинтетических материалов на полигонах ТБО	85
Кирсанов В.В. Вопросы охраны окружающей среды в некоторых распространенных терминах	87
Борбузанов В.Г., Ахмадуллин И.Н., Заббарова Г.И., Гиниятов Н.Х., Туюшева А.И., Матухин Е.Л. Модернизация производственно-технологического комплекса на основе создания ресурсосберегающих технологий: научно-инновационные подходы и модели развития	90
Ахмадиева Р.Ш., Матухин Е.Л., Шигин Л.Б., Кильдеев М.В., Воронина Е.Е., Туюшева А.И. Инновационные модели и образовательные технологии обучения учащихся, рабочих и специалистов в области техносферной безопасности на основе интеграции науки, образования и производства	93
Ахмадуллин И.Н., Борбузанов В.Г., Гиниятов Н.Х., Матухин Е.Л. Обеспечение экологической безопасности производства	95
Мухутдинова Т.З., Мухутдинова Д.М. Экологические основы природопользования для учащихся СПО	97

От редакции



2 сентября 2015 года в Казани, в рамках Татарстанского нефтегазохимического форума прошла X Всероссийская конференция «Промышленная экология и безопасность». В конференции приняли участие специалисты ведущих промышленных предприятий Республики Татарстан и ученые из разных регионов Российской Федерации. Основной задачей этого мероприятия является поиск конкретных направлений разработки и внедрения в производство инновационных природоохранных технологий и оборудования, обеспечивающих дальнейшее снижение техногенной нагрузки и экологическую безопасность производства. На конференции были заслушаны и обсуждены результаты исследований ученых и специалистов, связанные с актуальными проблемами государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды и перспективами развития надзорной деятельности в РФ, с инновационными экологическими технологиями, в том числе технологиями переработки и рециклинга отходов, очистки сточных вод, рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами. Большое внимание было уделено развитию региональных и производственных систем мониторинга и экологического контроля, достижениями в области химических и биологических методов оценки качества окружающей среды, вопросами экологического воспитания и просвещения. В настоящем номере журнала публикуются материалы, представленные участниками конференции.

Впервые конференция была посвящена памяти заслуженного эколога Российской Федерации, автора многочисленных научных трудов экологической тематики, Анатолию Ивановичу Щеповских.

А. И. Щеповских более 15 лет работал в исполнительных и представительных органах местной власти республики, где навсегда запомнился как

яркий, талантливый, целеустремленный руководитель.

А.И. Щеповских стоял у истоков современной природоохранной деятельности в Республике Татарстан. В 1993 году под его руководством было сформировано республиканское министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Благодаря его профессионализму, принципиальности, трудолюбию и авторитету была обеспечена экологическая безопасность на территории республики.

На ответственном посту министра А.И. Щеповских проработал 8 лет, являясь одновременно членом Правительства Республики Татарстан.

В период его работы на руководящих постах природоохранного комплекса Республики Татарстан был создан целый ряд направлений, без которых сегодня невозможно представить систему обеспечения экологической безопасности республики, в том числе сеть особо охраняемых природных территорий - экологический каркас республики; систему экологического мониторинга; методики ведения государственного экологического надзора. Благодаря энергии А.И. Щеповских была принята и в настоящее время реализуется республиканская программа по охране и оздоровлению окружающей среды Нижнекамского промышленного узла.

Свое бережное отношение к природе А.И. Щеповских перенес в профессиональную сферу. Именно А.И. Щеповских стоял у истоков экологического воспитания и просвещения населения республики. И сегодня забота об окружающей среде стала главным приоритетом не только природоохранных служб, но и каждого из нас, специалистов работающих в области экологии.

Весь свой опыт и знания А.И. Щеповских активно использовал, возглавляя общественные советы Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан и Управления Росприроднадзора по Республике Татарстан, и до последних дней принимал активное участие в реализации важных экологических проектов Республики Татарстан.

Учредителями и организаторами принято решение о присвоении имени А.И. Щеповских, уже ставшей традиционной научно практической конференции «Промышленная экология и безопасность».

УДК 550.831

Электроразведка при решении гидрогеоэкологических вопросов в нефтепромысловых регионах Республики Татарстан

Р.М. Гареев¹, М.Я. Боровский², Г.И. Петрова³, П.Н. Кубарев³, И.А. Терновская³, В.И. Богатов²,
С.В. Шакуро², В.Н. Филимонов², Е.Г. Фахрутдинов²

1 ПАО «Татнефть», г. Альметьевск,

2 ООО «Геофизсервис», г. Казань, lilabor@mail.ru

3 ТатНИПИнефть, г. Бугульма, rafecolog@tatnipi.ru

Поиски, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых, а также использование недр в других целях предполагает комплексные исследования естественных и техногенных изменений геологической среды во времени и пространстве. Все виды техногенного воздействия и естественных проявлений диастрофизма земной коры находят отображение в распределении фиксируемых физических параметров.

Действенный инструмент изучения пространственно-временных взаимодействий техногенных и природных процессов – геофизический мониторинг.

Цель геофизического мониторинга [1, 9] – получение разносторонней информации о строении геологической среды, о влиянии на литосферное пространство антропогенной нагрузки, регистрация и прогноз природных и техногенных процессов

Основной принцип геофизического мониторинга – комплексное изучение различных физических полей.

Важнейшие задачи геофизических исследований:

- районирование территории по признаку чувствительности горных пород к различным видам загрязнений;
- нахождение очагов загрязнения и определение границ распространения этого загрязнения;
- получение количественных показателей, характеризующих степень воздействия загрязнителей на геологическую среду;
- оценка тенденций развития загрязнения с течением времени;
- прогноз воздействия антропогенной деятельности на конкретные экосистемы;
- изучение и прогноз зон природных катастроф.

В последние годы большое внимание уделяется [1, 2, 4, 5] геоэкологическому обследованию предприятий нефтяной промышленности.

Согласно «Экологической программе ОАО «Татнефть» на период 2000–2015 гг.» осуществляются исследования гидроэкологического со-

стояния пресных подземных вод с целью разработки мероприятий по снижению техногенного воздействия.

Для выявления и устранения источников засоления пресных подземных вод институтом ТатНИПИнефть проводятся [2] комплексные эколого-гидрогеологические исследования. Осуществляются следующие виды работ: эколого-гидрогеологическое обследование территории, режимные гидрохимические наблюдения, выделение области питания родника, опробование наблюдательных (эколого-гидрогеологических) скважин, электроразведочные измерения, анализ технического состояния нефтепромысловых сооружений, попавших в область питания родника, выявление доминирующего источника загрязнения, разработку рекомендаций по улучшению экологической ситуации [1, 2].

Составной и важной частью этих работ является проведение наземных геофизических исследований методами электроразведки.

К настоящему времени обоснованы [1, 3-10] физико-геологические предпосылки, разработаны рациональные эколого-геофизические комплексы и технологии, накоплен (Рис. 1) обширный экспериментальный материал.

Среди поверхностных источников засоления грунтов и грунтовых вод принято выделять [1, 4] первичные и вторичные. К первичным относится техническое оборудование и коммуникации: утечки из трубопроводов, негерметичности приустьевое оборудование скважин, фильтрация из земляных амбаров и т.п. Они являются причиной попадания рассолов в зону аэрации и водоносные горизонты.

В качестве вторичных рассматриваются длительно существующие линзы загрязнённых грунтов, сформировавшиеся в зоне аэрации под воздействием на нее первичных источников. Пространственно эти два типа источников загрязнения часто расположены в непосредственной близости друг от друга, однако при пересеченном рельефе могут быть существенно разобщены.

Задачи геофизических методов при изучении очагов засоления подземных вод [1, 3-5, 8]:

- поиски и оконтуривание вторичных источников поступления загрязняющих компонентов в водоносные горизонты,

- обнаружение скрытых первичных источников,
- изучение особенностей геологического строения территории.

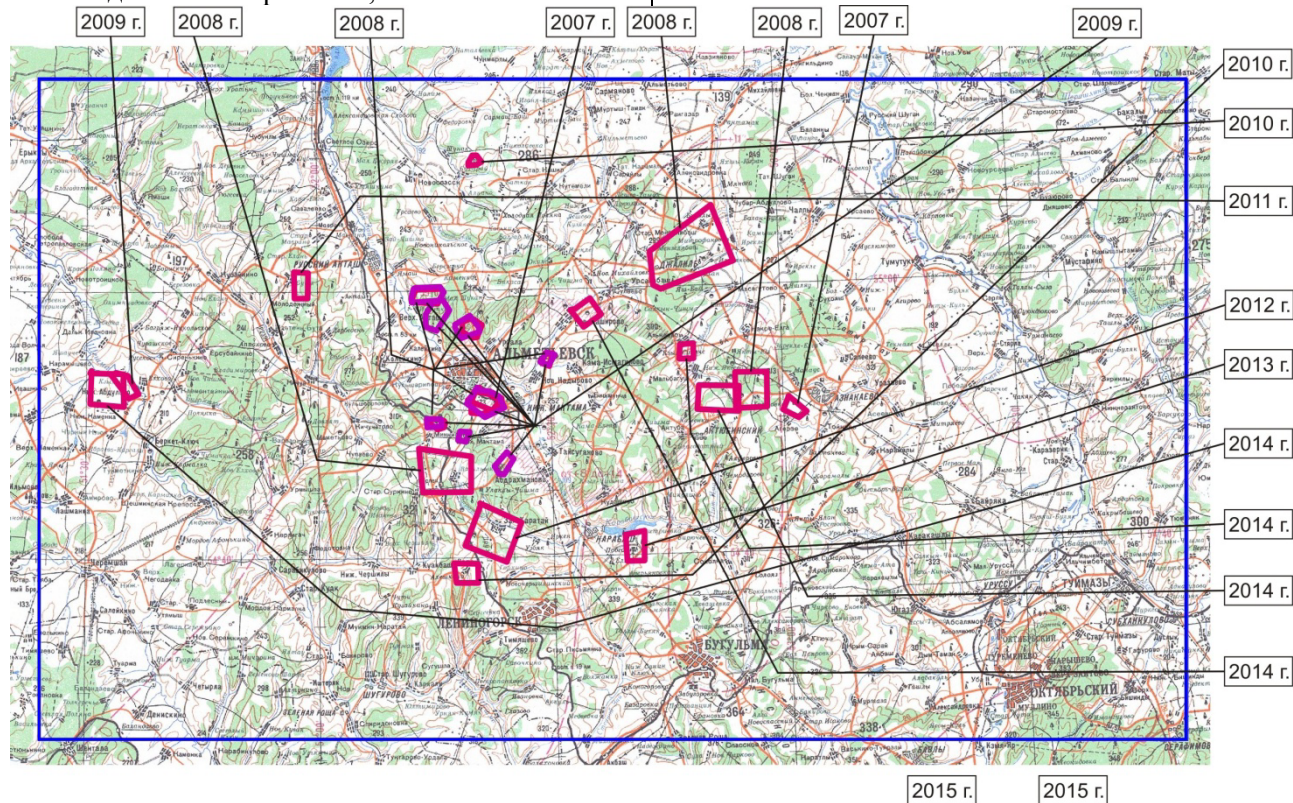


Рис.1 Схема участков электроразведочных работ по обеспечению решения экологических задач

Утечки и проливы нефтепродуктов в настоящее время – один из основных факторов загрязнения верхней части геологического разреза. Нефтяные загрязнения образуют области сложных очертаний, нечеткие по изменению физических свойств. Для их обнаружения необходимо, чтобы эффект от загрязнения превышал влияние геологического и техногенного шума.

Зачастую результатом загрязнения являются [4, 5, 6] компактные линзы нефтепродуктов, формирующиеся у зеркала вод первого от поверхности водоносного горизонта и мигрирующие по его уклону, частично «размазываясь» в плане и по вертикали в пределах зоны аэрации. Предполагается [6], что линза подразделяется на гравитационно-подвижную зону полного насыщения вмещающих пород нефтепродуктами и обширную мобилизованную зону частичного насыщения, образующуюся при вертикальных движениях нефтепродуктов во время сезонных колебаний уровня грунтовых вод.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами – необычный объект благодаря его способности к изменениям и подвижности.

Тот факт, что нефтепродукты, являясь в чистом виде изоляторами, проявляют себя в наблюдаемых полях электросопротивления именно низкоомными аномалиями, имеет [6] несколько объяснений.

Во-первых, в большинстве случаев, вещество, слагающее тело линзы, является не чистым нефтепродуктом, а его водной эмульсией, которая на фоне сухих, относительно высокоомных пород обладает пониженным электрическим сопротивлением.

Во-вторых, активные процессы аэробной и анаэробной биodeградации нефтепродуктов, протекающие в естественных условиях, приводят к образованию и накоплению в зоне аэрации продуктов разложения, снижающих электрическое сопротивление среды. В верхних слоях геологического разреза активность бактерий, ассимилирующих нефтепродукты, очень высока. Они трансформируют часть нефтяной пленки в различные кислоты. Кислоты реагируют с горными породами и ионами железа, находящимися в воде, и в результате понижают сопротивление

грунтовых вод, обостряют карстовые процессы, вызывают образование пирита.

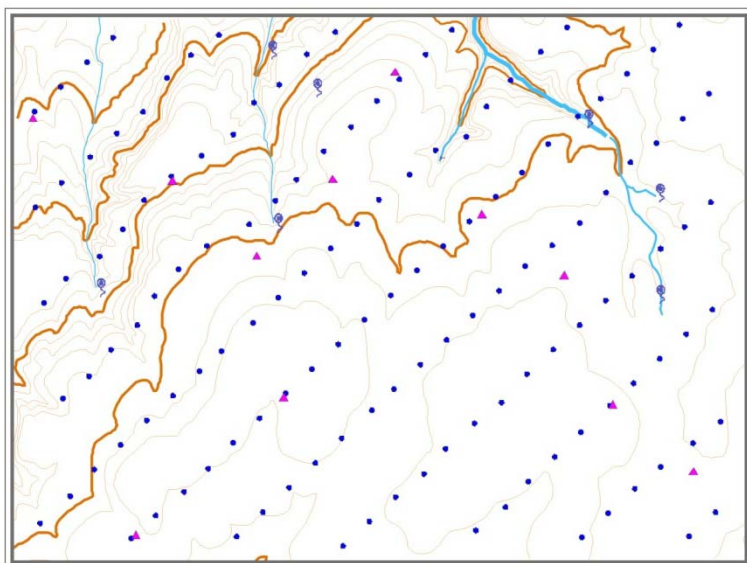
Решение задачи картирования контура линзы возможно электроразведкой методами сопротивлений, естественного и вызванного потенциала. При этом следует принимать во внимание сложный характер отображения источников загрязнения в геофизических полях вследствие интенсивных процессов, происходящих при взаимодействии нефтепродуктов с вмещающими породами.

Комплексные полевые геофизические исследования в составе эколого-гидрогеологических работ проводятся [1, 2, 4] в области питания и разгрузки загрязненных родников (используемых для наблюдения за экологическим состоянием зоны пресных подземных вод). Площадные измерения выполняются по сети 100–200–250 на 100–200–250 м по профилям поперёк склона. Используется либо регулярная квадратная (пря-

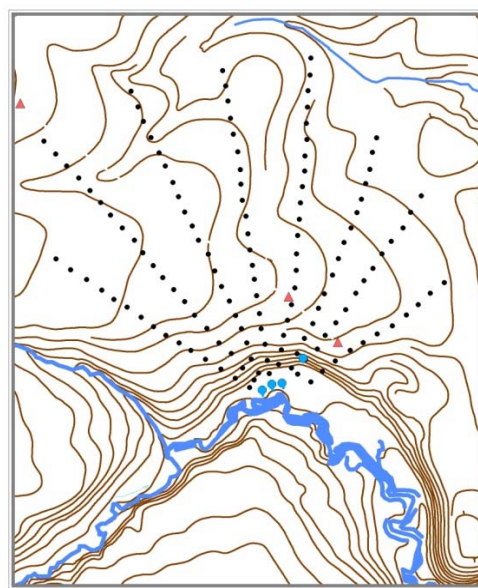
моугольная) (рис 2а), либо радиальная (рис 2б) сеть наблюдений.

В состав полевых электроразведочных работ входят:

- опорные наблюдения ВЭЗ (как правило, сведения о литологии пород слагающих верхнюю часть разреза на нефтепромыслах отсутствуют);
- симметричное электрическое профилирование СЭП в площадном варианте;
- измерения методом естественного поля ЕП на выделенных скважинах с ненадежным техническим состоянием (отсутствие цемента за кондуктором и эксплуатационной колонной, плохое качество цементного камня, зафиксированные нарушения и заколонная циркуляция), по четырем взаимно перпендикулярным лучам (способ потенциала).



б)



Условные обозначения:

● точка СЭП

▲ местоположение пункта ВЭЗ

Рис.2 Схема расположения пунктов электроразведочных исследований

Симметричное электрическое профилирование СЭП (на двух разносах) используется в качестве основного метода. Для уточнения данных о геологическом строении участка работ выполняются вертикальные электрические зондирования ВЭЗ.

Принимая во внимание вероятность отображения областей загрязнения горных пород в виде участков пониженного сопротивления, при эколого-геологическом истолковании геофизиче-

ских материалов данное положение принимается в качестве основного критерия. Результаты электропрофилеирования на малых разносах позволяют оконтурить в плане области относительно пониженных кажущихся сопротивлений, которые рассматриваются как предполагаемые участки приповерхностного загрязнения. Карты изолиний ρ_k , построенные по значениям, полученным на больших разносах АВ, несут информацию о более глубоких горизонтах, позволяя кор-

релировать и изучать выявленные аномалии на глубину.

Анализ характера изменения естественного электрического поля способствует диагностике загрязнения районов нефтепромысловых сооружений. В 90-х годах прошлого столетия теоретически обоснованы и разработаны методики проведения и интерпретации результатов метода ЕП при выявлении и оценке источников загрязнения водоносных горизонтов. В Татарстане профессором Казанского университета Э.К. Швыдкиным (1996) показана принципиальная возможность изучения очагов и ореолов распространения загрязняющих подземные воды веществ с поверхности при наличии соответствующей аппаратуры и техники [1, 8]. Проведение измерений методом ЕП у скважин обеспечивает качественную оценку [7, 8, 9, 10] движения водного потока вдоль ствола скважин (для выявления восходящих, либо нисходящих перетоков

Экспериментальные исследования показывают эффективность использования электропрофилирования на начальном этапе работ по разведке очагов многокомпонентного загрязнения в пределах юго-востока Республики Татарстан. С помощью электропрофилирования оконтуривается ряд вторичных источников поверхностного загрязнения. Первичными источниками при этом служат [1, 4, 8] нефтепромысловые объекты: трубопроводы, скважины, КНС, ГЗУ. Наибольшими по площади вторичными источниками являются области ландшафтной аккумуляции, наименьшими – участки локальных утечек из трубопроводов. Источники загрязнения площадного типа, сформировавшиеся вокруг сооружений нефтепромыслов, выделяются как обширные области низких значений кажущегося сопротивления.

По результатам электропрофилирования установлено, что вокруг эксплуатационных скважин могут существовать многочисленные вторичные источники загрязнения. Им отвечают аномалии высокой электропроводности, где значения кажущегося сопротивления в 3–5 раз ниже фоновых, характерных для соседних участков. Размеры аномальных участков в плане составляют первые десятки метров. Причиной появления вторичных источников, по всей видимости, являются разливы рассолов, связанные с периодическим капитальным ремонтом нефтепромысловых скважин.

По материалам симметричного электропрофилирования (разносы 30 м и 100 м) выделяются зоны, характеризующиеся относительно пониженными значениями кажущегося сопротивле-

ния. Наиболее низкоомные участки в этих аномальных зонах (ρ_k менее 30 Ом·м) интерпретируются (В.И. Богатов, М.Я. Боровский и др., 2007) как возможные очаги загрязнения (засоления).

В плане наблюдается соответствие зон загрязнения для различных уровней (глубин) горизонтального среза ($AB=30$ м, $AB=100$ м).

Участки совпадения зон загрязнения на различных глубинах являются первоочередными для постановки детальных эколого-геологических наблюдений.

По результатам электроразведки ЕП, выполненной на устьях скважин, прогнозируется наличие восходящей и нисходящей фильтрации.

Таким образом, электрическая разведка, включающая методы сопротивлений (установки ВЭЗ, СЭП) и естественных потенциалов ЕП дает важные сведения о техническом состоянии нефтепромысловых сооружений и характере загрязнения вод зоны активного водообмена

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский, М.Я. Геоэкология недр Республики Татарстан: геофизические аспекты / М.Я. Боровский, Н.Х. Газеев, Д.К. Нурғалиев; под ред. Д.К. Нурғалиева. – Казань: Экоцентр, 1996. – 316 с.
2. Петрова Г.И. Гидрогеологические условия зоны активного водообмена центральной части Южно-Татарского свода в связи с разработкой нефтяных месторождений: автореф. дисс. соискания уч. степени к.г.-м.н.: 25.00.07 / Петрова Гузель Инзировна. – Пермь: ПГУ, 2004. – 25 с.
3. Геофизические методы исследований в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1985. – 250 с.
4. Гидрогеоэкологические исследования в нефтедобывающих районах Республики Татарстан / под ред. А.И. Короткова, В.К. Учасева. – Казань: Изд-во Репер, 2007. – 300 с.
5. Геоэкологическое обследование предприятий нефтяной промышленности / под ред. проф. В.А. Шевнина и доц. И.Н. Модина. – М.: РУССО, 1999. – 511 с.
6. Шакуро, С.В. Применение геофизических методов при изучении техногенных линз нефтепродуктов / С.В. Шакуро // Разведка и охрана недр. – 2005. – №8. – С. 24–26.
7. Электроразведка: Справочник геофизика. – М., Недра, 1979. – 518 с.
8. Чернышева, М.Г. Метод электрических потенциалов фильтрации в решении гидрогеологических и экологических проблем в нефтепромысловых регионах РТ: автореф. дисс. соискание уч. степени к.г.-м.н.: 04.00.12 / Чернышева Марина Геннадьевна. – Казань: КГУ, 1999. – 24 с.
9. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики / А.А. Огильви. – М.: Недра, 1990. – 501 с.
10. Семенов, А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля / А.С. Семенов. – Л.: Недра, 1980. – 446 с.

УДК 631.48

Выделение пород-коллекторов в верхней части геологического разреза по данным геофизических исследований скважин**С.И. Петров¹**, ст. преп., **М.Я. Боровский²**, ген. директор, к.г.-м.н., **В.И. Богатов²**, вед. геофизик, **В.Н. Филимонов²**, вед. геофизик¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Sergey.Petrov@ksu.ru² ООО «Геофизсервис», г. Казань, lilabor@mail.ru

Достоверность выявления пород-коллекторов в разрезе осадочного чехла обуславливает геологическую эффективность и экономическую рентабельность проводимых экологических и гидрогеологических исследований. Важнейшую информацию о распределении коллекторов в разрезе несут геофизические исследования скважин ГИС [1-3, 5-9].

Коллекторами называют [4, 8, 9] пласты, представленные породами, способными содержать в поровом пространстве флюид и отдавать его при разработке. Обычно коллекторами служат пески, песчаники, алевролиты, пористые доломиты и известняки, трещинные и трещинно-кавернозные породы. Глины, аргиллиты, плотные известняки, доломиты (если они не трещиноватые), ангидриты и гипсы коллекторами не являются.

Признаки, по которым определяют [4] породы-коллекторы, обуславливаются характером разреза, типом коллектора, условиями бурения скважины. По типу пористости коллекторы подразделяются на межзерновые (гранулярные), трещинно-кавернозные и смешанные.

В разрезе пробуренной скважины коллекторы, прежде всего, могут быть выделены путём сопоставления полученных в данной скважине каротажных диаграмм с типовым геолого-геофизическим разрезом и диаграммами соседних скважин, в которых положение коллектора известно. Коллекторы могут быть также определены по результатам оценки литологического характера пород непосредственно по данным каротажа.

Общий признак, характеризующий коллекторы разных типов, – наличие зоны проникновения бурового раствора, которую устанавливают по данным бокового каротажного зондирования (БКЗ), либо по замерам двумя зондами метода сопротивлений с разной глубиной исследования.

Другие отличительные признаки коллекторов в разрезах скважин [4]:

1. Когда минерализация пластовых вод больше минерализации бурового раствора, коллекторы выделяются на кривой ПС минимумами, а непроницаемые породы (глины) – максимумами. Если минерализация бурового раствора больше минерализации пластовой воды, то аномалия ПС получается обратной: глины отмечаются минимумами, а

коллекторы – максимумами кривой ПС. В ряде случаев, когда минерализация пластовой воды близка к минерализации бурового раствора, по кривой ПС практически невозможно выделить коллектор.

2. В случае пресных пластовых вод (меньше 1 г/л) для коллекторов характерно высокое сопротивление (от 20 до 100 Ом·м и более – в песчаных пластах; от нескольких десятков до сотен Ом·м – для карбонатных пород); а для близлежащих глинистых пластов – низкое (4–100 Ом·м). Для пластов, насыщенных солеными (более 5 г/л) водами, характерно низкое сопротивление водоносных пластов (порядка 3–8 Ом·м и менее), а сопротивление близлежащих глинистых пластов – близкое к сопротивлению водоносных пород (2–5 Ом·м).

3. На диаграммах ГК характерны низкие значения естественной радиоактивности. Исключение составляют случаи, когда в минеральный скелет породы входят радиоактивные элементы или заполняющие их воды радиоактивны.

4. Наблюдается сужение диаметра скважины, отмечаемое на кавернограмме, за счет фильтрации промывочной жидкости в коллектор с образованием глинистой корки на стенке скважины. В случае рыхлых песков и кавернозных карбонатных пород наблюдается увеличение диаметра.

5. Характерно увеличение интервального времени и затухания при акустическом каротаже.

6. Кроме того, для более четкого выделения водоносных горизонтов, для изучения фильтрационных процессов используются методы резистивиметрии, расходомерии и термометрии. Интерпретационными признаками водоносных пород в этих случаях может быть наличие:

а) интервалов опреснения электролита в скважине, фиксируемых по совокупности последовательно регистрируемых кривых резистивиметрии;

б) интервалов изменения расхода осевого потока воды по стволу скважины, фиксируемых расходограммой в неработающей (в естественных условиях) или работающей (при откачке, наливах) скважине;

в) интервалов изменения на термограмме (по стволу неработающей или работающей скважины) со значениями, резко отличающимися от значений нормального температурного градиента.

Ниже рассмотрены [4, 8, 9] геофизические критерии выделения тех или иных литологически проявленных пород коллекторов.

Песчаные коллекторы. В песчано-глинистых разрезах коллекторы обычно выделяют по кривой ПС: отрицательная аномалия ПС, если $\rho_p > \rho_v$, положительная аномалия ПС, если $\rho_p < \rho_v$.

Однако иногда (при бурении на пресном буровом растворе) кривые ПС недостаточно дифференцированы. Кроме того, часто кривые ПС бывают искажены промышленными помехами. В этом случае коллекторы выделяют по кривой ГК. На гаммакаротажной кривой глины отмечаются максимумами, а песчаные и алевролитовые пласты (коллекторы) – минимумами.

На кавернограммах характерно сужение диаметра скважины за счет образования глинистой корки. На диаграммах КС пески, песчаники и др. коллекторы, содержащие пресные воды, отмечаются высокими показаниями кажущихся сопротивлений среди вмещающих глин. В случае высокой минерализации пластовых вод коллекторы почти не выделяются по величине сопротивлений от вмещающих пород. На диаграммах акустического каротажа для коллекторов характерно увеличение интервального времени ΔT .

Глинистые коллекторы. Отдельную группу составляют песчаные коллекторы, содержащие значительное количество глинистого материала. Глинистый материал может быть рассеян по пласту или находиться в виде включений и пропластков. Одним из часто встречаемых типов глинистого коллектора является пласт, представленный тонким переслаиванием глинистых и песчаных прослоев. Выделение глинистых коллекторов осложняется тем, что физические свойства коллектора и вмещающих его глин мало различаются.

Амплитуда отклонения кривой ПС в глинистых коллекторах значительно меньше, чем у неглинистых чистых песчаных пластов. Если мощность тонко чередующихся прослоев достигает одного – двух диаметров скважины, то наряду с общим уменьшением амплитуды ПС происходит сокращение локальных минимумов и максимумов против отдельных прослоев. При этом глинистый коллектор с прослоями малой мощности, исчисляемой сантиметрами, может вовсе не отмечаться на кривой ПС. Влияние глинистого материала на удельное сопротивление глинистой породы довольно сложно и возрастает с увеличением удельного сопротивления пластовой воды. Поэтому использование кривой сопротивления для выделения глинистых коллекторов также затруднительно. Дифференциация диаграмм ГК становится также менее выразительной.

Большую помощь в выделении глинистых коллекторов оказывает кавернограмма: против глин наблюдается увеличение диаметра скважины, против коллекторов – сужение (за счет образования глинистой корки).

Выделение коллекторов непосредственно по каротажным кривым в данном случае весьма затруднительно. Более однозначные результаты даёт корреляционная увязка полученных геофизических материалов по соседним скважинам, где коллекторские свойства этих пород хорошо изучены. Однако следует помнить, что часто в плохо отсортированных песчано-глинистых отложениях коллекторские свойства не обладают хорошей выдержанностью по площади и их опознание в результате корреляции не даёт ответа на точное положение проницаемого интервала в пределах исследуемой толщи.

В случае устойчивости стенок скважины наиболее достоверные, практически однозначные результаты дают резистивиметрические и расходоиметрические наблюдения, которые не только позволяют выделить проницаемые интервалы, но и провести сравнительную оценку их водообильности.

Карбонатные коллекторы. Подразделяются [4] на высокопористые (с межзерновой пористостью) и трещинно-кавернозные.

Карбонатные коллекторы с межзерновой пористостью. Карбонатные коллекторы с межзерновой пористостью по геофизическим характеристикам близки к терригенным межзерновым коллекторам, вследствие чего на диаграммах различных методов каротажа они выделяются теми же признаками. Выделение коллекторов в этом случае заключается в расчленении разреза на глинистые и неглинистые породы и в выявлении среди неглинистых пород малопористых и пористых разностей. Пористые разности рассматриваются, как возможные коллекторы.

Для пористых и высокопористых разностей характерны следующие признаки:

1. Наличие минимумов на кривых ГК;
2. Увеличение ΔT на кривых акустического каротажа;
3. Уменьшение диаметра скважины за счет наличия глинистой корки.

Удельное сопротивление не является характерным параметром карбонатных коллекторов. Исключение составляют очень низкие удельные сопротивления (до 10–20 Ом·м), обычно соответствующие высокопористым водоносным пластам, и очень высокие удельные сопротивления (порядка нескольких тысяч Ом·м), типичные для плотных карбонатных пород.

Карбонатные коллекторы малой мощности, а также пласты, представленные частым чередованием пористых и плотных разностей, в принципе выделяются, как и рассмотренные выше мощные высокопористые коллекторы. Однако геофизические характеристики таких коллекторов менее благоприятны: по каротажным кривым не всегда удаётся отметить тонкие прослои пористых пород и определить соответствующие им параметры. Поэтому выделить по данным каротажа карбонатные коллекторы малой мощности, а также коллекторы, представленные переслаиванием пористых и плотных разностей, весьма трудно. В данном случае особое значение приобретет определение положения коллектора путём сопоставления разреза скважины с типовым геолого-геофизическим разрезом или разрезом ближайших скважин, где коллекторы известны. Перспективны такие методы ГИС, как резистивиметрия и расходомерия.

Трещинные и трещинно-кавернозные коллекторы. Эти коллекторы имеют [4] широкое распространение среди карбонатных пород. На каротажных кривых они не имеют четко выраженных характеристик и распознавание их в разрезе скважины по обычному комплексу ГИС связано с большими трудностями. Удельное сопротивление трещиноватых и кавернозных пород того же порядка, что и удельное сопротивление малопористых пород. Поэтому величина удельного сопротивления не может служить характерным признаком для выделения в карбонатном разрезе трещиноватых и кавернозных пород. Против трещиноватых пород возможно увеличение диаметра скважины вследствие ослабления их механической прочности в процессе бурения. Однако в ряде случаев против трещиноватых и кавернозных пород образуется глинистая корка и происходит сужение диаметра скважины.

Трещиноватые и трещиновато-кавернозные породы характеризуются большой поглощающей способностью по отношению к упругим колебаниям. Среди неглинистых коллекторов с межзерновой пористостью они выделяются по уменьшению амплитуд A и увеличению коэффициента поглощения α . В связи с этим акустический каротаж является перспективным методом для выделения в разрезе трещиноватых пород

Показания ГК такие же, как и против неглинистых плотных пород. Получить достоверные материалы для выявления зон трещиноватости можно с помощью скважинного акустического телевизора (САТ).

При выделении межзерновых коллекторов и коллекторов более сложных типов применяют результаты временных исследований, считая призна-

ком коллектора, изменение во времени показаний на диаграммах, зарегистрированных с одной и той же аппаратурой в одинаковом масштабе, но в разное время. Временные исследования проводят в необсаженном стволе, когда фактор времени используют для наблюдения за процессом формирования зоны проникновения в коллекторах, в основном, по диаграммам электрических методов. Путём сопоставления двух диаграмм КС или ПС, зарегистрированных через какой-то промежуток времени, устанавливают участки расхождения между первым и вторым замерами, наличие которых говорит о протекающих в этих интервалах процессах, связанных с изменением зоны проникновения во времени, что характерно для коллектора. Эффективность временных исследований при выделении и изучении коллекторов можно существенно повысить, усилив роль фактора времени сочетанием его с другими дополнительными факторами:

1. Изменением гидростатического давления в скважине,

2. Изменением физических свойств бурового раствора (метод двух растворов). Метод двух растворов используется для выделения в разрезе трещинных коллекторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровский М.Я. Проблемы геофизических исследований скважин в гидрогеоэкологии / М.Я. Боровский, С.И. Петров, А.А. Ефимов, К.А.Ефимова. – Разведка и охрана недр. – 2006. – №12. – С. 2–4.

2. Боровский М.Я. Состояние и перспективы геофизических исследований скважин в гидрогеоэкологии/ М.Я. Боровский, С.И. Петров, С.И. Поляков, А.А.Ефимов, К.А.Ефимова, В.Н.Филимонов //Тезисы докладов научно-практической конференции «Аппаратурно-методические комплексы и технологии ГИС и ядерно-геофизические методы для исследования нефтегазовых и рудных скважин», (г. Октябрьский, Башкортостан, 2–5 октября 2012 г.). – М.: ВНИИгеосистем, 2012. – С. 139–148.

3. Боровский М.Я. Геофизические исследования скважин в гидрогеоэкологии на современном этапе М.Я. Боровский, С.И. Петров, С.И. Поляков, В.И. Богатов, В.Н. Филимонов, С.В. Шакуро // Чистая вода. Казань: Сборник трудов IV Международного Конгресса «Чистая вода. Казань», Казань, 27–28 марта 2013 г. – Казань: ООО «Куранты», 2013. – С. 77–82.

4. Методическое руководство по каротажу гидрогеологических скважин / под ред. Г.Е. Яковлева. – Казань, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан: Изд-во НПО «Репер», 2007. – 135 с.

5. Петров С. И. Литологическое расчленение верхней части разреза – основа эффективного решения поисковых и гидрогеоэкологических задач / С. И. Петров // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2014. – №1–2. – С. 47–52.

6. Петров С. И. Современное состояние и перспективы изучения пермских битумов Татарстана геофизическими исследованиями скважин / С. И. Петров // Трудноизвлекаемые и нетрадиционные запасы углеводородов: опыт и прогнозы: междунар. науч.-практ. конференция. – Казань, 2014. – С. 313–316.

7. Петров С.И. Возможности геофизических исследований скважин в гидрогеоэкологии / С. И. Петров, М. Я. Боровский, А. С. Борисов, В. И. Богатов, В.Н.Филимонов // Чистая вода. Казань: V междунар. конгресс. – Казань, 2014. – С. 52–54.

8. Яковлев Г.Е. Состояние и перспективы применения методов ГИС при изучении верхней части геологического разреза на территории Республики Татарстан / Г.Е. Яковлев и др. // Минерально-промышленный комплекс твёрдых полезных ископаемых Республики Татарстан. – Казань, 1996. – С. 61–67.

9. Яковлев Г.Е. Об использовании методов ГИС при поисках и разведке пресных подземных вод в Республике Татарстан / Г.Е. Яковлев // Геологическое изучение земных недр Республики Татарстан. – Казань: изд-во Казан. ун-та, 2002. – С. 84–87.

УДК 504.06

Методология создания геоинформационной системы управления природопользованием и охраны окружающей среды для нефтегазодобывающей компании

О.П. Ермолаев, В. А. Белоногов, К.А. Мальцев

Казанский федеральный университет, г.Казань

Добыча нефти – сложный технологический процесс, приводящий к многоаспектному воздействию на окружающую среду. Решение ряда управленческих задач по оценке этого воздействия можно осуществлять, применяя такие современные информационные технологии, как создание специализированных геоинформационных систем (ГИС) природопользования и охраны окружающей среды. Возможности использования таких ГИС определяются требованиями к уровню генерализации поступающих информационных потоков. В докладе обосновываются подходы по созданию эколого-геоинформационных систем регионального и локального уровня генерализации на примере деятельности ОАО «Татнефть».

Реализация экологических программ, принятых практически во всех нефтегазодобывающих компаниях России, требует учета возможных последствий принимаемых решений. Огромные потоки информации в нефтяной отрасли при решении экологических задач должны обрабатываться на основе создания специализированных геоинформационных систем. Начиная с 1997 г. по заданию ОАО «Татнефть» нами проводятся научно-прикладные исследования в этом направлении. Целью работ является создание технологии информационного обеспечения природопользования и охраны окружающей среды на базе эколого-геоинформационной системы, как для всей компании, так и отдельных ее подразделений. Основной задачей исследования являлось создание специализированной эколого-геоинформационной системы (ЭГИС) регионального и локального уровня генерализации.

Региональная ЭГИС создана для управления окружающей средой в целом для территории дея-

тельности компании в пределах Республики Татарстан с площадным охватом более 30 000 км² в масштабе 1:200 000. Разработанные научно-методические подходы, на наш взгляд, могут быть экстраполированы в схемы размещения нефтяной отрасли и других компаний России. Отметим, что данная ГИС, внедренная в ОАО «Татнефть» еще в 2000 г. и актуализированная в 2006 г., многократно себя окупила, поскольку до настоящего времени находящиеся в ней материалы широко используются при разработке ОВОС, инженерных изысканиях и в других проектах.

Локальная ЭГИС (масштаб 1:50 000) разрабатывается для отдельного нефтегазодобывающего предприятия. Для ЭГИС разных уровней разработаны структура, наполнение геопространственной базы данных, аналитический и картографический модуль ГИС.

Основным фактором, определяющим возможности использования ГИС, является информационное насыщение, которое, в конечном счете, обуславливает масштаб и конкретную структуру ЭГИС. Для успешной работы эколого-геоинформационной системы главным условием является ее интеграция в корпоративную информационную систему нефтяной компании. Наиболее эффективно данные информационные системы работают при проведении оценки воздействия на окружающую среду, при подготовке проектной документации, обосновывающей намечаемую деятельность, а также при оптимизации взаимодействия в сфере охраны окружающей среды и природопользования с государственными природоохранными структурами, органами государственной власти, местного самоуправления, а также с общественностью.

УДК 502.1

Экологические ситуации и методология системно–иерархического моделирования техногенных катастроф

Э.М. Хакимов, д.ф.н., к.геол.-мин.н., проф., Р.З. Мухаметшин, д.геол.-мин.н., доцент,
Э.Н. Кузина, аспирант

Казанский федеральный (Приволжский) университет, г.Казань, miki38@mail.ru

Аннотация. На основе общенаучной характеристики экологических ситуаций рассматриваются методологические аспекты моделирования техногенных катастроф.

Цель исследования: системный анализ моделирования многоуровневых экологических ситуаций и вопросы прогноза техногенных катастроф.

Задачи исследования: Определение понятия экологической ситуации, выявление его общенаучной системной природы и методологической роли при моделировании техногенных катастроф.

Объект исследования: техногенные катастрофы.

Методология исследования: Междисциплинарный системно-иерархический анализ. Моделирование с элементами формального (математического) описания пространственной структуры модели.

Положение дел в исследуемой области: Широкое распространение в настоящее время получает математическое моделирование экологических проблем, с использованием компьютерных программ. Можно отметить широту масштабов моделируемых экологических ситуаций начиная от глобальных моделей Римского клуба и заканчивая моделью загрязнения среды отдельной бензоколонкой.

Различие масштабов, качественное разнообразие и ускорение процессов воздействия на природу со стороны развивающегося общества, предъявляют особые требования к изучению экологических ситуаций и их связи с техногенными катастрофами. Возникает проблема обобщения разнообразных взаимоотношений человека и окружающей его среды. Появляется необходимость находить во всех различных и разнообразных процессах взаимоотношения общества и природы не только различные, но и тождественные свойства структур, а это требует обобщения, абстрагирования и служит условием формализации рассматриваемых взаимоотношений.

Представление о сущности понятия ситуации, методологии ситуационного подхода, его использование в различных областях знания изложено в работах Н. Солодухо и его коллег [1,2].

Исследования Н. Солодухо позволили раскрыть общенаучные междисциплинарные особенности ситуационного подхода, выявить философский потенциал категории «ситуация» и показать противоречивую природу феноменов ситуации и ситуаци-

онности, которые оказались «связаны как с ситуативными, так и с системными представлениями» [2. С.3]

Исходя из изложенных выше соображений, понятие экологическая ситуация рассматривается нами как сложный объект – система, характеризующаяся свойствами системности и иерархии, позволяющими моделировать взаимоотношения между такими сложными иерархическими устройствами объектами как общество и природа. При этом возникает проблема перехода от глобальных экологических ситуаций к конкретным экологическим проблемам, и в частности, к техногенным катастрофам, количество которых возрастает по мере развития научных достижений. Естественно, требуются новые подходы к анализу взаимоотношений мегасистем, учитывающие сложную разномасштабную природу огромного числа взаимодействующих факторов, порождающих экологическую ситуацию, опасную для существования человечества. Создание соответствующей программы, описывающей все разнообразие взаимодействующих разнообразных факторов, связанных с взаимодействием человека и природы, в масштабе планеты практически невозможно, даже при самых мощных вычислительных машинах. Приблизиться к описанию взаимоотношений сложных многоуровневых систем и построению соответствующих моделей можно только на основании обобщения множества качественно различных свойств объектов, процессов и взаимодействий между мыслительной и технической деятельностью человека и многоуровневой структурой живой и неживой природы. Однако это не безнадежное дело. Разработка междисциплинарных, системно-иерархических методов, новых методологических средств позволяет приблизиться к решению проблемы. Но следует учесть, что результаты, полученные на основании системного анализа, не всегда могут быть использованы в практической деятельности. Требуется соответствующая интерпретация этих результатов и их обработка. Но их функция важна для естественнонаучных дисциплин и заключается в теоретизации и интегрировании научной структуры последних и подготовки базы для использования тех математических средств, которые учитывают специфику естественнонаучной или гуманитарной дисциплины.

Методология теории иерархии позволяет строить взаимоотношения качественно различных объектов, распределяя их по свойствам и масштабам на различных уровнях организации и связывая отношениями иерархии в многоуровневой системе. Исходя из данного подхода, и в зависимости от целей исследователя, многообразие факторов воздействия на природу можно упорядочить в виде иерархически сопряженных уровней структурной организации. Иерархическое сопряжение уровней и их объектов, в определенном геометрическом пространстве на основании принципа вхождения и выхода уровней определяет возможность формального описания взаимоотношений качественно различных объектов [3]. Выстраивая факторы воздействия общества на природу и результаты этого воздействия в виде двух иерархических систем, мы получаем возможность сведения глобальных взаимоотношений общества и природы к более конкретным взаимоотношениям их подуровней и формального описания взаимоотношений последних. При этом рассматриваются взаимоотношения уровней, как внутри отдельной системы, так и взаимоотношения уровней двух различных систем, в свою очередь, являющихся уровнями структурной организации общества и структурной организации природной среды. Анализ моделей, позволяет рассматривать экологическую ситуацию как результат взаимодействия двух систем, имеющих как общие, так и различные свойства [4].

В отличие от редукционизма, сводящего взаимоотношения двух систем к взаимоотношениям их изолированных частей, отрывая последние от самих систем, моделирование на принципах теории иерархии позволяет сохранять принадлежность взаимодействующих частей-уровней их системам. Предлагаемый авторами подход позволяет при моделировании связывать иерархическими отношениями как качественно различные, разномасштабные объекты, так и близкие по своим свойствам объекты экологических ситуаций. Указанные свойства взаимоотношений объектов, порождаемых на основании взаимодействия технократического общества и природной среды, служат методологическим основанием классификации частей-объектов различных экоситуаций. Принципы вхождения и выхода, деления и объединения уровней в пространстве структурной организации модели определяют не только формализацию взаимоотношений уровней, но позволяют также использовать принцип симметрии при моделировании экоситуаций. Симметрия, как фундаментальное свойство природы и социально организованных систем, служит средством обобщения огромного числа различных свойств объектов экологических ситуа-

ций, а моделирование закономерного нарушения симметрии при увеличении или уменьшении числа уровней можно связать с увеличением или уменьшением масштабов моделируемых объектов и состоянием устойчивости и неустойчивости взаимодействующих систем [5].

Каждая числовая характеристика отдельного уровня организации содержит информацию о его положении в пространстве структурной организации, а также о числе вошедших в её структурную организацию подуровней и информацию о вхождении данного уровня в качестве единицы целостности во все вышележащие уровни.

Указанные выше свойства языка описания взаимоотношений уровней организации, обусловлены двойственной природой уровней организации. Каждый уровень организации является частью уровней более высокой организации и одновременно целостностью, включающей в себя собственные подуровни [6]. Говоря о языке описания подобных структур и взаимоотношениях их частей, следует подчеркнуть, что формальное (математическое) описание взаимодействия экоситуаций и взаимоотношений их частей, должно учитывать двойственную природу этих объектов. Из двойственной природы следует, что экологическое воздействие на среду в малом масштабе нельзя охарактеризовать на языке описания глобального воздействия на среду, и наоборот [7].

Из теории иерархии также следуют выводы по развитию сложных многоуровневых систем. Уровни организации систем имеют как общие, так и различные свойства. В процессе развития порождение нового уровня организации сопровождается появлением у него свойства эмерджентности (нового свойства), отсутствующего у предыдущих уровней, входящих составной частью его структурной организации. Развитие многоуровневой системы ведет к тому, что каждый уровень организации, входя в состав уровня более высокой организации, отдает часть своих ресурсов на общее использование, сохраняя функции управления частью своих подсистем и беря на себя определенные обязательства по отношению к большей системе, частью которой она становится.

Увеличение сложности иерархической системы, ведет к неустойчивости её функционирования (управления собственными частями). Последнее преодолевается на основании порождения подобных ей систем и возникновением вероятностных отношений между новыми однородными системами, в соответствии с законами синергетики. Исходя из теории иерархии, механизмы развития и саморазвития многоуровневых систем взаимоотношения человека и природы связаны с ростом неус-

тойчивости и преодолением этой неустойчивости [4,8].

Использование методологии теории иерархии позволяет создавать классификации качественно различных и разномасштабных объектов и терминов, характеризующих данные объекты. А также классифицировать факторы, вызывающие процессы катастрофического изменения и разрушения разнообразных природных и социально организованных систем.

Новизна исследования заключается в том, что классификационные признаки (свойства, факторы, термины, понятия, определения), характеризующие объекты техногенных катастроф или процессы, обуславливающие последние, объединяются в иерархически связанную систему. В этой системе классификационные признаки, факторы, понятия, термины связываются между собой отношениями вхождения и выхождения, что определяет существование нижележащего фактора (свойства) в пространстве вышележащего фактора (свойства). Введение пространственных уровней отношений во взаимоотношения катастрофического воздействия, обусловленного природными или человеческими факторами, позволяет описывать взаимоотношения последних на основании числовых отношений, а также обобщить их качественно различные свойства на основании свойства симметрии [9]. При данном методологическом подходе, позволяющем формализовать отношения качественно различных факторов, мы получаем возможность не только классифицировать факторы, породившие техногенные катастрофы, но и на основании сочетания факторов разных уровней (или системы уровней) прогнозировать возможность возникновения катастроф, различного масштаба на основании законов иерархии.

Рассматривая техногенную катастрофу, как определенную экологическую ситуацию, мы можем классифицировать техногенные катастрофы, также по их масштабу, факторам воздействия на среду, приводящим к специфическим катастрофам, обусловленными определенными видами антропогенной деятельностью (нефтедобычей, деятельностью химических предприятий или отдельными отраслей промышленности, строительство гидроэлектростанций и т.п.). Возможна также классификация факторов воздействия на среду по отдельным районам, регионам или отдельным областям [10].

Введение представления о закономерном нарушении симметрии при увеличении и уменьшения числа уровней в модели иерархической системы техногенных факторов позволит моделировать наступление критических ситуаций техногенного воздействия на окружающую среду и создавать

электронную базу факторов, служащую определенным эталоном при оценке техногенных катастроф и прогнозе последних.

Развитие предлагаемых идей требует дальнейшего уточнения понятий, характеризующих данные процессы, и оказывающих влияние на классификацию терминов и понятий экологических ситуаций, приводящих к техногенным катастрофам [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Солодухо Н.М.* Категориальный и концептуальный анализ ситуационности бытия // Ситуационные исследования: Выпуск 3. Ситуационность бытия. Казань. 2011. С. 11-14.
2. *Солодухо Н.М.* Методология ситуационной картины мира // Ситуационные исследования: Выпуск 4. Ситуационная картина мира. По материалам международной научно-философской конференции. Казань. 2011. С. 6-11.
3. *Хакимов Э.М., Мухаметшин Р.З.* Принцип иерархии и его использование при инновационном проектировании нефтяных месторождений // Развитие и динамика иерархических (многоуровневых) систем. (Философские, теоретические и практические вопросы). Сб. статей по материалам V международной конференции (11-13) ноября 2013 г. .Кн 1.Казань. С. 148-155.
4. *Хакимов Э.М.* Диалектика иерархии и неиерархии в философии и научном знании. - Казань. - Изд. ФЭН АН РТ., 2007. - 288 с.
5. *Хакимов Э.М., Уразметов И.А., Губеева С.К., Шарафутдинова Э.Р.* Иерархия, симметрия усложняющихся систем и некоторые проблемы экологии // Экологическое образование и воспитание как факторы социального, экономического и нравственного развития общества (теоретические и практические аспекты). Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции 13-15 апреля 2009. Казань. 2009. С. 117-124.
6. *Хакимов Э.М., Торсуев Н.П., Солнышкина М.И., Рафикова Ф. З., Кузина Э.Н.* Аспекты иерархии и некоторые проблемы теоретизации экологического знания. Ученые записки Казанского государственного университета. Т.155. кн.1. 2013 г. С. 178-189.
7. *Хакимов Э.М., Рафикова Ф.З., Кузина Э.Н.* О теории иерархии и двойственной природе её объектов (философско-системные аспекты). Вестник ТГГПУ. 4(26) 2011. Казань. С. 142-147.
8. *Хакимов Э.М., Салихова А.Ф., Мусин А.Г.* Общая теория экологии, миф или реальность // Экологическое образование и воспитание как факторы социального, экономического и нравственного развития общества (теоретические и практические аспекты). Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции 13-15 апреля 2009. Казань. 2009. С. 56-61.
9. *Хакимов Э.М., Карагодин Ю.Н., Мухаметшин Р.З.* Проблемы классификации объектов стратигра-

фии осадочных бассейнов. Системно–иерархический подход // GEOINFORMATIKA, 2015, №2 (54). С. 1-4.

10. Хоменко М.В., Гумеров А.М., Хакимов Э.М., Тунакова Ю.А., Газизов И.С. Управление экологической безопасностью в регионах интенсивного нефтехимического и общепромышленного развития с повышенной степенью кумулятивного воздействия на природ-

ный комплекс. // Сб. статей по материалам международной научно-практической конференции Экологическое образование и воспитание как факторы социального, экономического и нравственного развития общества (теоретические и практические аспекты). Казань. 2009. С. 16- 24.

УДК 504.03

Влияние социальной стратификации общества на экологическую безопасность среды обитания человека

Э.Н. Кузина, аспирант, **Э.М. Хакимов**, д.ф.н., к. геол.– мин.н., профессор

ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г.Казань, ehlvira-kuzina@rambler.ru

Аннотация: В статье рассматривается влияние социального разделения общества на взаимоотношения человека и окружающей природной среды.

Ключевые слова: общество, социальная стратификация, неравенство, экология, природная среда.

Цель статьи: Выявление влияния социальной стратификации (разделения общества на социально различные слои) на взаимоотношения человека и окружающей его среды.

Задачи исследования:

1. Краткий анализ понятия социальной стратификации.

2. Выявить влияние социального разделения общества на взаимоотношения человека и окружающей его среды.

Исследование взаимоотношений общества и природы привлекает особое внимание в связи с ростом противоречий в данных взаимоотношениях, что обусловлено ускорением техногенного воздействия на природу, ростом населения. Рост числа природных и техногенных катастроф, изменение климата под воздействием разработки полезных ископаемых и их переработки ставят перед исследователем задачу анализа взаимоотношений общества и природы в виде анализа взаимоотношений двух многоуровневых, сложных систем. В этом плане социальная дифференциация общества, его разделение на социально различные слои людей оказывает определенное влияние на взаимоотношения общества и природы, потому что в обществе, в котором развиты противоречия, экономические, политические, социальные, религиозные и т.д., порождает и углубляет противоречия со средой своего обитания.

Проблема изучения понятия социальная стратификация (СС) и её взаимоотношений с понятиями и категориями разных областей знания приобретает особое значение в связи с разворачивающимися политическими и экономическими событиями в глобальном масштабе. Выявление взаимосвязи числа страт с политическим устройством госу-

дарств, понятиями демократия и тоталитарность требуют выявления структурной организации и эволюции данного понятия, а также разработки методологии изучения социальной стратификации [1]. Понятие социальной стратификации в интерпретации разных авторов характеризуется как понятие, связанное с развитием общества и появлением неравенства граждан в социальной организации этого общества. В. Радаев и О. Шкаратан связывают социальную стратификацию с одной из наиболее развитых частей социальной теории, подчеркивая, что «Основы ее были заложены М. Вебером, К. Марксом, П. Сорокиным, Т. Парсонсом» [2]. П.Сорокин определил социальную стратификацию как «дифференциацию некой данной совокупности людей (населения) на классы в иерархическом ранге. Она находит выражение в существовании высших и низших слоев. Ее основа и сущность - в неравномерном распределении прав и привилегий, ответственности и обязанностей, наличия или отсутствия социальных ценностей, власти и влияния среди членов того или иного сообщества» [2].

Согласно М.Глотову, - «В социологии под стратой понимается социальный слой, принадлежность к которому определяется совокупностью определенных показателей и индикаторов» [3]. М. Вебер определял социальную структуру как «способ, каким социальные почести распределяются в сообществе между типичными группами, участвующими в таком распределении» [3].

По Н. Иконниковой в основе определения понятия стратификация лежит еще одно понятие - социальная дифференциация [4]. По её мнению, этот термин означает дифференциацию людей на категории или группы, связываемые вертикально и горизонтально ориентированными отношениями.

Социальная однородность граждан в Советском союзе определяла отношение общества и каждого индивида к окружающей среде на основе идеологии построения коммунизма и рассматривалась че-

рез призму государственной (общественной) собственности на средства производства, недра и землю. Перестройка, сменившая идеологию коммунистических отношений на идеологию капитализма (в его наихудшем варианте дикого капитализма), естественно, повлияла на отношение членов нового общественного строя к окружающей среде (природе и её компонентам). Данное изменение отношения к окружающей среде было спровоцировано также потерей идеологического стержня, быстрым, неконтролируемым обогащением одних и обнищанием других.

Хаос в общественных отношениях граждан, способствующий порождению олигархических и государственных корпораций, торможение развития малого и среднего бизнеса, неспособность бывших советских граждан защищать свои права перед новым господствующим классом российских капиталистов, отодвинули перед российским обществом проблему защиты окружающей среды на задний план. Одним нужно было сколачивать капитал, преобразовывать государственную собственность в частную личную собственность и создавать новые органы государственной власти, закрепляющие господство одних над другими. Другие стремились приспособиться к новым условиям жизни и учились выживать.

Результатом такого переходного состояния общества явилась дифференциация последнего на ряд социальных уровней (страт), представители которых по отношению к уровню жизни, доходам, возможностям реализации карьеры, образованию, медицинскому обслуживанию различались весьма существенно, что породило у большинства граждан ощущение несправедливости и социального неравенства.

Постепенное налаживание экономики страны и принятие Федерального закона от 10 января 2002г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» упорядочило взаимоотношение общества и природной среды обитания, гарантируя каждому члену этого общества право на благоприятную окружающую среду.

Федеральный закон определял правовые отношения государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивая «сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений ...» [5]. Естественно, он не касался вопросов дифференциации постсоветского общества на ряд социальных страт. Эту задачу должны выполнять совместно социологи, экологи и экономисты, потому что взаимоотноше-

ния природы и общества, дифференцированного на различные слои (страты), различающиеся по своему уровню жизни, отличаются от взаимоотношений общества с малой степенью дифференциации и природной среды. При этом следует отметить, что экономика в новой России, в отличие от экономики Советского союза, базируется преимущественно на добыче и продаже природных ресурсов крупными государственно-частными корпорациями. Следует также учесть, что коррупция, пронизывающая все уровни российского общества и власти в целом, также не позволяет реализовать все статьи Федерального закона, регулирующие «отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду...» [5].

Ряд техногенных катастроф, происходящих на шахтах, ГЭС, а также транспортные и авиационные аварии, пожары и наводнения показывают, что взаимоотношение общества и среды обитания последнего, связаны не только с природными факторами, существенную роль при этих катастрофических процессах играет все более возрастающий человеческий фактор. Наличие в обществе слоев (страт), разделяющих граждан по уровню доступности к социальным благам, создает в таком обществе не только противоречие между группами и слоями этого общества. Как показали исследования социологов и политологов, возникают различные взгляды членов общества на взаимоотношения общества с природой. Эти взгляды колеблются от полного равнодушия к проблеме охраны и защиты природы, до противников технического прогресса, борющихся против освоения полезных ископаемых методами «зеленых».

Разделение общества на социально разделенные страты влечет за собой также другие проблемы, которые, в той или иной степени связываются с взаимоотношением общества и средой обитания человека. Теория П. Сорокина о вертикальной и горизонтальной мобильности индивидов реализуется в новой России на основании приезда большого числа мигрантов и перемещением российских граждан в поисках заработка по стране и за её пределами. Нет сомнений в том, что указанные процессы в той или иной степени, связываются с экологическими проблемами взаимоотношения общества и природы. Проблема связи числа социальных страт с государственным устройством, в плане тоталитарного или демократического управления, затрагивается в статье Э.Хакимова и др. [1].

Находясь в фазе второго кризиса, поразившего уже глобальную экономику, мы считаем, что изучение взаимосвязи социальной структурной орга-

низация общества и природной среды имеет значение также для экономики и политического состояния российского общества.

Исходя из таких выводов, следует продолжить исследования по влиянию социального устройства общества на взаимоотношения общества и природной среды его проживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хахимов Э.М., Валиуллин Р.Д., Хабибуллина Ю.И. Методологические и теоретические проблемы социальной стратификации. Ученые записки Казан-

ского гос. Университета. Том 151, кн.1. Гуманитарные науки. 2009. С.91-96.

2. Радаев В.В., Шкаратан О.И. Социальная стратификация. - М.: Аспект Пресс, 1996.-318с.

3. Глотов М.Б. Современные концепции социальной стратификации, Глотов М. Б. Журнал "Социальные проблемы" (СПб, 2008, №2)

4. Иконникова Н.К. Современные концепции социальной структуры и социальной стратификации. Реферативный обзор. Журнал «Личность. Культура. Общество». Избранные статьи: 2002 г. Т.2 вып.3(4).

5. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» <http://base.garant.ru/> вход 16/04. 2015.

УДК 504.062.2

Водопотребление и водоотведение в Республике Татарстан в современный период

Е.А. Минакова¹, к.г.н., доцент, Ф.Ф. Мухаметшин², директор, А.П. Шлычков², ведущий инженер

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань

² ФГБУ «Средволгаводхоз», г.Казань,

Качество вод в Куйбышевском водохранилище формируется под влиянием транзитного переноса загрязняющих веществ с вышележащих субъектов Российской Федерации, а также за счет сбросов недостаточно очищенных сточных вод промышленных и коммунальных предприятий и поверхностного стока с урбанизированной территории, примыкающей к акватории водохранилища. Кроме того, существенный вклад в загрязнение водных объектов вносит геологическая среда и аэротехногенное загрязнение [1-3]. И это далеко не полный перечень наиболее значимых факторов, которые обуславливают загрязнение водных ресурсов Куйбышевского водохранилища и его притоков.

На долю Волжского бассейна приходится более трети общего сброса сточных вод в Российской Федерации [4-6]. Однако, несмотря на высокую обеспеченность региона очистными сооружениями, эффективность их работы крайне низка, в результате чего в водные объекты поступает большое количество загрязняющих веществ. Практически все водные объекты бассейна р. Волги подвержены антропогенному воздействию, среднегодовые концентрации многих загрязняющих веществ превышают предельно допустимые, а качество воды большинства из них не отвечает нормативным требованиям. В настоящее время вклад антропогенной нагрузки в формирование качества водных ресурсов РТ уже соизмерим с природными факторами [7].

Водопотребление и водоотведение в Республике Татарстан (РТ) в ретроспективе лет 1998–2014 гг. изучено в целях оценки его влияния на уровень загрязнения вод.

Динамика забора воды из природных источников в РТ приведена на рис. 1. Анализ рис. 1. показывает, что величина забора воды из природных водных объектов за рассмотренный период снизилась на 202,47 млн. м³ или на 18,7%. В период 1998-2009 гг. зарегистрировано снижение забора воды из природных водных объектов, а с 2010 г. отмечается рост. Максимальный забор воды из природных водных объектов осуществлялся в 1998 г 1081,88 млн. м³, а минимальный в 2009 г. 736,74 млн. м³.

С одной стороны причиной снижения забора воды из природных водных объектов послужило уменьшение объемов производства, а с другой стороны внедрение на объектах экономики технологий, направленных на снижение потребления воды.

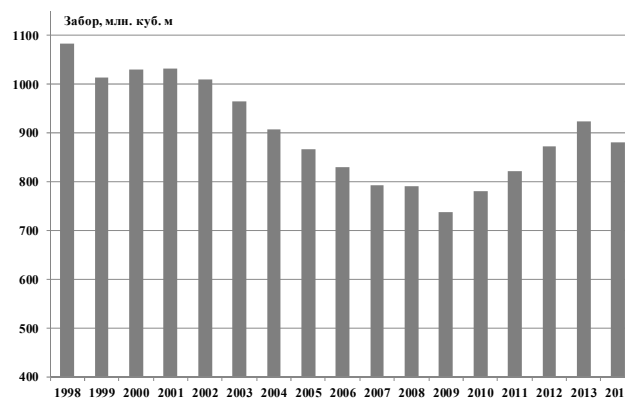


Рис. 1. Забор воды из природных водных объектов, млн. м³

Динамика сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ приведена на рис. 2. Анализ рис. 2. показывает, что величина

сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ за рассмотренный период снизилась на 54,131 млн. м³ или на 7,3%. В период 2000-2009 гг. отмечается снижение сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, а с 2010-2014 гг. отмечается рост. Максимальные сбросы загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты зарегистрированы в 2000 г. и составляли 768,262 млн. м³, а минимальные в 2009 г. – 548,16 млн. м³.

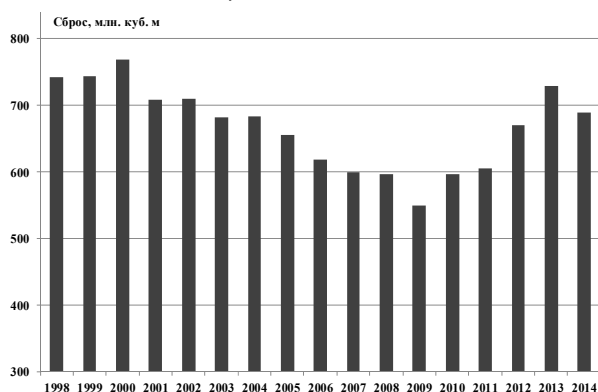


Рис. 2. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ, млн. м³

Установлено, что связь между забором воды из природных водных объектов и сбросом загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ (рис. 3) выражается уравнением регрессии:

$$V_c = 0,57V_3 + 154,28, \quad (1)$$

где V_3 – забор воды из природных водных объектов, V_c – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ.

В уравнении регрессии коэффициент корреляции между значениями V_3 и V_c $r = 0,93$. Коэффициент корреляции является значимым на уровне $\alpha = 0,05$. Фактор V_3 определяет 87% дисперсии V_c . Для анализируемого случая $R^2 > 0,7$, что свидетельствует о высокой силе связи между величинами V_3 и V_c .

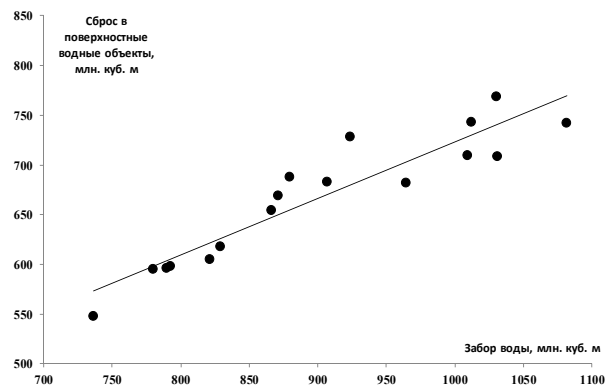


Рис. 3. Связь между забором воды из природных водных объектов и сбросом загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ

Значения фактических (V_{cf}) и рассчитанных (V_{cp}) значений сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ с использованием уравнения регрессии (1) приведены на рис. 4.

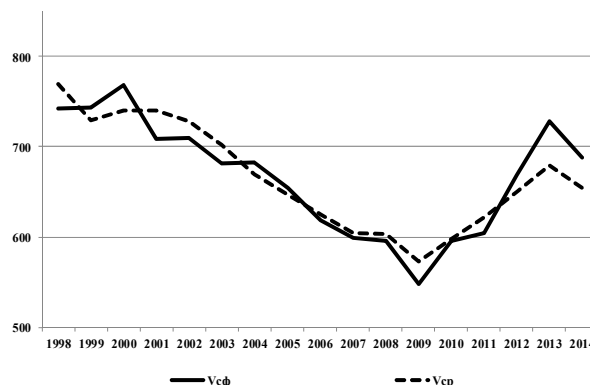


Рис. 4. Изменчивость фактических (V_{cf}) и рассчитанных (V_{cp}) значений сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ

Как показывает анализ рис. 4 наблюдается хорошая сопряженность фактических и рассчитанных значений величин сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ.

Полученное уравнение регрессии может быть использовано для прогноза сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты РТ.

Анализ приведенных материалов показывает, что, несмотря на наметившуюся тенденцию уменьшения антропогенной нагрузки на водные объекты, адекватного улучшения качества поверхностных вод не происходит и качество поверхностных вод в многолетний период характеризуется 3 классом «загрязненная» и «очень загрязненная» и 4 классом качества «грязная» вода [8].

В целях улучшения качества вод в Куйбышевском водохранилище и его притоках необходимо снижение диффузного сброса путем очистки сточных и талых вод с территории крупных промышленных комплексов, расположенных на водосборной площади, а также проведение залесения и залужения водоохраных зон. Кроме того, необходимо продолжить работы по дальнейшему совершенствованию очистки сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, осуществляющих сбросы в Куйбышевское водохранилище и его притоки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булка Г.Р., Латыпова В.З., Шлычкова Е.А., Шлычков А.П., Медь в поверхностных водах Республики Татарстан // Международная конференция. Экологическая геология и рациональное недропользование. Становление научного направления и образования. Санкт - Петербург. 1997. — С. 60 - 61.

2. Валетдинов А.Р., Валетдинов Р.К., Валетдинов Ф.Р., Горшкова А.Т., Шлычков А.П. Аэротехногенное загрязнение снежного покрова Республики Татарстан химическими элементами // Тезисы докладов Международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек – 4» Тольятти, 2008. – С. 21.

3. Валетдинов А.Р., Валетдинов Р.К., Валетдинов Ф.Р., Горшкова А.Т., Шлычков А.П. Способ оценки аэротехногенного загрязнения снежного покрова химическими элементами // Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов. Материалы пятой Международной научно-практической конференции. Часть I. – Днепропетровск, 2009 г. – С. 191 – 192.

4. Бортник В. М., Кукса В. И., Салтанкин В. П. Современная геоэкологическая ситуация в Волго-

Каспийском бассейне // Водные ресурсы. – 1997. – Т. 24, № 5. – С. 75.

5. Качество поверхностных вод Российской Федерации в 2011 г. Ежегодник. Ростов-на-Дону. ГХИ. 2012.- 552 с.

6. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. – М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. – 88 с.

7. Качество поверхностных вод Российской Федерации в 2010 г. Ежегодник. Ростов-на-Дону. ГХИ. 2011.- 552 с.

8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году». 483 с.

УДК 504.062.2

Анализ водохозяйственной деятельности в бассейне р. Свияга

И.А. Рысаева, ассистент

Казанский федеральный университет, г. Казань, gysira85@mail.ru

Республика Татарстан обладает значительным водно-ресурсным потенциалом, формирующимся преимущественно, за счет собственного и транзитного стока рек, выступающих важнейшими стратегическими ресурсами в обеспечении экономического развития и народнохозяйственных потребностей региона. Выступая первоочередными источниками водохозяйственной деятельности, водотоки Татарстана, зачастую, испытывают не просто потребительское, а антиэкологическое воздействие со стороны водопотребителей различной отраслевой принадлежности. Наряду с аккумуляцией «негативных» итогов территориальной водохозяйственной деятельности, проблема рек обостряется еще и тем, что некоторые предприятия, функционирующие на территории водосборных бассейнов рек, не имеют скоординированного «водосберегающего» плана. Перечень фактов можно было бы продолжить, но, уже очевидно, что интегральная антропогенная нагрузка превышает ассимиляционные способности подавляющего большинства рек, что чревато необратимыми изменениями водных объектов и нарушением экологического равновесия в них [1].

В контексте данной проблемы, в качестве частного рассмотрения, представляет интерес оценить и выявить последствия ведения водохозяйственной деятельности в бассейне реки Свияга.

Бассейн р.Свияга общей площадью водосбора 16,7 тыс. км² (в РТ – 7,1 тыс. км²) и длиной в пределах региона исследования 161 км расположен на правобережной стороне среднего течения

Волги [2]. Рубежами бассейна служат водоразделы между Свиягой и Волгой на севере и востоке; Усой и Сызранкой – на юге, Сурой – на западе; Цивилем и Анишем – на северо-западе. Административно, бассейн реки расположен в пределах 3-х субъектов РФ – Ульяновской области, Чувашской Республики и Республики Татарстан.

Главной рекой бассейна является собственно Свияга, которая берет начало в 5 км от н.п. Кузоватово Ульяновской области и впадает в Куйбышевское водохранилище (Свияжский залив) в 1,5 км ниже н.п. Соболевское Верхнеуслонского района РТ. Свияга принимает 79 притоков, наиболее крупные из которых Карла, Кубня, Бирля, Була, Цильна, Улема. Средний многолетний годовой расход воды в устье реки составляет 48,76 м³/с, весенний сток, выраженный в виде слоя, стока колеблется от 50 до 150 мм. Пространственная изменчивость стока, в основном, контролируется как зональными факторами, так и местными ландшафтными условиями формирования весеннего половодья (распаханность территории, степень регулирования местного стока прудами, наличие лесов и т.п.). Средняя плотность речной сети в бассейне 0,39 км/км².

Водопользование в бассейне Свияги имеет типично комплексные черты. Водные ресурсы бассейна используются для нужд промышленности, сельскохозяйственного водоснабжения, ЖКХ. Среди водопользователей, использующих водные ресурсы бассейна реки за период с 2000 по 2014 гг., следует отметить: ОАО «Буинский сахарный завод», «Буинский спиртзавод», Татар-

ское геол.-развед. Управление ОАО «Татнефть», ОАО «Кайбицкий рыбхоз», Кулангинский молокоприемный пункт филиала ОАО «ВАМИН Татарстан» «Казанский молочный комбинат», филиал ОАО «Сетевая компания» Буинские электрические сети, ряд крестьянско-фермерских хозяйств. Наряду с забором воды для различных нужд, осуществляется и сброс сточных вод в водотоки, т.е. можно говорить о том, что предприятия-водопользователи являются и источниками загрязнения бассейна р. Свияга.

Величина суммарного водопотребления в бассейне р.Свияга за период с 2000 по 2014 гг. составила 70 707,5 тыс. м³, причем на долю главной реки бассейна пришлось 21 596,8 тыс. м³. Из общей величины забора воды – 67576,2 тыс. м³ воды было затрачено на производственные нужды ОАО «Буинский сахарный завод», «Буинский спиртзавод», ОАО «Кайбицкий рыбхоз», а оставшаяся величина приходится на удовлетворение потребностей в воде сельскохозяйственных предприятий.

Величина забора воды в р. Свияга отраслями промышленности, сельским хозяйством за период рассмотрения изменялась как в сторону увеличения, так и уменьшения, однако, последние 5–6 лет наметилась, в целом, тенденция к сокращению водопотребления, т.е. сбережению водных ресурсов реки (рис. 1).

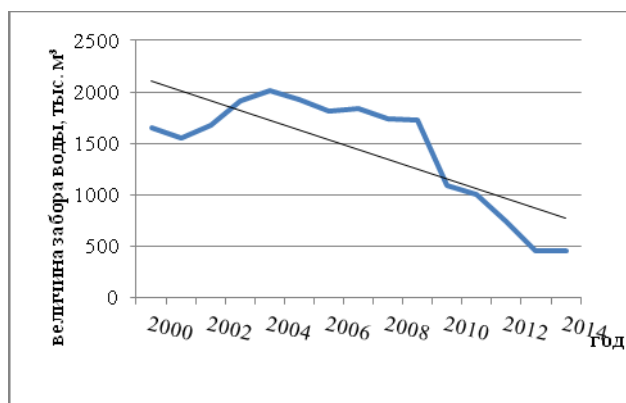


Рис. 1. Динамика забора воды в р. Свияга

Так, например, в 2000 году на производственные нужды Буинского сахарного завода забор воды составил 1501,0 тыс. м³, а в 2013 году уменьшился до величины 454,1 тыс. м³.

В целом, по бассейну реки за период с 2000 по 2014 гг. фиксировалось скачкообразное изменение величины забора воды предприятиями разной отраслевой принадлежности и, поэтому, выявить единый тренд в использовании вод представляется затруднительным (рис. 2).

В период с 2000 по 2014 в бассейн реки Свияга было отведено 71 855, 7 тыс. м³ сточных вод,

сброс непосредственно в р. Свияга составил 49 215, 8 тыс. м³. Основными загрязнителями вод Свияги и ее бассейна, как и в случае с забором воды, явились предприятия промышленности и ЖКХ. В меньшей степени и количестве, за период рассмотрения поступило сточных вод от мелких агрофирм, использующих водные ресурсы бассейна Свияги.

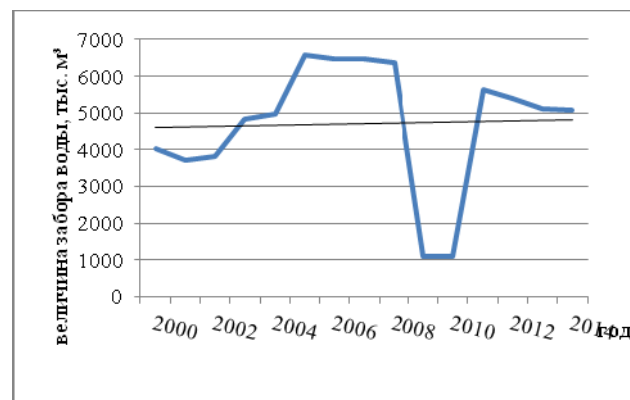


Рис. 2 Динамика забора воды по бассейну р. Свияга

Показатель сброса загрязнённых вод по бассейну Свияги был изменчив за период с 2000 по 2009 гг., как в сторону увеличения, так и уменьшения, а с 2009 г. и вплоть до настоящего времени наблюдалось устойчивое сокращение сброса сточных вод в Свиягу и ее притоки (рис. 3). Возможно, это связано со снижением производственных нагрузок, нормированием сброса сточных вод, улучшением систем очистки загрязнённых стоков.

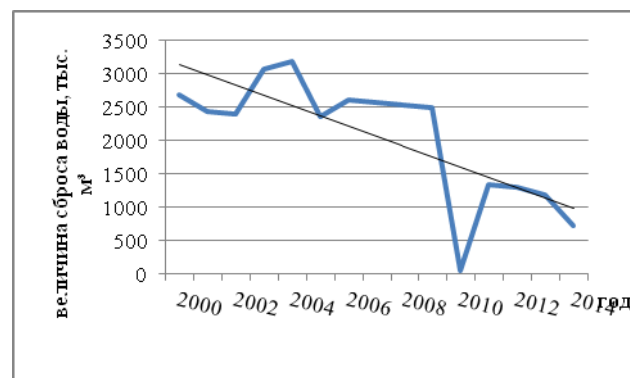


Рис. 3 Объём водоотведения в бассейн р. Свияга за период с 2000 по 2014 гг.

В 2009 г. объём сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, составил по р. Свияга 2,15 млн. м³, по р. Карла – 0,17 млн. м³, Бирля – 1,11 млн. м³, Улема – 0,16 млн. м³ и Малой Цильне – 0,03 млн. м³, соответственно. Ингредиентный состав загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в Свиягу и ее притоки, был представлен взвешенными веществами, нитрат- и нитрит-ионами, сульфатами, показателем су-

хой остаток, в меньших концентрациях в водах бассейна Свияги за рассматриваемый период присутствовали железо, фосфор, нефть и нефтепродукты.

В 2014 г. по сравнению с 2009 г. зафиксировано увеличение содержания взвешенных веществ, как в самой Свияге, так и ее притоках и, напротив, снижение концентрации нитратов по основным притокам, за исключением самой Свияги.

Самой загрязненной рекой бассейна за данный период явилась Свияга, а наиболее загрязненным ее притоком – р. Улема. Высокое содержание отдельных поллютантов в водах Улемы и Свияги, в частности, азотсодержащих соединений, связано с хозяйственной направленностью региона, по которому они протекают.

Минерализация воды р. Свияги колеблется в пределах 400-1100 мг/л [3]. В течение большей части года Свияга относится к рекам с повышенной минерализацией, в весеннее половодье суммарное содержание ионов падает до 150 –200 мг/л.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А.Б. Водные проблемы: мифы или реальность / А.Б. Авакян. – М.: Знание, 1991. – 45 с.
2. Водные объекты Республики Татарстан / Под ред. Б.Г. Петрова, Р.А. Шагимарданова. – Казань: Пик Идель-Пресс, Институт экологии природных систем, 2006. – 504 с.
3. Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Мешы, Казанки и Свияги). – Казань: ФЭН, 2003. – 289 с.

УДК 504.748

Оценка качества вод реки Кубня по видовому разнообразию зообентоса

А.Р. Ильясова¹, к.б.н., доцент, А.В. Мельникова², к.б.н., с.н.с.

¹ ФГАУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г.Казань, Lie4ka_101@mail.ru

² Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, d.bugensis@mail.ru

Введение

В современных условиях в наибольшей степени антропогенному воздействию подвергаются водные экосистемы. Река Кубня протекает по территории Чувашии и Татарстана, является левым притоком реки Свияги. Многочисленные населенные пункты оказывают влияние на речную систему. Приоритетными загрязняющими веществами в водной среде рек Республики Татарстан (р.Свияга, р.Карла, р.Меша, р.Кубня, р.Берсут) являются ХПК, БПК₅, азот нитритный, медь, нефтепродукты, азот аммонийный, железо общее, сульфаты. Реки Берсут и Кубня, в основном, находятся под воздействием неорганизованных источников загрязнения и, в первую очередь, поверхностного стока с территории водосбора [2]. Исследование видового состава и структуры донных сообществ очень важны при изучении состояния водных экосистем. Они служат хорошим показателем экологического состояния водоемов. Комбинирование множества методик с использованием индикаторных свойств зообентоса позволяет объективно подой-

ти и к определению качества воды [1,4]. Актуальность исследований заключается в том, что состав зообентоса р. Кубня ранее не изучался.

Материал и методы исследования

Материалом для работы послужили пробы зообентоса, отобранные на 4 станциях с июня по октябрь 2014 г. на р. Кубня в Зеленодольском районе РТ вблизи населенного пункта Мамадыш-Акилово (Рис.1). В соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами всего было отобрано и обработано 48 качественных проб зообентоса [3]. Камеральная обработка выполнялась на базе лаборатории гидробиологии Института проблем экологии и недропользования АН РТ. Идентификация организмов проведена по соответствующим определителям [5-9].

Значительное внимание уделяли сбору организмов из различных участков станции (с учетом типа грунта, глубины и растительности). Для анализа распределения зообентоса по глубине нами условно было выделено 3 разреза: < 0.2 м; 0.2-0.4 м и 0.4-0.6 м.



Рис. 1. Карта-схема мест отбора проб на реке Кубня

Результаты исследования

По результатам обследования зообентоса верховья р. Кубня в летне-осенний период 2014 г. было выявлено 37 таксонов (идентифицировано 23 вида) (табл. 1). Наиболее доминирующими в пробах были отмечены хирономиды *Chironomus plumosus* (93.8%) и *Lipinella arenicola* (60.4%), стрекоза *Gomphus flavipes* (68.8%), клоп *Micronecta minutissima* (68.8%) и олигохета *Limnodrilus* sp. (45.8%).

Таблица 1

Видовой состав донных беспозвоночных на исследуемых станциях р. Кубня

№	Группа	Таксоны	Виды
1	Малощетинковые черви (Oligochaeta)	6	4
2	Пиявки (Hirudinea)	2	2
3	Двустворчатые моллюски (Bivalvia)	2	2
4	Паукообразные (Arachnida)	1	-
5	Поденки (Ephemeroptera)	3	3
6	Стрекозы (Odonata)	1	1
7	Полужесткокрылые (Hemiptera)	2	2
8	Жесткокрылые (Coleoptera)	1	-
9	Ручейники (Trichoptera)	2	2
10	Двукрылые (Diptera)	17	7
	Всего	37	23

В пробах нами был обнаружен вид, занесенный в Красную книгу РТ – поденка *Polymitarcis (=Ephoron) virgo*, которая находится под статусом как малоизученный вид (IV категория). Она также была обнаружена в ряде малых рек на территории Республики Татарстан и указана и для р. Малый Цивиль республики Чувашии. Загрязнение, заиление, зарегулирование и другие причины являются причинами исчезновения поденок в реках[10].

Численность и биомасса всего зообентоса верховья р. Кубня составили в среднем 372 ± 104 экз./м² и 514.2 ± 54.3 мг/м² соответственно. Наибольший вклад в количественные показатели всего зообентоса вносили двукрылые насекомые (>40%) (табл. 2). У двукрылых (Diptera), олигохет (Oligochaeta) и полужесткокрылых насекомых (Hemiptera) наибольшая численность и биомасса отмечена на глубинах от 0.2-0.4 м. Среднее кол-во таксонов на пробу составило: на глубине <0.2 м (7.5 ± 0.5); 0.2-0.4 м (7.5 ± 0.4) и 0.4-0.6 м (5.1 ± 0.5) соответственно. Выявлено, что с увеличением глубины наблюдается сокращение видового разнообразия (достоверное снижение количества видов в пробе ($p=0.04$)).

Таблица 2

Распределение количественных показателей групп зообентоса по станциям

Группа	Станции			
	1	2	3	4
Численность, %				
Oligochaeta	17.9±5.4	5.0±2.1	2.3±1.4	14.0±2.7
Hirudinea	0.1±0.1	-	2.0±1.1	0.3±0.2
Bivalvia	0.4±0.3	0.1±0.0	-	0.3±0.1
Hydracarina	0.1±0.1	-	2.0±1.9	-
Ephemeroptera	7.3±6.8	6.9±3.8	3.8±1.7	0.8±0.3
Odonata	2.2±0.6	2.0±1.1	6.3±3.3	2.4±0.7
Hemiptera	26.7±10.0	40.2±12.5	58.5±12.1	8.2±3.6
Coleoptera	-	0.8±0.7	-	-
Trichoptera	-	0.7±0.5	1.5±1.3	-
Diptera	43.0±8.5	35.4±10.2	23.5±8.3	73.4±4.2
Биомасса, %				
Oligochaeta	15.8±4.7	4.3±2.6	2.1±1.2	10.3±3.3
Hirudinea	-	0.1±0.1	2.7±0.9	0.2±0.1
Bivalvia	6.5±4.9	2.1±1.2	-	2.1±1.1
Hydracarina	-	-	1.7±1.6	-
Ephemeroptera	5.9±5.3	5.6±2.9	5.7±2.6	1.5±0.7
Odonata	12.7±5.5	28.2±11.8	33.1±7.8	15.7±5.2
Hemiptera	9.5±4.9	25.9±10.9	31.9±9.1	0.8±0.4
Coleoptera	-	0.2±0.2	-	-
Trichoptera	-	0.2±0.2	1.4±0.8	-
Diptera	49.0±8.6	28.6±9.4	25.3±6.5	64.4±5.5

В пробах на выделенных глубинах доминировали: среди олигохет - *I. nevaensis*, *Limnodrilus* sp., *L. variegatus*;; пиявок - *P. geometra*, двухстворчатых моллюсков *E. subtruncata*, *Sph. nitidum*, поденок - *C. rivulorum*, стрекоз - *G. flavipes*, полужесткокрылых - *M. minutissima*, ручейников - *H. pellucidula*, двукрылых насекомых - *Procladius* sp., *Tanytus* sp., *Ch. plumosus plumosus*, *L. arenicola*.

Максимальная численность зообентоса была выявлена на станции 3 (649 ± 314 экз./м²), а мини-

мальная - на станции 4 (95 ± 10 экз./м²). Биомасса всего зообентоса на станциях 1, 2 и 4 изменялась в пределах ошибки и в среднем составила 552.2 ± 106.3 мг, а для станции 3 была характерна наименьшая биомасса, которая составила в среднем 389.0 ± 106.1 мг (данный участок испытывает антропогенную нагрузку, так как является местом выпаса и водопоя для скота).

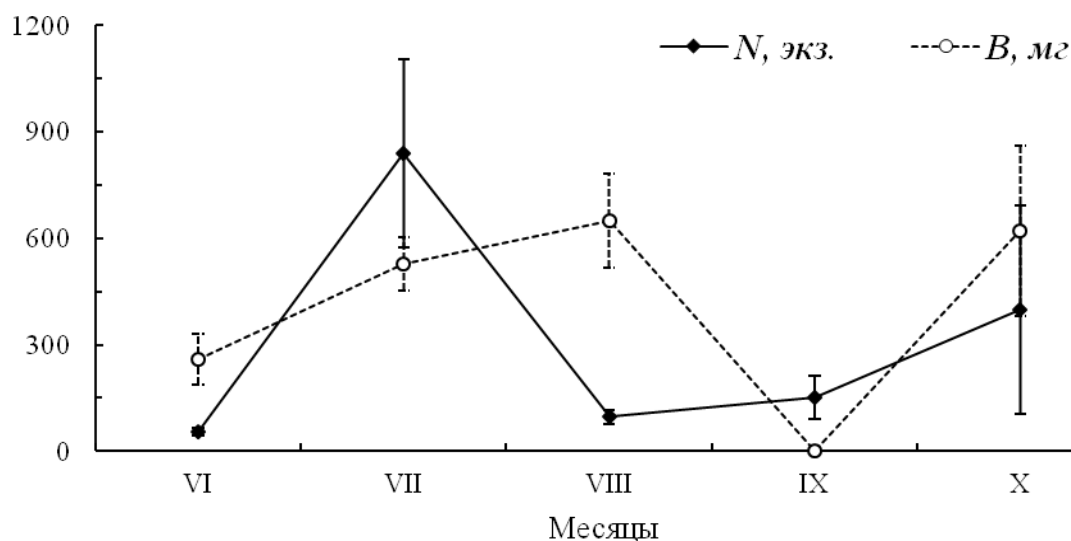


Рис.2. Сезонная динамика численности и биомассы всего зообентоса.

Анализ распределения количественных показателей всего зообентоса по месяцам выявил, что в июне наблюдалась минимальная численность - 56 ± 10 экз./м², а в июле уже наблюдается максимальная численность зообентоса (840 ± 265 экз./м², $p=0.006$).

С августа наблюдается понижение до 97 ± 19 экз./м² ($p=0.01$), а с сентября идет постепенное увеличение (рис. 2). В июне, августе и октябре по численности всего зообентоса преобладали двукрылые насекомые (Diptera); в июле, сентябре доминировали полужесткокрылые (Hemiptera). По биомассе в июне и июле преобладали двукрылые (Diptera), в августе и сентябре стрекозы (Odonata) и двукрылые

(Diptera), в октябре - олигохеты (Oligochaeta), стрекозы (Odonata) и двукрылые (Diptera).

Оценка качества воды проводилась с использованием индексов: индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека (*S*), индекса видового разнообразия Шеннона (*H*), биотического индекса Вудивисса (*БИ*) и хирономидного индекса Балушкиной (*K*) (табл.3)

Сезонная динамика индекса Шеннона колебалась от 1.04-2.18 бит/экз. Максимальное значение (2.18 ± 0.19 бит/экз.) для данного индекса наблюдалось в августе, а минимальное - в июле (1.04 ± 0.21 бит/экз. ($p=0.005$; рис.3). Среднее значение индекса *S* составило 3.04 ± 0.08 .

Таблица 3

Значения индексов зообентоса для отдельных станций

Индексы	Станции			
	1	2	3	4
<i>H</i> , бит/экз.	1.63 ± 0.22	1.49 ± 0.34	1.19 ± 0.26	1.70 ± 0.12
<i>S</i>	2.96 ± 0.20 * α	3.17 ± 0.12 α	2.74 ± 0.16 α	3.32 ± 0.04 α
<i>K</i>	7.24 ± 0.21	7.05 ± 0.20	6.63 ± 0.71	8.10 ± 0.29
<i>БИ</i>	2.32 ± 0.30 *полисапробная – α - мезосапробная	4.00 ± 0.98 α	3.79 ± 0.80 α	2.25 ± 0.50 *полисапробная – α - мезосапробная

* - зона сапробности

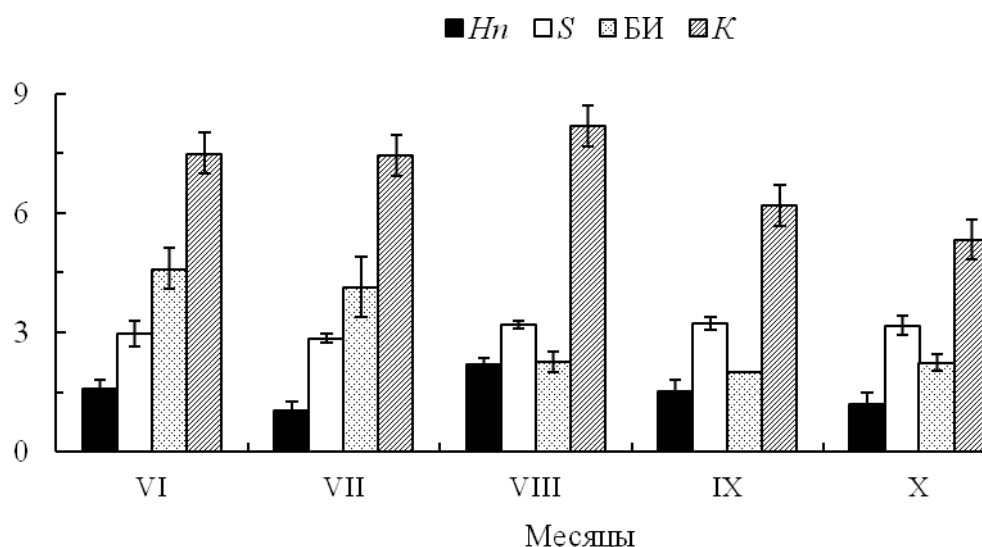


Рис.3. Сезонное распределение индексов зообентоса

Анализ биологических показателей показал, что все рассматриваемые станции р.Кубня по большинству индексов соответствовал «загрязненным» водам и IV-V классу качества воды.

Состав и обилие бентоса зависят от многих факторов, из которых наибольшее значение имеют глубина, подвижность воды, колебания уровня, характер грунта, зарастаемость.

Таким образом, видовой состав и количественные показатели зообентоса служит показателем экологического состояния водоемов. Полученные данные вносят вклад в познание биологического разнообразия основных групп зообентоса и могут быть использованы в гидробиологическом мониторинге. Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является

удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балущкина Е. В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ // Тр. Зоол. Ин-та РАН. 1997. - С. 226 - 292.
2. Вертлиб М.Г., Артюшина Н.Н., Яковлева О.Г. Оценка состояния водных объектов с учетом антропогенной нагрузки и региональных особенностей компонентного состава воды на территории // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований / Труды Всероссийской научной конференции с международным участием. Казань, 2009.-Т. IV. - С.37-40.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Сост. А.А. Салазкин, А.Ф. Алимов, Н.П. Финогенова; Гос. НИОРХ, Л. 1984. - 52с.
4. Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. М., 1976. Ч.3.
5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые/ Под ред. С.Я. Цалолыхина. Спб.: Наука, 2001. Т.5. - 836с.
6. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Podonominae и Tanypodinae фауны СССР // Diptera, Chironomidae = Tendipedidae. Л., 1970.
7. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР // Diptera, Chironomidae = Tendipedidae. Л., 1970.
8. Чекановская О. В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. Л., 1962.
9. Жадин В. И. Герд С. В. Реки, озера и водохранилища СССР, их флора и фауна – М.: Учпедгиз, 1961. – 600с.
10. Яковлев В.А., Яковлева А.В. Биоразнообразие и количественный показатель зообентоса бассейна реки Цивиль (Чувашская республика) / Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2014. – Т.23. №2. – С.140-152.

УДК 504.3.06

Биоиндикационная оценка состояния окружающей среды парков и скверов г. Казани

Е.А. Минакова¹, к.г.н., доцент, Шлычков А.П.², ведущий инженер

¹ Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань

² ФГБУ «Средволгаводхоз», г. Казань

Город и городская среда значительно воздействуют на удовлетворение потребностей обитателей, их самочувствие и свойство жизни. Поэтому экологизация муниципальной среды является в настоящее время жизненно принципиальной потребностью населения. Оценка степени антропогенного воздействия на зеленые насаждения городов является одной из актуальных задач экологии. Городские растения находятся под воздействием целого комплекса отрицательных причин, связанных с антропогенным загрязнением среды обитания. Парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, набережные, бульвары, скверы, защитные зоны являются основными элементами системы озеленения любого города. Растительность в этих искусственных городских ландшафтах, как средовосстанавливающая система, обеспечивает комфортность условий проживания людей в городе, регулирует (в определенных пределах) газовый состав воздуха и степень его загрязненности, микроклиматические характеристики городских территорий, снижает влияние шумового фактора и является источником эстетического восприятия [1].

В Республике Татарстан (РТ) этой проблеме уделяют пристальное внимание. В целях решения вопросов комплексного развития территорий, их

благоустройства и озеленения Указом Президента РТ от 04.09.2014 г. № УП-837 «Об объявлении 2015 года в Республике Татарстан Годом парков и скверов» 2015 г. был объявлен «Годом скверов и парков».

Казань является крупным промышленным центром Российской Федерации. Ведущими отраслями, оказывающими существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха, являются машиностроение, химическая и легкая промышленность. На территории города расположено свыше 140 крупных и более 70 тысяч средних и мелких предприятий, образующих несколько крупных промышленных зон. Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух г. Казани, являются: ЛОС, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды (без ЛОС), диоксида серы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Казани характеризуется как «высокий». Общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2012 г. составило 288,1 тыс. т, а автотранспорта – 317,3 тыс. т или 52,4% [2].

Цель данной работы – изучить состояние окружающей среды рекреационных зон (парков и скверов) столицы РТ – г. Казань методом биоиндика-

цинного мониторинга по березе повислой (*Betula pendula Roth.*).

Выбор объекта исследования обусловлен тем, что основной мишенью токсикантов при техногенном загрязнении становятся растения, которые не могут уйти от стрессового воздействия, и вынуждены адаптироваться к нему с помощью физиолого-биохимических и анатомо-морфологических перестроек организма [3]. Для интегральной оценки состояния окружающей среды использован биоиндикационный подход, основанный на оценке стабильности развития организма по морфологическим признакам – флуктуирующей асимметрии (ФА) [4]. В условиях воздействия урбанизированной среды трансформации подвержены в первую очередь биохимические свойства, физиология и, как следствие, морфоструктура растений. Степень повреждения растения зависит в основном от двух факторов – концентрации токсичного вещества и длительности его воздействия [5, 6]. При формировании листовой пластинки по мере накопления токсических веществ, происходит торможение ростовых процессов, и деформация листа. При окончательном формировании листовых пластин на деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, листовые пластинки разрастаются меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях.

Величина флуктуирующей асимметрии возрастает при действии любых стрессовых факторов среды, которые приводят к усилению онтогенети-

ческого шума, нарушению стабильности морфогенеза листа, и как следствие, увеличению его асимметрии [7].

В продолжение начатых исследований [8, 9] для отбора материала были заложены семь площадок на рекреационных территориях г. Казани. На каждой площадке закладывались две точки отбора:

- внутри парковой зоны;
- на границе парка и придорожной полосы на расстоянии 10-30 м от зоны влияния автодорог.

Сбор исходных данных проводился в 2014 г. На всех обследованных пробных площадках отмечен уровень ФА, превышающий величину условной нормы. Наилучшее качество окружающей среды отмечено на площадке Березовая роща (Дербышки), а наибольший показатель ФА, и, следовательно, неблагоприятное качество окружающей среды отмечено на площадке Парк «Крылья Советов» (Авиастроительный район).

Исследованные рекреационные участки в соответствии с выявленным качеством окружающей среды были сгруппированы на две группы (рисунок):

- территории с критическим состоянием окружающей среды (парк «ДК Химиков», парк на ул. Гаврилова, парк «Кырлай», парк «Крылья Советов»);
- территории с существенными отклонениями качества окружающей среды от нормы («ЦПКиО им. Горького», парк «Урицкого», сквер Дербышки «Березовая роща»).

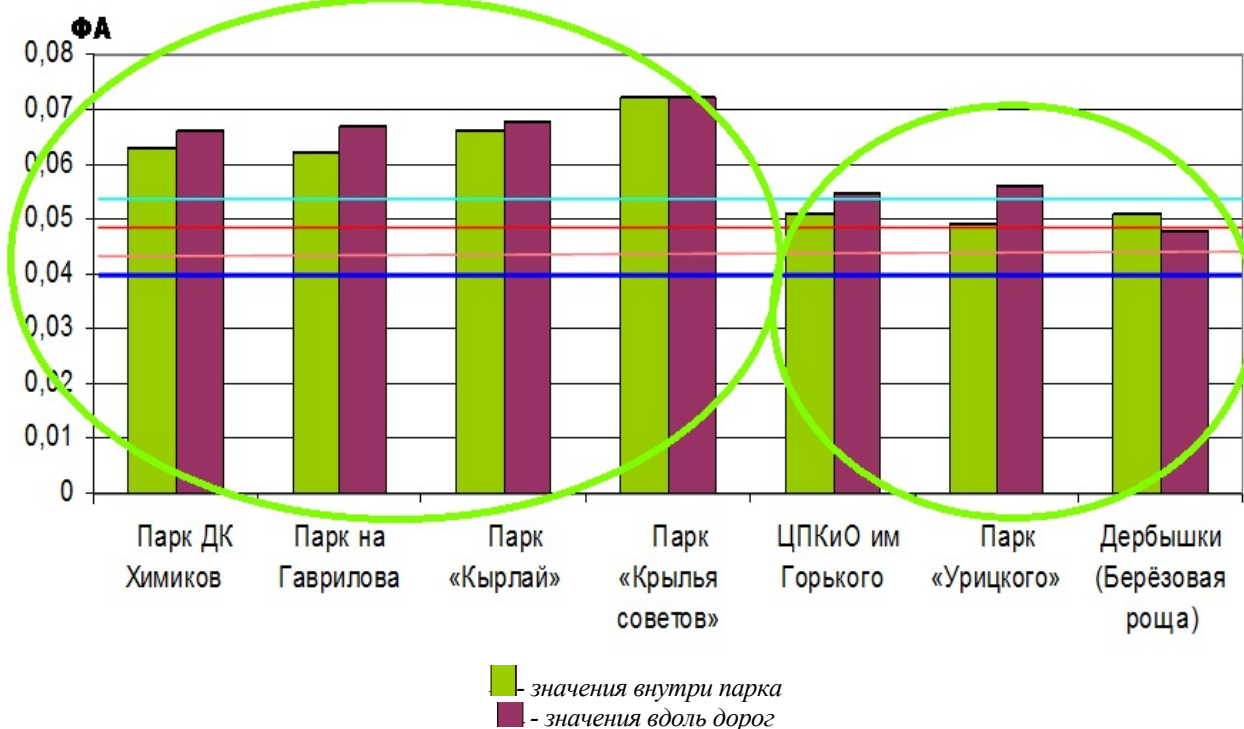


Рис. Величина интегрального показателя стабильности развития березы повислой (*Betula pendula Roth.*), 2014 г.

При сопоставлении показателей ФА внутрипарковых и придорожных участков в пределах одной площадки нами было обнаружено отсутствие значительных различий показателей ФА, что может свидетельствовать о недостаточных размерах исследованных рекреационных зон г. Казани, потенциал которых не может оказывать существенного влияния на качество окружающей среды.

Таким образом, в данной работе дана оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани. Обследованные площадки, расположенные в парковых зонах, характеризовались значениями показателя ФА березы повислой (*Betula pendula* Roth.), превышающими величину условной нормы, что свидетельствует о критическом состоянии среды на изученных рекреационных территориях г. Казани.

В работе было выявлено отсутствие существенных различий качества окружающей среды на расположенных внутрипарковых и придорожных участ-

ках в пределах одной площадки, что свидетельствует о незначительных площадях парковых территорий в г. Казань, и, как следствие, о низкой способности к самовосстановлению березы повислой (*Betula pendula* Roth.), обусловленной выбросами автотранспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тетиор А.Н. Городская экология. 3-е изд. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 336 с.
2. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Татарстан в 2011 году». – Казань: 2012. – 490 с.
3. Захаров В.М. Асимметрия животных / В.М. Захаров - М.: Наука, 1987. 161 с.
4. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. Распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р.
5. Ковальский, В.В. Геохимическая экология. – М.: Наука, 1974. - 298 с.

УДК 504.455

Мониторинг гидрохимического состояния вод пруда Адмиралтейский

А.Р. Ильясова¹, к.б.н., доцент, Е.А. Минакова¹, к.г.н., доцент, Ф.Ф. Мухаметшин², директор

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Lie4ka_101@mail.ru

² ФГБУ «Средволгаводхоз», г.Казань

Бассейн реки Казанки, включая ее старое русло, представляют собой сложную многоуровневую природно-антропогенную систему, где отсеченная излучина играет роль естественной дрены в комплексе сооружений инженерной защиты г. Казани от подтопления водами Куйбышевского водохранилища [1]. Излучина была создана в 1957 г. при строительстве системы сооружений инженерной защиты города от влияния Куйбышевского водохранилища. На протяжении нескольких десятилетий она принимает промышленные стоки прилегающих к ней предприятий, сбросы поверхностных стоков из существующих систем ливневой канализации, и стоки расположенных на ее территории несколько временно действующих снеговых свалок без какой-либо очистки [2, 3]. Данный водный объект находится в кризисном состоянии и оказывает негативное воздействие на прилегающую территорию Кировского района г. Казани, приводит к ухудшению экологического состояния Куйбышевского водохранилища и в настоящее время представляет собой крупноформатный очаг экологической и потенциальной санитарно-эпидемиологической и генетической опасности, с низкой эстетической привлекательностью [4].

В настоящее время сброс промышленных стоков в излучину почти полностью прекращен. Од-

нако даже предпринятые в последнее десятилетие меры по предотвращению сброса загрязненных стоков не позволили существенно изменить экологическую ситуацию. Кроме этого в излучину производится постоянный сброс неочищенных поверхностных стоков из существующих систем ливневой канализации, на территории расположены несколько временно действующих снеговых свалок.

Старое русло р. Казанка привлекло внимание научной общественности, которая не могла остаться в стороне от происходящего. С 2002 г. по настоящее время группа казанских ученых, под руководством профессора КФУ Латыповой В.З. совместно с учеными и специалистами Института озераведения РАН, ФГБУ «Средволгаводхоз» и представителями Общественной палаты РТ проводят научно-изыскательные работы по оценке экологического состояния излучины р. Казанки с целью выбора комплекса мероприятий, направленных на ее оздоровление. Были проведены ряд круглых столов, встреч с руководителями профильных министерств и ведомств, опубликованы материалы в научных журналах и средствах массовой информации. Всего за 2001-2015 гг. коллективом опубликовано более 30 научных трудов и объектов интеллектуальной собственности [1-6]. В настоящее

время разработан проект по улучшению экологического состояния излучины р. Казанки.

В 2014 г. географический объект Старая излучина р. Казанки переименован в Пруд Адмиралтейский. Выбор названия «Пруд Адмиралтейский» обоснован историческим расположением Казанского адмиралтейства, утвержденного указом Петра I в 1718 году. На сегодняшний день реабилитация отсеченной излучины р. Казанки является важной частью реализации проекта возрождения Адмиралтейской слободы, утвержденного Мэрией г. Казани.

В настоящей работе в продолжение предыдущих исследований изучен гидрохимический состав вод пруда Адмиралтейский. Для этого были заложены наблюдения в четырех репрезентативных точках (рис. 1):

- 1.-р. Казанка (район Кировской дамбы);
- 2 -в зоне Горбатого моста;
- 3- в зоне гаражных комплексов;
- 4 - в зоне железнодорожного полотна.

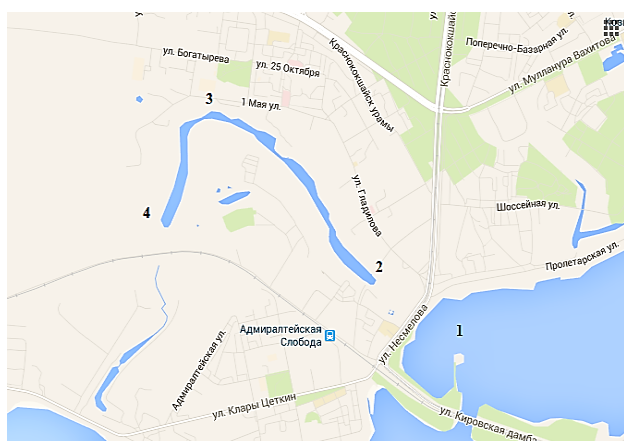


Рис. 1: Карта-схема расположения точек отбора проб

Химические анализы проводились лабораторией ФГБУ «Средволгаводхоз». Забор проб воды осуществлялся еженедельно в течение 2014 г. В отобранных пробах воды определялись следующие показатели: ХПК, БПК₅, O₂, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, Fe_{общ}, нефтепродукты, взвешенные вещества. Результаты лабораторных исследований сравнивались с санитарно-гигиеническими нормативами (ПДК_в).

В ходе обработки полученных результатов была выявлена пространственная неоднородность распределения большинства изученных показателей в воде и донных отложениях, что подтверждает результаты проведенных ранее исследований [1-6]. Наиболее вероятно, что характер распределения химических компонентов по руслу пруда определяется типом и интенсивностью воздействия и особенностями геоморфологического строения русла.

Методом ANOVA (дисперсионный однофакторный анализ) провели сравнительный анализ данных на разных участках. Анализ показал отсутствие достоверных различий по химическому составу на участках 2-4. Средние значения по некоторым гидрохимическим показателям приведены на рис 2-4.

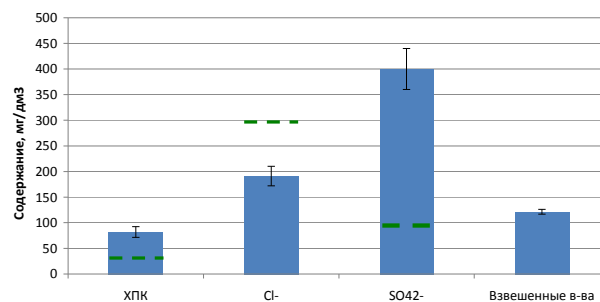


Рис. 2. Содержание ХПК, Cl⁻, SO₄²⁻, взвешенных веществ в воде пруда Адмиралтейский в 2014 г. (пунктирной линией показаны ПДК_в)

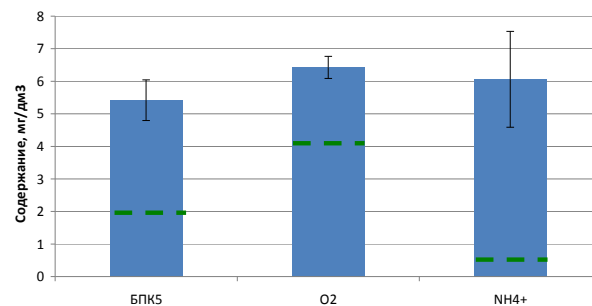


Рис. 3. Изменение гидрохимических характеристик (БПК₅, O₂, NH₄⁺) пруда Адмиралтейский в 2014 г. (пунктирной линией показаны ПДК_в)

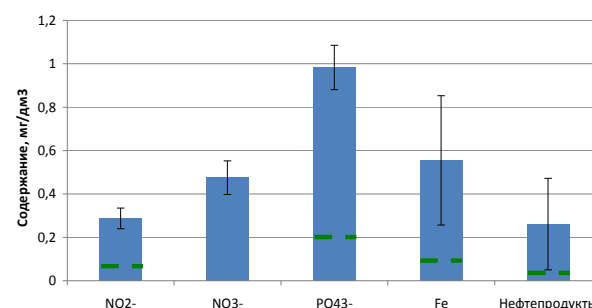


Рис. 4. Содержание NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, Fe, нефтепродуктов в воде пруда Адмиралтейский в 2014 г. (пунктирной линией показаны ПДК_в)

Сравнение полученных данных со значениями гидрохимических наблюдений по этим же точкам в 2012-2013 г.г. показывает, что наблюдается существенное снижение уровня загрязнения. По-видимому, усиление контроля со стороны экологических ведомств способствовало сокращению несанкционированных сбросов со стороны прилегающих предприятий и снижению загрязнения водоема в целом.

Тем не менее, несмотря на проводимые природоохранные мероприятия, качество поверхностных

вод не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам. Содержание загрязняющих веществ в воде чрезвычайно велико, зарегистрированные величины превышают ПДК в десятки раз. Высокие величины БПК₅ могут быть следствием загрязнения излучины сточными водами предприятий хозяйственно-бытового профиля, а высокие значения ХПК могут являться последствием сброса сточных вод предприятий, расположенных вдоль излучины.

Выявленные тенденции улучшения качества поверхностных вод пруда Адмиралтейский показывают, что у водоема полностью не уничтожен потенциал самовосстановления и после проведения работ по реабилитации пруда Адмиралтейский в составе проекта возрождения Адмиралтейской слободы система водоема сможет полностью восстановить свои экологические свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Минакова Е.А. Пути оздоровления внутригородских водоемов г. Казани (на примере отсеченной излучины р. Казанки) // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Теория и практика восстановления внутренних водоемов» 15-18 октября 2007 г., Санкт - Петербург, – С. 325-330.
2. Никитин О.В., Латыпова В.З., Шагидуллин Р.Р., Поздняков Ш.Р. Геоэкологический мониторинг излучины р. Казанки как фактора химического загрязнения

Куйбышевского водохранилища // Георесурсы, 2011. – № 2(38). – С. 27-30.

3. Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Минакова Е.А. Восстановление внутригородских водоемов с использованием современных методов оптимизации и оценка их экологического состояния (на примере отсеченной излучины реки Казанки) // Вестник ТО РЭА, №3, 2007 г., С. 71-73.

4. V.Z. Latypova, O.G. Yakovleva, E.A. Minakova, D.A. Semanov and Yu. P. Perevedentsev. Performance self-cleaning of ability of the river Kazanka. Environmental radioecology and applied ecology, 2001, Vol.7 №2, p. 15-21.

5. Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Минакова Е.А. Изучение потенциала природно-исторических объектов г. Казани с целью их рекреационного использования // Природные, социально-экономические и этнокультурные процессы в России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 120-летию образования кафедры физической географии и этнографии КГУ, Казань, 2008. – Изд-во «Арма-лит». – С. 330-334.

6. Латыпова В.З., Никитин О.В., Минакова Е.А., Степанова Н.Ю., Мухаметшин Ф.Ф., Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Минкин И.С., Камалов Р.И., Шлычков А.П. Что стоит на пути реализации проекта реабилитации отсеченной излучины р. Казанки как природно-технической гидросистемы / Сборник трудов V-го Международного Конгресса «Чистая вода. Казань» (26-28 марта). – Казань: Куранты, 2014. – С. 219-223.

УДК 504.45.058

Тепловое загрязнение как фактор эвтрофирования водоема

О.А. Богданова, н.с., **Л.К. Мустафина**, м.н.с., **О.Ю. Тарасов**, к.х.н., заведующий лабораторией

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, labipen@yandex.ru

Общее количество воды на планете Земля составляет 1386 млн. км³, что, казалось бы, не так и мало. Однако на долю пресных вод приходится только 35 млн. км³, остальное - это воды океана, морей, минерализованные подземные и соленые воды, непригодные для непосредственного потребления человеком. Для использования их в технических целях нужна предварительная обработка, что экономически не выгодно. Почти 70% пресной воды находится в труднодоступном для человека виде и только 30 % - в виде поверхностных вод рек и озер, удобном для потребления [1].

Вода основа всего живого на земле. Она человеку необходима каждый день. Все жизненно важные физиологические процессы протекают в присутствии воды. Это источник роста, энергии. Благодаря воде происходит растворение и транспорт питательных веществ во все клетки живых организмов [2].

Затраты воды на жизнеобеспечение человека не так велики. На потребление воды в питьевых це-

лях, домашнее хозяйство расходуется примерно 20%. В совокупности с черной и цветной металлургией, энергетикой, целлюлозно-бумажной промышленностью и орошением полей на долю сельского хозяйства выпадает примерно 70% расхода пресной воды.

Тепловые электростанции являются основным промышленным потребителем воды. Количество потребляемой воды варьируется от нескольких тысяч литров в сутки до нескольких тысяч литров в секунды [3-4]. Используемая вода идет на охлаждение конденсаторов паровых турбин и для приготовления добавочной воды, восполняющей потери теплоносителя в системе теплоснабжения. Также вода расходуется на охлаждение подшипников механизмов, золоулавливание, гидравлическое удаление золы и шлаков, а также на обеспыливание трактов подачи дробленого и размолотого твердого топлива. Расходуемая вода в силу технологических особенностей, является источником примесных загрязнений. Например, при промывке серийных

блоков поверхностного нагрева образуется разбавленный раствор соляной кислоты, аммиака и его солей, едкого натра [5]. Сброс недостаточно очищенных вод оказывает негативное воздействие на акваторию озер, что проявляется в нарушении гидрхимического и гидробиологического состава.

Рост численности населения, урбанизация приводит к росту промышленного производства. Увеличиваются масштабы энергопотребления. Так, например, в 2013 году забор воды КТЭЦ-1 из озера Средний Кабан на производственные нужды вырос на 7.7% (3.7 млн. м³) по сравнению с 2012 годом. Казанская ТЭЦ-1 увеличила сброс на 3,26 млн. м³ (7%) по причине повышения доли выработки электроэнергии по конденсационному типу в летний период подготовки и проведения универсиады в городе Казань [6]. А вместе с тем сбрасываются из конденсаторов турбин большие массы теплой воды и промышленные стоки.

Система озер Кабан расположена на территории города Казань. Имеет рекреационное значение. Система состоит из трёх озёр, протяжённых с севера на юг и соединённых протоками: Нижний Кабан (самый северный), Средний Кабан, Верхний Кабан. Объекты исследования, располагаясь на первой надпойменной террасе реки Волга, имеют вытянутую форму, карстовое происхождение и испытывают разное антропогенное воздействие. Нижний и Средний Кабан подвержены наибольшей антропогенной нагрузке в виде стоков ливневых вод, поверхностных стоков с дорог, садовых участков и теплых вод Казанской ТЭЦ-1. Особое значение имеет расположение ТЭЦ-1 в центральной части города вблизи озера Средний Кабан, являющимся

местом отдыха жителей города и основным источником водоснабжения станции. Озеро Верхний Кабан, располагаясь в зеленой зоне, окружено дачными участками и не испытывает существенной антропогенной нагрузки. В связи с этим, целесообразно использовать его в качестве контроля для сравнения. Таким образом, изучение теплового воздействия ТЭЦ-1 на состояние озера Средний Кабан, является важной и актуальной задачей.

В обработку были взяты температурные данные водоема за период с 2011 по 2014 год.

Полученные результаты представлены на рисунках в виде диаграмм размаха (блочная диаграмма).

Озера системы Кабан имеют незначительное течение и глубину свыше 7 метров. Для таких водоемов характерно вертикальное распределение температуры воды [7]. На (рис. 1) представлена картина стратификации озера Верхний Кабан в зимний период. Поверхностные слои охлаждены до 0 - +1 °С. Придонные слои становятся самыми теплыми, имеют температуру +2–3 °С. Средний слой - слой температурного скачка. Таким образом, происходит стратификация водоема по плотности, что приводит к нарушению вертикального обмена. Слой температурного скачка может быть толщиной от нескольких сантиметров до нескольких метров и характеризуется значительной плотностью, что препятствует перемешиванию водной толщи.

Сброс теплых вод ТЭЦ в озеро Средний Кабан в зимний период, приводит к повышению температуры воды водоема в целом (рис.2).

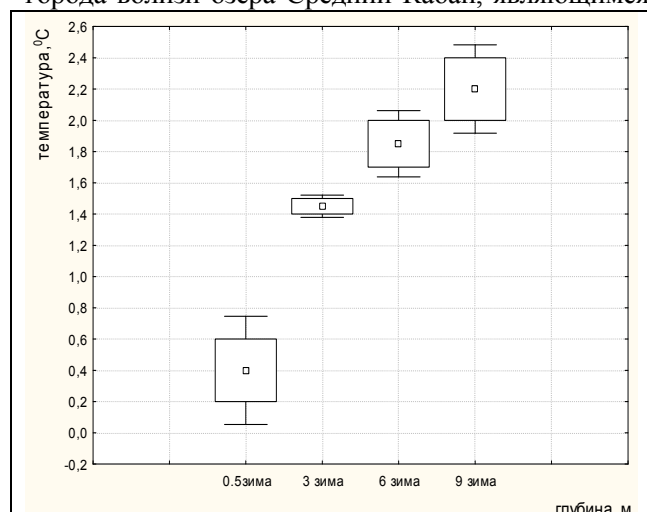


Рис. 1. Распределение температуры по глубинам в озере Верхний Кабан

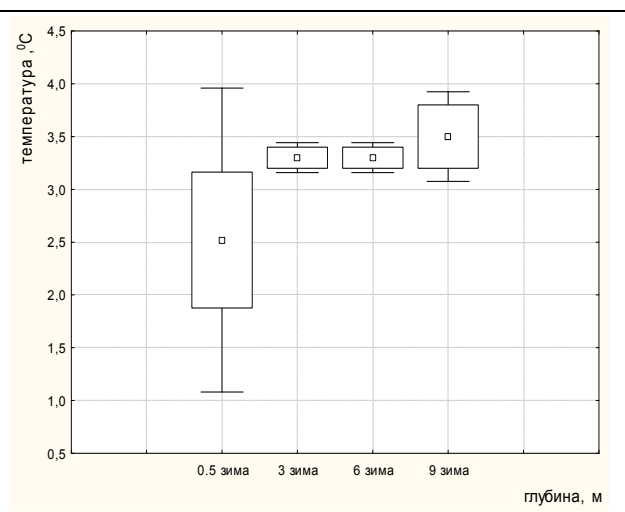


Рис.2 Распределение температуры по глубинам в озере Средний Кабан.

На глубине 0,5 метров наблюдается колебания температуры от 1.5 до 3 °С, что доказывает воздей-

ствие термальных вод ТЭЦ на холодную воду водоема-охлаждителя.

При сбрасывании теплых вод ТЭЦ в летний период также происходит повышение температуры воды водоема в целом. Но общая картина стратификации водоема не нарушена.

Летом верхний слой испытывает резкое температурное колебание. Средний слой - слой температурного скачка. Он находится примерно на глубине около 6 метров, здесь температура воды уменьшается до +6 °С. Еще ниже слой, охватывающий глубинную массу, где температура мало изменяется на протяжении года.

Непрерывно поступающий поток вод с температурой, на 5 °С превышающий температуру воды в водоеме, может привести к изменению кислородного режима, нарушению гидрохимической стратификации водоема [8-9].

Так, например, фосфаты, реагируют на изменение температурного режима. В зимний период времени усиливается вертикальная конвекция, приводящая к перемешиванию слоев и равномерному распределению фосфатов по всей глубине. В летний период в верхних слоях озера, на глубине 0.5-3 метра фосфаты отсутствуют, но наблюдается нарастание содержания фосфатов на глубинах 6 метров, 9 метров. В это время, происходит бурное развитие фитопланктона. Фосфаты в верхних слоях расходуются на развитие водной флоры и фауны [10, 11]. Постепенное накапливание фосфатов в нижележащих слоях обусловлено поступлением органических веществ из верхних слоев. Взвешенные вещества, слаборастворимые органические вещества, минеральные вещества, зоопланктон, растительность - всё это образует крупные частицы, которые в свою очередь оседают на дно. При поступлении сточных вод превышающих разрешенный температурный уровень (летом +5 °С, зимой +3 °С [12]), ускоряется естественный жизненный цикл водной флоры и фауны, происходит размножение сине-зеленых водорослей, что приводит к эвтрофированию водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Э.П.Романова, Л.И. Куракова, Ю.Г.Ермаков. Природные ресурсы мира. Учебное издание // Издательство МГУ, 1992.
2. Э.У.Боровский. Вода в природе. Дефицит чистой пресной воды. Учебное издание // «Чистые пруды», 2009.
3. Г.М.Борисов, С.В. Скубиенко. О влиянии платы за водопользование на себестоимость электроэнергии на ТЭС // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2004. - N 4. С. 34-36.
4. Е.Н.Иванов, Н.Н. Крючкова. Особенности водопользования ТЭС и плата за воду // Труды конференции «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем», МЭИ, 2010.
5. Ф.В.Скалкин, А.А. Канаев, И.З. Копп. Энергетика и окружающая среда //Л.: Энергоиздат. 1981.
6. Результаты природоохранной деятельности ОАО «Генерирующая компания» за 2013 год [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.tatgencom.ru/about/environmental/hsse/>. свободный.- Загл. с экрана.
7. М.Ю.Горбунов Вертикальная стратификация водных масс в малых озерах лесостепного Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 9, № 4, 2007, 973 с.
8. В.Т.Nolan, J.D.Stones. Environ. Sci. Technol. 2000. Vol. 34. P. 156.
9. М.Г. Гречушникова Изменчивость термического состояния Можайского водохранилища в вегетационный период. // Автореф. дис. канд. географ. наук.:25.00.27-МГУ им. М.В. Ломоносова Москва, 2002
10. К.К. Эдельштейн, М.Г. Ершова, М.Г. Гречушников. Н.Г. Пуклакова Климатическая трансформация гидрологического режима и планктона в Можайском водохранилище // www/mig-journal.ru «Метеорология и гидрология», № 6, 71с.
11. Корнева Л.Г. Фитопланктон Рыбинского водохранилища: состав, особенности распределения, последствия эвтрофирования // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища. СПб., 1993. С. 50-113.

УДК 504.4.054

Нитратное загрязнение подземных вод на территории Республики Татарстан

О.Ю. Тарасов, к.х.н., И.И. Шакирова, м.н.с., Ф.М. Абдуллина, н.с., Р.Ч. Юранец-Лужаева, н.с.
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань, olta13@yandex.ru

Подземные воды являются одной из главных составляющих пресных вод планеты (свыше 30% от общего запаса пресных вод) и важным источником снабжения населения водой питьевого качества. Издревле люди использовали родники и колодцы для удовлетворения нужд в питьевой воде. Сегодня большинство владельцев загородных домов и дачных участков мечтают иметь собственную

скважину. Но всегда ли подземная вода является безопасной и пригодной для питья.

Лаборатория эколога-аналитических измерений мониторинга окружающей среды ИПЭН АН РТ, в числе прочих природных объектов, проводит анализ состава подземных вод (родниковых и артезианских), как в рамках плановых мониторинговых работ, так и по отдельным заявкам юридических и

физических лиц. Обобщая проведенные исследования можно констатировать, что в последнее время все чаще и чаще мы сталкиваемся с нитратным загрязнением подземных вод. Так, из более 150 проб, проанализированных за период 2009-2015 годы, свыше тридцати процентов имеют повышенное ($>0,5$ ПДК) содержание нитратов (Рис.1).

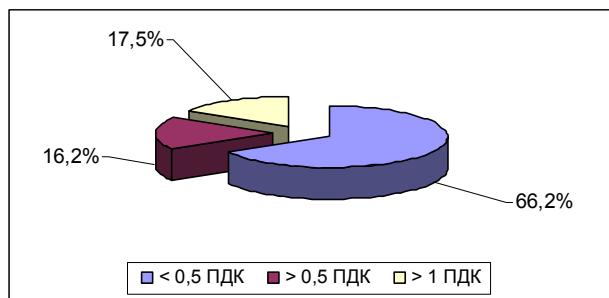


Рис.1. Доля проб с повышенным содержанием нитратов в подземных водах

При этом содержание нитратов не зависит от минерализации, кислотности, глубины залегания, других компонентов состава подземных вод: превышения присутствуют и в родниках и в глубоких (до 80 м) артезианских скважинах, в мягких и жестких водах, практически во всех, районах окружающих г.Казань. Зачастую население не подозревает о наличии таких загрязнений, считая воду некоторых родников даже целебной.

В чем же опасность повышенного содержания нитратов в питьевой воде? Мгновенным токсическим воздействием нитраты не обладают, однако имеют свойство накапливаться в организме. Само по себе, токсическое действие нитратов связано с восстановлением их до нитритов, аммиака, гидроксиламина под влиянием микрофлоры пищеварительного тракта и ферментов тканей [1,2].

Высокое содержание нитратов в воде может представлять потенциальную опасность для возникновения заболеваний крови и сердечно-сосудистой системы. Нитрат-ионы под действием фермента нитратредуктазы восстанавливаются до нитрит-ионов, которые взаимодействуют с гемоглобином крови и окисляют в нем двухвалентное железо в трехвалентную форму. Образующийся метгемоглобин уже не способен к переносу кислорода и поэтому нарушается нормальное дыхание клеток и тканей организма, в результате чего накапливаются молочная кислота, холестерин, резко падает количество белка [2-4]. При содержании метгемоглобина 20–50% появляются одышка, тахикардия, потеря сознания, при метгемоглобинемии свыше 50% наступает смерть. Гигиенический норматив для питьевых вод (ПДК_в) – 45 мг/дм³ [5]. Аналогичные нормативы установлены и во многих странах мира.

В окружающей среде нитраты являются конечным продуктом биохимического окисления аммиака, источник которого – распад белковых веществ. В поверхностных водах их количество незначительно, за счет потребления водной микрофлорой и высшими растениями (Рис.2). В грунтовых и подземных водах концентрация нитратов существенно увеличивается, в том числе под действием хозяйственной деятельности человека, так как в водоносных горизонтах отсутствуют естественные факторы ассимиляции нитратного азота, а процессы микробной денитрификации существенно замедлены. Все азотнокислые соли хорошо растворимы, поэтому концентрация нитратов в воде может достигать нескольких сотен мг/дм³ [2, 3, 6].

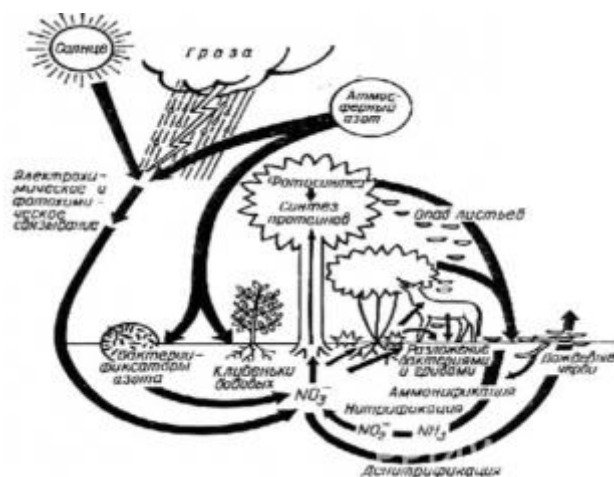


Рис. 2. Круговорот азота в природе

Наиболее значимыми источниками нитратов в подземных водах являются муниципальные и промышленные сточные воды, свалки отходов, избыток органических и минеральных удобрений.

Повышенное содержание нитратов в грунтовых водах вызывает озабоченность еще и потому, что это может быть маркером общего загрязнения подземных вод. Если источником загрязнения являются отходы животноводства или содержимое септиков, то возможно наличие болезнетворных микроорганизмов (бактерий, вирусов и простейших). Загрязнение подземных вод сельскохозяйственной деятельностью может указывать на наличие других агрохимикатов, в т.ч. пестицидов [6, 7].

Как известно, формирование первого водоносного горизонта происходит на водораздельных площадях за счет инфильтрации атмосферных осадков, всех последующих – вследствие перетекания вод через разделяющие слабопроницаемые слои. После того, как нитрат образуется, его движение в почве и вероятность загрязнения земли и вод зависит от нескольких факторов, включая характеристики почвы, местоположение и характеристики водоносных горизонтов, климатические условия, расположения и глубины скважин. Во

многих случаях, время, необходимое для прохождения нитратов через зону аэрации в грунтовые воды трудно предсказать в силу многих переменных, включая нормы расхода, тип почвы и состояние до уровня грунтовых вод [6].

Бесконтрольное и неквалифицированное бурение скважин без серьезного гидрогеологического обоснования приводит к тому, что вскрываются нижележащие горизонты залегания подземных вод, не всегда удовлетворяющие нормам санитарного законодательства [5, 8], качество воды не проверяется и не контролируется. Кроме того нормы санитарной охраны [8] часто не соблюдаются и при эксплуатации таких не законных скважин, что может приводить к дополнительному загрязнению подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вредные вещества в промышленности. Т.3, Л.: Химия, 1977, 608 с.
2. Джугаева И.О., Еремина М.В. Нитраты в воде как проблема безопасности жизнедеятельности. / Успехи современного естествознания, 2014, №6, С.88.

3. Аверина Е.А., Андаякова И.А., Зарецкая С.В., Ковалева Ю.В. Нитраты в колодезной воде Владивостока. / Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2013, № 2-3 (52) – С.28.

4. Рождественская Т.А., Пузанов А.В., Горбачев И.В. Нитраты и нитриты в поверхностных и подземных водах Алтая. / Мир науки, культуры, образования, 2008, №2(9), С.19-22.

5. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

6. Позднякова И.А. Миграция соединений азота и оценка защищенности подземных вод от загрязнения при орошении животноводческими стоками. Дисс. канд. геолого-минералогических наук, М.: ИГЭ РАН, 1999, 153 с.

7. Ермолаева С.В., Пантелеев С.В. Экологический мониторинг качества подземных вод в условиях агропромышленного производства / Известия Самарского научного центра РАН, 2008, спец выпуск Т.1, С146-148.

8. Синькова Н.В. Артезианские скважины: требования санитарного законодательства / Экология производства, 2008, №1, С.29-35.

УДК 504.062

Экологически чистые подходы к утилизации нефтезагрязнений и повышению нефтеотдачи

С.Ю. Селивановская, П.Ю. Галицкая, Л.Г. Ахметзянова, А.Р. Гильмуллина, Р.Х. Гумерова

Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань

Загрязнение компонентов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами является одной из наиболее острых экологических проблем современности. Для Татарстана такое загрязнение характерно, несмотря на огромные усилия по предотвращению и ликвидации аварийных разливов, предпринимаемые нефтедобывающими компаниями и руководством республики.

Одной из важных природоохранных задач, стоящих перед предприятиями нефтедобывающего комплекса, является ликвидация нефтешламов. По сравнению с сырой нефтью они содержат большее количество смол и асфальтенов и меньшее количество короткоцепочечных алканов. Для утилизации нефтешламов традиционно предлагаются физические и химические методы. Экологически чистой альтернативой является использование микробных препаратов. В лаборатории «Экологические инновации» КФУ выделены штаммы микроорганизмов, способные к деструкции нефтешламов, в т.ч. застарелых. В отличие от биопрепаратов, используемых в настоящее время промышленно и описанных в литературе, указанные штаммы способны снижать концентрацию трудноразлагаемых компонентов

нефтешламов. Кроме того, данные штаммы способны функционировать в условиях радиоактивного загрязнения, характерного для многих нефтешламов республики. Проведена работа по оценке радиоактивности ряда шламов, их токсичности, разлагаемости биопрепаратами, проведена сравнительная оценка методов их биоремедиации. Отдельно проанализировано влияние радиоактивных и нефтяных компонентов нефтешламов на почвенные микробные сообщества с использованием современных методов молекулярной биологии.

Микробные препараты можно использовать не только для целей очистки от нефтезагрязнений, но и для повышения эффективности работы нефтедобывающих предприятий. Так, ряд микроорганизмов-деструкторов способен к синтезу поверхностно-активных веществ – так называемых биосурфактантов. В лаборатории «Экологические инновации» КФУ получены культуральные жидкости с биосурфактантами, оценена их эмульсификационная способность. Показано, что эффективность биосурфактантов (в лабораторных) условиях выше таковой для химических ПАВ.

УДК 504.3.06

Влияние гуминового препарата и препарата «Мелафен» на дыхательную активность загрязненной нефтью дерново-подзолистой почвы

А.А. Вершинин, А.М. Петров, И.В. Князев, Т.В. Кузнецова, Р.Ч. Юранец-Лужаева

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г.Казань, A-vershinin@mail.ru

Загрязнение почвы нефтепродуктами делает ее непригодной для производства сельскохозяйственных культур. Возвращение загрязненных территорий в хозяйственный оборот возможно лишь после надлежащей рекультивации. Существуют различные способы восстановления загрязненных почв [1,2]. Известен подход, при котором с помощью агротехнических приемов или воздействия различных биологически-активных препаратов стимулируется аборигенная микрофлора, поскольку усиление активности почвенной микрофлоры способствует ускорению деструкции углеводородов нефти. Возникает вопрос – как оценить активность сообщества почвенных микроорганизмов? В современной практике принято считать, что наиболее адекватным способом установления состояния микробного пула почв является определения величины почвенного дыхания [3,4].

Цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния гуминового препарата и препарата «Мелафен» на дыхательную активность загрязненной нефтью дерново-подзолистой почвы.

В модельных опытах использовалась дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, загрязненная парафинистой нефтью смолистого типа Ямашинского месторождения Республики Татарстан. Начальное содержание нефтепродуктов в почве составляло 2,4 г/кг. В загрязненную нефтью почву вносили препарат «Мелафен» в концентрации 10^{-6} г/кг или гуминовый препарат в концентрациях 0,5; 1,0 и 3,0 г/кг и «Мелафен» на фоне вышеуказанных концентраций гуминового препарата. Контролем (К) служила незагрязненная почва без внесения препаратов.

Гуминовый препарат вносился однократно в начале эксперимента, «Мелафен» с периодически-

стью 1 раз в 10 дней в вышеуказанной концентрации. В ходе эксперимента поддерживали влажность почв 60% от полной влагоемкости, температура воздуха составляла 21-24°C. Периодически осуществляли рыхление почвенных образцов.

Гуминовый препарат рассматривается в качестве питательного субстрата для микроорганизмов. «Мелафен» - биологически активный препарат широкого спектра действия, разработанный в ИОФХ им. А.Е. Арбузова, оказывающий стимулирующее действие на биохимические процессы в растениях [5]. Образцы почв инкубировали в течение 30 суток. Содержание нефтепродуктов (НП) в почве определяли по методу [6].

Интенсивность почвенного дыхания определяли газохроматографическим способом [7]. На основе измерений устанавливали следующие параметры дыхания: скорость базального дыхания ($V_{\text{БАЗАЛ}}$), скорость субстрат-индуцированного дыхания ($V_{\text{СИД}}$), содержание углерода микробной массы ($C_{\text{МИК}}$), коэффициент микробного дыхания (Q_R). $V_{\text{БАЗАЛ}}$ указывает на скорость минерализации органического вещества в почве, $V_{\text{СИД}}$ характеризует активность почвенной микрофлоры, $C_{\text{МИК}}$ отражает потенциал микробного пула почв, Q_R – интегральный показатель, позволяющий оценить экологическое состояние микробных сообществ почв [3]. Результаты обработаны статистически при помощи программы Microsoft Excel.

Известно, что нефтяное загрязнение повышает интенсивность почвенного дыхания [7,8]. Величина базального дыхания чистой ДП почвы составляла 3,42 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$. Через 2 недели инкубации образцов $V_{\text{БАЗАЛ}}$ увеличивалась до 5,81 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$.

Таблица 1.

Параметры дыхания ДП почвы на 15 сутки инкубации

Вариант	$V_{\text{БАЗАЛ}}$ мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$	$V_{\text{СИД}}$ мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$	$C_{\text{МИК}}$ мкг С/г	Q_R
Контроль (К)	3,42	16,11	324,2	0,21
Загрязненная (З)	5,81	13,63	274,3	0,43
З + 0,5 г/кг Г	5,83	14,48	291,4	0,40
З + 1,0 г/кг Г	5,50	12,92	260,1	0,43
З + 3,0 г/кг Г	6,37	14,05	282,8	0,45
З + мелафен (М)	7,63	12,20	245,6	0,63
З+ 0,5 г/кг Г+ М	7,71	13,37	268,7	0,58
З+ 1,0 г/кг Г +М.	7,27	10,77	216,9	0,68
З+ 3,0 г/кг Г +М.	6,72	12,03	242,2	0,55

Внесение в почву гуминового препарата не влияло на скорость эмиссии CO_2 (разница между вариантами недостоверна). Добавление в загрязненную почву «Мелафена» способствовало росту $V_{\text{БАЗАЛ}}$ с 5,81 до 7,63 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$. Этот факт указывает на увеличение скорости разложения нефтепродуктов в почве. Сочетание гуминового препарата в концентрации 0,5 – 3,0 г/кг и «Мелафена» не сказывалось на изменении $V_{\text{БАЗАЛ}}$ (табл. 1). В присутствии нефтяных загрязнений активность почвенной микрофлоры ($V_{\text{СИД}}$) несколько снижалась. Величина $V_{\text{СИД}}$ загрязненной почвы уменьшалась с 16,11 до 13,63 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$ (табл. 1). Гуминовый препарат в испытанном диапазоне концентраций не оказывал влияния на $V_{\text{СИД}}$ загрязненной почвы. Сочетание Мелафена и гуминового препарата также не влияло на активность микробного сообщества почвы. Величина $V_{\text{СИД}}$ загрязненной почвы во всех изученных вариантах располагалась в диапазоне 10,77-14,48 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$, при этом различия между вариантами были статистически недостоверны.

Содержание микробного углерода в чистой ДП почве составляло 324 мкг С/г. Нефтяное загрязнение несколько снижало запасы $S_{\text{МИК}}$. Концентрация микробного углерода в загрязненной почве находилась в интервале 216,9 -291,4 мкг С/г. Минимальное содержание обнаружено в варианте с «Мелафеном» и гуминовым препаратом в варианте с концентрацией 1,0 г/кг, максимальное - в загрязненной почве с гуминовым препаратом в варианте 0,5 г/кг (табл. 1). Однако, авторы не придают особого значения этому факту,

поскольку все эти данные находятся в пределах статистической погрешности.

Величина коэффициента микробного дыхания чистой ДП почвы составляла 0,21, что соответствует благополучному состоянию ее микробного сообщества. Загрязнение почвы нефтью повышало Q_R до 0,43. Это указывает, с одной стороны, на повышение скорости разложения загрязнителя в почве, но с другой на нарушение устойчивости системы микробного пула. На фоне гуминового препарат не обнаружено изменений Q_R , тогда как внесение в загрязненную почву препарата «Мелафен» способствовало достоверному увеличению Q_R до 0,55–0,63 (табл. 1). Это, в сочетании с некоторым возрастанием скорости $V_{\text{БАЗАЛ}}$ при добавлении в загрязненную почву «Мелафена», позволяет говорить о тенденции некоторого увеличения скорости разложения поллютанта в данном опытном варианте.

Характер базального дыхания загрязненной нефтью почвы при более длительной инкубации (30 суток) был несколько иным. Значительно, по сравнению с контролем, возростала величина $V_{\text{БАЗАЛ}}$ загрязненной почвы в варианте без добавления препаратов и составляла 6,17 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$ (табл. 2). В вариантах с препаратами зарегистрировано достоверное снижение скорости эмиссии CO_2 . Наиболее выраженное угнетение $V_{\text{БАЗАЛ}}$ наблюдалось в варианте с содержанием гуминового препарата в концентрации 3,0 г/кг, как на фоне препарата «Мелафен», так и без него (4,86 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$).

Таблица 2.

Параметры дыхания ДП почвы на 30 сутки инкубации

Вариант	$V_{\text{БАЗАЛ}}$ Мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$	$V_{\text{СИД}}$ Мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$	$S_{\text{МИК}}$ Мкг С/г	Q_R
Контроль (К)	3,80	14,08	283,4	0,27
Загрязненная (З)	6,17	14,60	293,8	0,42
З + 0,5 г/кг Г	5,05	13,28	267,3	0,38
З + 1,0 г/кг Г	4,71	13,01	261,9	0,36
З + 3,0 г/кг Г	4,86	13,78	277,4	0,35
З + мелафен (М)	5,33	11,34	228,3	0,47
З+ 0,5 г/кг Г+ М	5,15	12,28	247,2	0,42
З+ 1,0 г/кг Г +М.	5,32	13,55	272,7	0,39
З+ 3,0 г/кг Г +М.	4,86	14,10	283,8	0,34

После 30 суток инкубации различия скорости $V_{\text{СИД}}$ между чистой и загрязненной почвой при всех сочетаниях и концентрациях «Мелафена» и гуминового препарата нивелировались. Колебания $V_{\text{СИД}}$ были незначительны (11,34 – 14,60 мкг $\text{CO}_2/\text{г час}$). Это же касается и запасов микробного углерода в почве (табл. 2).

Коэффициент микробного дыхания загрязненной почвы (вариант З) оставался неизменным. В

других сочетаниях препаратов значения Q_R заметно снижались по сравнению со значениями, полученными на 15 сутки инкубации, что отражает тенденцию возрастания стабильности почвенных микробоценозов и замедление скорости разложения поллютанта при снижении содержания нефтепродуктов в почве (табл. 3).

Таблица 3.

Вариант опыта	Динамика содержания нефтепродуктов в почве		
	Нефтепродукты, г/кг		
	Начало	15 суток	30 суток
Загрязненная (З)	2,40	1,50	1,16
З + 0,5 г/кг Г	2,40	1,50	1,07
З + 1,0 г/кг Г	2,40	1,38	1,05
З + 3,0 г/кг Г	2,40	1,47	1,14
З + мелафен (М)	2,40	1,16	1,02
З + 0,5 г/кг Г + М	2,40	1,06	0,81
З + 1,0 г/кг Г + М	2,40	1,31	0,97
З + 3,0 г/кг Г + М	2,40	1,22	0,82
Контроль (чистая)	0,025	0,025	0,025

После 15-суточной инкубации образцов максимальное снижение концентрации НП происходило в загрязненной почве при сочетании препарата «Мелафен» и гуминового препарата в концентрации 0,5 г/кг, а также в варианте содержащем «Мелафен» без гуминового препарата. В этот период зафиксирован и максимум $V_{\text{БАЗАЛ}}$. При увеличении длительности инкубации (30 суток) в загрязненной почве нефтепродукты наиболее активно минерализовались при сочетании Мелафена с гуминовым препаратом в концентрации 0,5 и 3,0 г/кг (табл. 3).

Таким образом, в загрязненной нефтью ДП почве через 15 суток инкубации содержание НП снижалось на 38%, а при 30 суточной инкубации на 52%. Использование гуминового препарата и препарата «Мелафен» (в определенном сочетании) позволило достичь уменьшения содержания НП на 56% при 14 суточной инкубации и на 66% от исходного уровня при 30 суточном инкубировании почв. Установлена связь параметров дыхательной активности и темпов минерализации загрязнителя. Мониторинг скорости эмиссии CO_2 в процессе рекультивационных мероприятий позволит оценить темпы деструкции загрязнителя и эффективность восстановительных процедур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. – М.: Изд-во РЭФИА, НИА-Природа. -2001. – 185 с.
2. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. / Под ред. Д.С. Орлова и В.Д. Василевской. – М.: Изд-во МГУ. 1994 г. -272с.
3. Благодатская Е.В., Ананьева Н.Д. Оценка устойчивости микробных сообществ в процессе разложения поллютантов в почве // Почвоведение. 1996. №11. С.1341-1346.
4. Ананьева Н.Д., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Сусьян Е.А. Влияние полихлорированных бифенилов на микробную биомассу и дыхание серой лесной почвы // Почвоведение. 2005. №7. С.871-876.
5. Мелафен: механизм действия и области применения. Под ред. С.Г.Фаттахова, В.В.Кузнецова, Н.В. Загоскиной. – Казань: «Печать-Сервис 21 век», 2014. – 408 с.
6. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98.
7. Вершинин А.А., Петров В.М., Акайкин Д.В., Игнатьев Ю.А. Оценка биологической активности дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава в условиях нефтяного загрязнения // Почвоведение. 2014. №2. С. 1-7
8. Киреева, Н.А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв / В.В. Водопьянов, А.М. Мифтахов. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.

УДК 628.3

Исследование шелухи ячменя в качестве сорбционного материала для извлечения красителя «анионный ярко-зеленый» из модельных растворов

А.Р. Вафина, И.Г. Шайхиев

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань

Стоки, загрязненные красителями, представляют огромную опасность при попадании в водоемы без предварительной очистки. Кроме нарушения кислородного баланса водоема, сточные воды, содержащиеся в своем составе красители даже в не-

больших количествах, нарушают эстетическое восприятие природных водоемов из-за изменения окраски. В этой связи, все сточные воды, содержащие красители, подлежат очистке с полнейшей деструкцией последних или полному извлечению

придающих цвет реагентов. Из множества методов очистки сточных жидкостей от красящих веществ (окисление кислородом воздуха, озоном, пероксидом водорода индивидуально или в условиях реакции Фентона), мембранная очистка, сорбционные процессы, последние занимают главенствующее положение, так как позволяют проводить глубокую очистку от красителей.

Однако, мембранная очистка осложняется проблемой утилизации концентрата, содержащего красители в большой концентрации, а сорбция на активированных углях – проблемой их регенерации.

В свете вышеизложенного в мировом сообществе в настоящее время интенсивно развивается новое направление в технологии очистки сточных вод от различных поллютантов – использование отходов промышленного производства и переработки сельскохозяйственного сырья в качестве реагентов для очистки стоков.

Особое место среди вторичных материальных ресурсов занимают целлюлозосодержащие отходы сельскохозяйственного производства. Указывается, что шелуха риса, кокосовых орехов, сердцевина початков кукурузы, шелуха арахиса и другие отходы эффективно сорбируют красители из водных потоков. Следует отметить, что основная часть работ по данной тематике проводится в странах Азии и Африки, где традиционно развито ткачество, выделка кож и, соответственно, окраска полуфабри-

катов. В Российской Федерации названные работы развиваются весьма медленными темпами.

На основании вышеизложенного, начаты работы по исследованию удаления красителей из водных потоков с использованием дешевых альтернативных сорбционных материалов. Первоначально в качестве последнего использовалась оболочка плодов ячменя, в качестве сорбата – краситель марки «анионный ярко-зеленый».

С учетом ранее сделанных работ, сорбционный материал подвергался обработке растворами кислот или же использовался без модификации.

Проведенными экспериментами, в результате проведенных опытных работ, выявлено следующее:

- использование шелухи в не модифицированном виде мало эффективно для удаления красителя;
- модификация сорбционного материала 2 %-ным раствором серной кислоты позволяет увеличить эффективность очистки окрашенных стоков в 10 раз;
- использование альтернативных реагентов более выгодно по сравнению с активированными углями из-за дешевизны вторичных материальных ресурсов;
- рекомендуемый способ утилизации отработанного сорбционного материала – сжигание.

Рассчитанные термодинамические параметры процесса сорбции свидетельствуют, что, в основном, преобладает физическая сорбция.

УДК 504.3.06

Ответная реакция почвенной микрофлоры на внесение органических препаратов при рекультивации нефтезагрязненных земель

Л.К. Каримуллин, Т.В. Кузнецова, А.М. Петров, Н.В. Шурмина

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, karlenar@yandex.ru

Сокращение сроков восстановления свойств нефтезагрязненных почв, снижение отрицательного воздействия на окружающую среду, необходимость оптимизации затрат на проведение рекультивационных мероприятий, требует поиска новых эффективных приемов интенсификации процессов окисления поллютантов, в том числе и за счет повышения активности аборигенной почвенной микрофлоры.

Уровень воздействия на почвенную микрофлору и ее активность, в первую очередь, определяется концентрацией и свойствами поллютанта. Наряду с изучением воздействия высоких концентраций нефтяных загрязнений, представляет интерес ответная реакция почвенного микробоценоза при среднем уровне содержания нефтепродуктов в

почве [1] в условиях проведения минимальных рекультивационных мероприятий.

В настоящее время, одним из направлений интенсификации рекультивационных процессов является использование биологически активных веществ, в том числе гуминовых препаратов и препарата «Мелафен» [2-5].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния гуминового препарата (Г) и препарата «Мелафен» (М) на ферментативную активность, состав почвенной микрофлоры на начальных этапах рекультивационных мероприятий первого уровня (увлажнение и рыхление почв) при среднем уровне содержания нефтепродуктов.

В лабораторных экспериментах была использована дерново-подзолистая лёгкосуглинистая чистая

(контроль) и загрязненная сернистой нефтью Ямашинского месторождения РТ почва (З) с начальным содержанием нефтепродуктов 2,4 г/кг [6].

При проведении исследований в загрязненную нефтью почву вносили препарат «Мелафен» в концентрации 10^{-6} г/кг и/или гуминовый препарат в концентрациях 0,5, 1,0 и 3,0 г/кг. Влажность почвы в ходе эксперимента поддерживали на уровне 60%

от полной влагоёмкости. Отбор проб и анализ проводили на 15 сутки после внесения в нефтезагрязненную почву изучаемых препаратов. Микробиологические исследования выполнены с использованием общепринятых методов почвенной микробиологии [7,8]. Определение каталазной и уреазной активности почвы проводили согласно [9].

Таблица.

Численность микроорганизмов и ферментативная активность почвы

Вариант	Численность микроорганизмов		Ферментативная активность	
	ОМЧ	УОМ	Каталаза, мг H ₂ O ₂ /г	Уреаза, мкгN/г·час
Контроль (К)	22·10 ⁶	0,5·10 ⁶	0,48	0,52
Загрязненная (З)	90·10 ⁶	6,7·10 ⁶	1,24	1,50
З + 0,5 г/кг Г	250·10 ⁶	0,7·10 ⁶	1,29	2,28
З + 1,0 г/кг Г	140·10 ⁶	1,1·10 ⁶	1,36	1,98
З + 3,0 г/кг Г	230·10 ⁶	11,1·10 ⁶	1,32	2,73
З + мелафен (М)	210·10 ⁶	4,2·10 ⁶	1,13	1,61
З+ 0,5 г/кг Г+ М	76·10 ⁶	6,1·10 ⁶	1,22	2,31
З+ 1,0 г/кг Г+М	280·10 ⁶	14,6·10 ⁶	1,14	2,53
З+ 3,0 г/кг Г+М	225·10 ⁶	4,1·10 ⁶	1,34	2,31

Загрязнение почвы нефтью приводило к 4 кратному увеличению общей численности микроорганизмов (ОМЧ) к 15 суткам инкубации. При этом численность углеводород окисляющих микроорганизмов (УОМ) увеличивалась более значительно - в 13,4 раза (таблица).

В большинстве вариантов опытов, содержащих гуминовый препарат и препарат «Мелафен» наблюдалось увеличение по сравнению с загрязненной почвой общей численности микроорганизмов. В тоже время, внесение дополнительного источника углерода ингибировало рост УОМ. Только в опытных вариантах содержащих гуминовый препарат в концентрации 3,0 г/кг и гуминовый препарат в концентрации 1,0 г/кг совместно с препара-

том «Мелафен», численность УОМ была в 1,7 и 2,2 раза выше, чем в загрязненной почве.

Анализ отношения УОМ к ОМЧ показал, что использование вышеназванных препаратов не приводит к увеличению доли углеводородокисляющих микроорганизмов в составе почвенного микробного сообщества, их количество практически во всех вариантах с препаратами ниже, чем в загрязненной нефтью почве (рис. 1). Следует отметить, что в вариантах, содержащих оба препарата, относительная численность УОМ снижается при увеличении концентрации гуминового препарата в почве, тогда как в присутствии только гуминового препарата изменение доли УОМ имеет прямую зависимость.



Рис. 1 Отношение численности УОМ к ОМЧ в вариантах эксперимента.

Присутствие в почве нефтепродуктов приводило к 2,6 и 2,9 повышению уровня каталазной и уреазной активности (таблица). В тоже время, если уровень каталазной активности во всех опытных

вариантах достоверно не отличался от уровня в загрязненной нефтью пробе, то в присутствии гуминового препарата наблюдался 1,3-1,8-кратный рост уреазной активности (рис. 2).

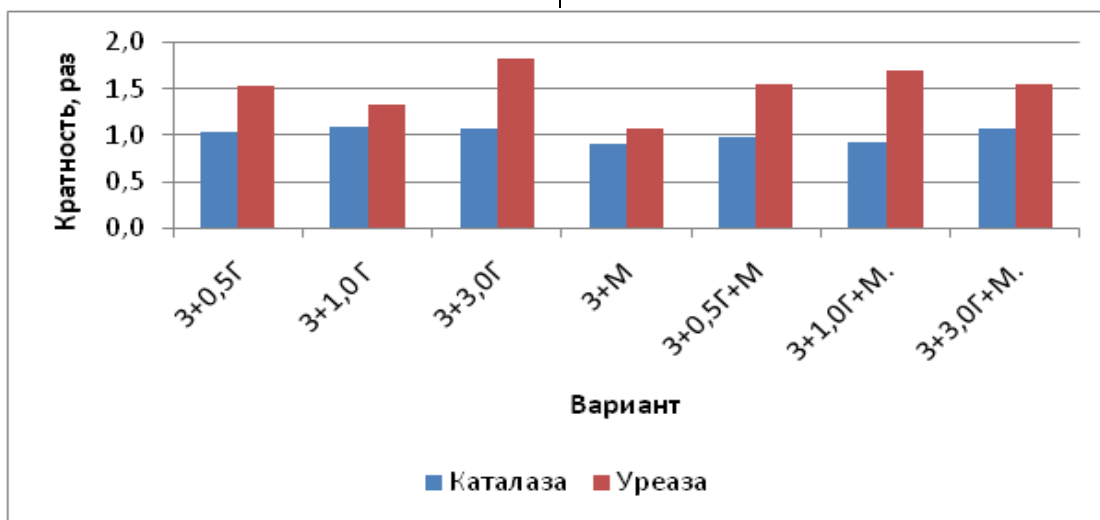


Рис. 2. Изменение уровня ферментативной активности нефтезагрязненных почв в присутствии изучаемых препаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, утвержденный приказами Минприроды РФ от 18.11.1993 г. № 04-25 и Комитета Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству от 10.11.1993 г. № 61-5678.

2. Мадякина М.В., Полескова Е.Г., Шулаев М.В., Петров А.М. Влияние биологически активных веществ на токсикологические характеристики нефтезагрязненных почв в ходе их рекультивации // Вестник Казанского технологического университета // Вестник Казанского технологического университета – 2014. Т17, № 20. С. 177-179.

3. Семенова А.А., Зайнулгабидинов Э.Р., Мадякина М.В., Юраниец-Лужаева Р.Ч., Шулаев М.В., Петров А.М. Влияние применения биологически активных препаратов на токсикологические характеристики и деструктивную активность нефтезагрязненной почвы в ходе проведения рекультивационных работ // Вестник Казанского технологического университета – 2015. Т18, № 12. С. 178-182.

4. Сияяшина Т., Полескова Е., Сияяшин К., Гоголашвили Э., Князев И., Абдуллина Ф., Черкина М. Препарат «Мелафен» - регулятор вторичного метаболизма в

различных биотехнологических процессах, на примере нефтезагрязненных грунтов, обработанного активного ила и отходов птицеводства и животноводства // Материалы научно-практической конференции «Управление отходами» Н.Новгород, 2015 г. С.78-80.

5. Мелафен: механизм действия и области применения. Под Ред С.Г.Фаттахова, В.В.Кузнецова, Н.В.Загоскиной. - Казань: «Печать-Сервис 21 век», 2014. - 408 с.

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

7. Методические указаниями по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. - М., 1977.

8. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации. - М., 2004.

9. Петров А.М., Каримуллин Л.К., Кузнецова Т.В., Вершинин А.А., Хабибуллин Р.Э. Влияние остаточного содержания нефтепродуктов на состав и активность почвенного микробного сообщества // Вестник Казанского технологического университета – 2014. Т17, № 23. С. 356-359.

УДК 628.35

Расчет средней нагрузки на активный ил

В.В. Кирсанов, профессор

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»,
vvkirsanov2@gmail.com

Особенностью современных коммунальных (бытовых) сточных вод является разнообразный состав и присутствие трудноокисляемых поллютантов, а промышленные сточные воды предпри-

ятий отличаются резкими во времени изменениями нагрузок. Поэтому, в статье предложены расчетные формулы для определения нагрузки на активный ил (показателя, на основе которого определяется

окислительная мощность аэротенка, период аэрации и другие определяющие процесс биоокисления параметры) с учетом колебаний нагрузок во времени и по основному показателю, идентифицирующему суммарную концентрацию органических (кроме азотосодержащих соединений) и большинства минеральных загрязнений – химическому потреблению кислорода (ХПК).

Состав и концентрация трудноокисляемых ингредиентов современных коммунальных (бытовых) сточных водах (СВ), особенно, в крупных городах, не значительно отличаются от промышленных стоков, а нередко превышают таковые в промышленных СВ. Увеличение нагрузок в коммунальных СВ обусловлено подключением многочисленных предприятий и организаций малого и среднего бизнеса (сервисные центры по обслуживанию автомобилей и другой бытовой техники, предприятия и организации коммунально-бытового обслуживания, аптеки, магазины, парикмахерские, различные салоны, автомойки и пр.), которые, в большинстве своем сбрасывают сточные воды в городскую бытовую канализацию. Поэтому, предлагаемые в статье расчетные формулы, по мнению автора, могут применяться и для биотехнологий по очистке коммунальных СВ.

Нагрузка на активный ил (АИ) – количество поступающих со сточной водой загрязнений, приходящееся на единицу массы ила в единицу времени.

Выражается эта величина в мг или г загрязнений (БПК, ХПК или другого конкретного загрязнителя) на 1 г сухого вещества АИ в 1 час или в 1 сутки. Но известно, что в окислении ЗВ принимает участие только органическая часть активного ила, поэтому необходимо рассматривать нагрузку на органическую (беззольную) составляющую ила.

Нагрузка на ил имеет физический смысл и свидетельствует только о том, что определенное количество загрязнений приходится на ил, но совершенно не означает, что это количество загрязнений будет снято в процессе очистки.

Нагрузка на ил зависит от концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в исходном стоке, дозы (концентрации) ила, времени окисления (времени аэрации) и качества ила (качество ила обуславливается многими факторами – возрастом ила, концентрацией ила (рабочей дозой ила), соотношением органической и неорганической части или зольностью ила и пр.). Но следует обратить внимание, что относительная величина, характеризующая содержание органической составляющей части ила (зольность ила) еще не говорит о том, что вся данная органическая часть ила (беззольная часть) будет участвовать в биодеструкции ЗВ, так как в нее

может входить инертная или даже отмершая биомасса.

Концентрация ила (доза ила) в биореакторе обратно пропорциональна нагрузке на ил, то есть уменьшить нагрузку на ил (соответственно, увеличить эффективность биотехнологии, при условии отсутствия в исходном субстрате ксенобиотиков) можно за счет увеличения рабочей дозы в биореакторе. Но увеличение рабочей дозы в биореакторе сверх определенной и оптимальной величины, невозможно с точки зрения ведения биотехнологии и, прежде всего, - риска ухудшения процесса разделения иловой смеси после биореактора во вторичных отстойниках или илоотделителях другой конструкции. Для определения параметров, связанных с ограничением рабочей дозы АИ в биореакторе и возможностью его последующего разделения во вторичных отстойниках, введен показатель – иловый индекс (объем ила, мл, занимаемый илом после 30-минутного отстаивания, соотношенного с 1 г сухого вещества ила).

Рабочая доза АИ в биореакторе варьируется в зависимости от оптимальной нагрузки на ил, обеспечивающей необходимую степень биодеструкции ЗВ и, с другой стороны, от способности ила к седиментации, идентифицируемой величиной илового индекса.

Наиболее распространенным в биотехнологиях интервалом рабочей дозы АИ является значение 3–5 г/л. При технологической необходимости поддержания более высокой дозы АИ применяют биотехнологии с регенерацией активного ила, целью которой является восстановление сорбирующей способности ила и доокисление трудноокисляемых веществ, которые не полностью деструктурировали в биореакторе. И тот и другой технологический фактор способствует формированию более компактного и хорошо седиментирующего ила во вторичных отстойниках.

Нагрузка на АИ находится в обратно пропорциональной зависимости от времени аэрации (времени окисления), поэтому, окислительную способность биореактора, ограниченную максимально возможной рабочей дозой ила, можно повысить увеличением времени аэрации. Но увеличение времени аэрации также ограничено рядом технологических параметров, одним из важнейших является уменьшение производительности и увеличение возраста АИ сверх оптимального.

Методика расчета средней нагрузки на ил

Средняя нагрузка на ил – количество поступающих в биореактор ЗВ в единицу времени, приходящееся на единицу массы ила. Количество поступающих ЗВ выражается в мг или г загрязнений (ХПК или БПК_п в случае нескольких приоритет-

ных загрязнений, или концентрации какого-либо приоритетного поллютанта), единица массы ила в граммах сухого вещества ила или в граммах сухого беззольного вещества ила. Последнее выражение предпочтительнее, так как в биоокислении участвует только беззольная (органическая составляющая массы ила).

Среднюю нагрузку на активный ил V_x можно определить в соответствии с методикой СНиП [2], основываясь на снижении БПК₅ и (или) снижении ХПК, используя следующие зависимости:

$$V_x = (\text{БПК}_5^{\text{BX}} - \text{БПК}_5^{\text{ВЫХ}}) / X_B(1 - S_{\text{аи}})t_{\text{ат}}, \quad (1)$$

где БПК₅^{ВЫХ} и БПК₅^{ВЫХ} – БПК₅ поступающей в биореактор и выходящей из него СВ, мгО₂/л или г/м³;

X_B – концентрация активного ила (биомассы), мг/л (если БПК₅^{ВЫХ} выражена в мгО₂/л) или г/м³ (если БПК₅^{ВЫХ} выражена в гО₂/м³);

$S_{\text{аи}}$ – зольность ила, доли единицы; $t_{\text{ат}}$ – время нахождения субстрата в биореакторе (время аэрации), час [2].

Но зависимость (1) может быть использована для бытовых (коммунальных) СВ, которые отличаются постоянством состава и концентраций ЗВ, а для многих производственных СВ характерной особенностью является присутствие трудноокисляемых поллютантов, определяемых по ХПК.

Кроме того, остаточная концентрация ЗВ, определяемая по формуле (1) (в данном случае по БПК₅^{ВЫХ}), непосредственно не связана с нагрузкой на ил. Нагрузка на ил зависит от концентрации ЗВ на входе в биореактор и, опосредованно, через концентрацию АИ и время биодеструкции, связана с конечной концентрацией (БПК₅^{ВЫХ}).

Следует обратить внимание, что от конечной концентрации ЗВ (разности между начальной и конечной концентрацией) зависит удельная скорость окисления и окислительная мощность биореактора (данная тема будет рассмотрена в следующей работе).

Поэтому, необходимо зависимость для расчета нагрузки на ил изменить с учетом следующих поправок:

1) не учитывать величину остаточной концентрации ЗВ;

2) концентрацию ЗВ оценивать не по величине БПК, а по величине ХПК, как показателю, учитывающему концентрацию не только средне- и легкоокисляемых соединений, но и трудноокисляемых.

В данном случае формулу по определению V_x можно записать в следующем виде:

$$V_x = (\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}}) / X_B(1 - S_{\text{аи}})t_{\text{ат}}, \quad (2)$$

где $\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}}$ – ХПК сточной воды на входе в биореактор, среднеарифметическое между максимальным $\text{ХПК}_{\text{max}}^{\text{BX}}$ и минимальным $\text{ХПК}_{\text{min}}^{\text{BX}}$ значением в разовых

пробах за время нахождения СВ в сооружениях, где осуществляется предварительная перед биореактором очистка (может быть 1–6 час) ($\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}} = (\text{ХПК}_{\text{max}}^{\text{BX}} + \text{ХПК}_{\text{min}}^{\text{BX}}) / 2$) [4].

Примечания:

1. ХПК определяется бихроматным, но не перманганатным методом.

2. Рекомендуется ХПК на входе в биореактор определять для биосистем с регенерацией АИ усредненное за время предварительной очистки СВ в сооружениях, предшествующих биоочистке. В каждом конкретном случае это время зависит от способов предварительной очистки и времени нахождения СВ в них.

3. Для биосистем без регенерации АИ рекомендуется ХПК определять в разовой пробе.

Кроме того, что в СВ многих производств присутствуют трудноокисляемые вещества, концентрация и состав поступающих в биореактор сточных вод может резко меняться во времени. Изменение нагрузок на АИ угнетает физиологический обмен в бактериальной клетке (аномальный сброс СВ с высокой концентрацией токсикантов может вызвать даже лизирование микроорганизмов) и для адаптации микроорганизмов АИ к новым условиям требуется значительное время.

Зависимость (2) может применяться для определения нагрузок на АИ в условиях эксплуатации биотехнологий для очистки бытовых СВ или некоторых производственных СВ, отличающихся стабильной нагрузкой, не превышающей регламентные значения.

Для остальных производственных СВ с меняющейся и резко превышающей регламентные значения нагрузкой (СВ химических, нефтехимических, нефте-газоперерабатывающих, ресурсодобывающих, перерабатывающих, металлургических, оборонных и многих других производств) для более объективного определения V_x предлагается ввести коэффициент неравномерности нагрузок по ХПК $k_n^{\text{ХПК}}$. $k_n^{\text{ХПК}}$ определяются по следующей зависимости:

$$k_n^{\text{ХПК}} = (\text{ХПК}_{\text{max}}^{\text{BX}} + \text{ХПК}_{\text{min}}^{\text{BX}}) / \text{ХПК}_{\text{рег.}}^{\text{BX}}, \quad (3)$$

где $\text{ХПК}_{\text{max}}^{\text{BX}}$, $\text{ХПК}_{\text{min}}^{\text{BX}}$ и $\text{ХПК}_{\text{рег.}}^{\text{BX}}$ – соответственно ХПК в разовой пробе перед биореактором максимальное, минимальное и регламентное. Коэффициент $k_n^{\text{ХПК}}$ может иметь различные значения, величина которого пропорциональна нагрузке на биоценоз АИ ($k_n^{\text{ХПК}} \leq 1,0$ – нагрузка равномерная; $k_n^{\text{ХПК}} \geq 1,0$ – нагрузка неравномерная).

Формула (2) с учетом $k_n^{\text{ХПК}}$ примет следующий вид:

$$V_x = [(\text{ХПК}_{\text{ср}}^{\text{BX}}) / X_B(1 - S_{\text{аи}})t_{\text{ат}}] + \exp(k_n^{\text{ХПК}}), \quad (4)$$

Формула (4) учитывает концентрацию средне- и трудноокисляемых ингредиентов сточных вод и изменение нагрузки на входе в биореактор (аэротенк, биофильтр) [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения.

3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками.- М.: АКВАРОС, 2003.-512 с.

4. Кирсанов В.В. Теоретические и практические аспекты биологической очистки сточных вод в аэротенках: монография / Под ред. проф. А.Н. Глебова. Казань: Изд-во Казан.гос.техн.ун-та, 2010, 264 с.

5. Кирсанов В.В. Современные технико-технологические методы защиты окружающей среды. Т.1. Процессы и аппараты защиты гидросферы / В.В.Кирсанов. Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012, 496с.

УДК 628.3

Физико-химическая очистка модельных вод от ионов хрома (VI) раствором реагента, обладающим свойством флокулянта щелочного характера

Э.Ф. Магизова, студент, **Е.С. Корчева**, студент, **С.В. Степанова**, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань, magizova666@mail.ru

Вода – ценнейший природный ресурс. Огромное значение вода имеет в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека, всех растений и животных. Для многих живых существ она служит средой обитания.

Всякий водоем или водный источник связан с окружающей его внешней средой. На него оказывают влияние условия формирования поверхностного или подземного водного стока, разнообразные природные явления, индустрия, промышленное и коммунальное строительство, транспорт, хозяйственная и бытовая деятельность человека. Последствием этих влияний является привнесение в водную среду новых, несвойственных ей веществ – загрязнителей, ухудшающих качество воды [1]. К таким веществам относятся тяжелые металлы.

Тяжелыми металлами являются хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, галлий, германий, молибден, кадмий, олово, сурьма, теллур, вольфрам, ртуть, таллий, свинец, висмут и другие.

Сточные воды, содержащие тяжелые металлы (промышленные сточные воды), образуются в автомобильной и химической промышленности, при производстве гальванических элементов и обработке металлических поверхностей, в электронной промышленности, в типографии, на кожанных фабриках и других. Они представляют большую опасность для окружающей среды и для человека. Например, соединения хрома Cr (VI) в больших концентрациях являются канцерогенными и могут вызывать онкологические заболевания, различные заболевания кожи [2].

Существует большое число специализированных процессов, используемых для удаления металлов из сточных вод. Такие отдельные операции включают: химическое осаждение; коагуляцию/флокуляцию; ионный обмен и жидкостную экстракцию; цементацию; комплексообразование; электрохимические операции; биологические операции; адсорбцию; выпаривание; фильтрацию; мембранные процессы [3].

Часто в практике для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов применяют флокулянты, представляющие собой растворимые высокомолекулярные вещества, молекулы которых обладают в растворенном виде зарядом.

Достоинствами флокуляционного метода очистки сточных вод являются: низкая стоимость, использование широко распространенного и отработанного оборудования, а также доступных реагентов. Эти методы водоочистки дают хорошие результаты по выведению из стоков коллоидных и взвешенных частиц.

Недостатки метода: низкий коэффициент очистки сточных вод, малая производительность, образование большого объема вторичных отходов (шламов), отсутствие очистки стоков от растворенных солей, увеличение общего солевого содержания, а в некоторых случаях добавление токсичных реагентов [4].

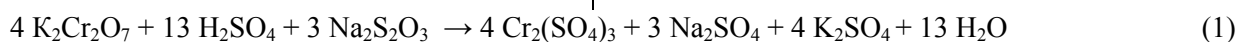
Целью данной работы является получение реагента из оболочки плода ячменя, обладающего свойствами флокулянта щелочного характера, для физико-химической очистки модельных вод (МВ) от ионов хрома (VI).

Реагент получен путем взаимодействия 5 г оболочки плода ячменя (образующейся в результате послеуборочной обработки зерна в семено-

водческих и зерновых хозяйствах ОАО «Набережночелнинский элеватор») со 100 см³ 10 %-го раствора NaOH в течение 60 мин при температуре 100 °С. Шелуха злаковых культур состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и пентозана.

Данный эксперимент проводился следующим образом:

По 100 см³ МВ приливалось в пять плоскодонных колб емкостью 250 см³. Концентрация МВ, содержащих ионы Cr⁶⁺, составляла: 0,5; 1,0; 10,0; 50,0 и 100 мг/дм³.



Так как реагент обладает свойством флокулянта щелочного характера, то механизм действия основан на явлении адсорбции молекул реагента на поверхности коллоидных частиц, на образовании сетчатой структуры, на слипании частиц за счет сил Ван-дер-Ваальса. При действии флокулянтов между коллоидными частицами образуются трехмерные структуры, способные к особенно быстрому и полному отделению от жидкой фазы. В данном эксперименте трехмер-

Скорость и полнота реакций восстановления Cr⁶⁺ до Cr³⁺ в большей степени зависит от величины pH реакционной смеси, а именно проведение реакции в кислой среде. Для этого необходимо прилить концентрированную серную кислоту до достижения pH = 2-4. Затем до образования зеленого цвета добавлялся трехкратный избыток 10 % раствора Na₂S₂O₃ [5]. Заключительным этапом является добавление реагента из оболочки плода ячменя, обладающего свойствами флокулянта щелочного характера (уравнения 1 и 2):

ная структура – это серо-голубой осадок, состоящий из Cr(OH)₃, комплексных солей хрома с соединениями полисахаридов и производными лигнина.

Изначально нами был рассчитан объем, который необходим на подкисление 10% -го раствора Na₂S₂O₃ и реагента. На основании этих данных добавлялось необходимое количество раствора серной кислоты (таблица 1).

Таблица 1

Объемы растворов

Концентрация ионов хрома в модельном растворе, мг/дм ³	Объем H ₂ SO ₄ , см ³	Объем Na ₂ S ₂ O ₃ , см ³	Объем реагента, см ³
100,0	0,060	1,200	1,600
50,0	0,030	0,600	0,800
25,0	0,015	0,300	0,400
10,0	0,010	0,120	0,160
1,0	0,001	0,012	0,020

В дальнейшем проводили перемешивание всех компонентов, с последующим отстаиванием. Исходные параметры модельной воды, содержащей ионы хрома (VI), представлены в таблице 2

Таблица 2

Параметры исходных модельных вод, содержащих ионы хрома (VI)

C _{исх} (Cr ⁺⁶), мг/дм ³	ХПК, мг O ₂ /дм ³	pH, ед. pH
100,0	468,00	4,43
50,0	417,26	4,67
25,0	500,71	4,90
10,0	584,16	5,61
1,0	667,61	6,05

Через час очищенные МВ отфильтровывались и взвешивались осадки, а в фильтрате определялись остаточные концентрации ионов хрома и сульфатов, pH, ХПК [4].

Результаты очистки представлены в таблице 3.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов можно рекомендовать использование реагента из оболочки плода ячменя, обладающего свойствами флокулянта щелочного характера, для локальной очистки вод от ионов хрома (VI).

Таблица 3

Результаты очистки модельных вод

Концентрация ионов хрома в модельном растворе, мг/дм ³	Остаточная концентрация ионов хрома в растворе, мг/дм ³	ХПК, мг О ₂ /дм ³	Масса осадка, г/дм ³	рН, ед рН	Остаточная концентрация ионов сульфатов в растворе, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
100,0	15,86	170,49	0,062	8,63	49,32	84,14
50,0	11,02	297,62	0,057	8,94	39,54	77,96
25,0	8,99	359,56	0,050	8,90	35,95	64,04
10,0	5,74	445,30	0,044	9,05	31,09	42,60
1,0	0,78	490,21	0,032	9,11	24,62	22,00

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайнуллина Г.Р. Очистка сточных вод от кислот и щелочи / Г.Р. Гайнуллина, Г.Ю. Федоров // Вестник магистратуры. – 2014. – №12– С. 53-55.

2. Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов / Т.В. Клименко // Современные научные исследования и инновации. – 2013.– № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/11/28484> (дата обращения: 17.08.2015).

3. Гайнуллина Г.Р. Очистка сточных вод от тяжелых металлов методом электрофлотации / Г.Р. Гайнуллина, Г.Ю. Федоров // Вестник магистратуры. – 2014. – №12 – С. 56-58.

4. Коагуляция и флокуляция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mediana-eco.ru/information/stoki_floculation/coagulation/ (дата обращения 17.08.2015).

5. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / под редакцией В.Н. Кудрявцева. – М.: «Глобус», 1998. – 302 с.

УДК 579.695; 546.85; 502.55; 661.63

Этоксикант белый фосфор как фосфорная подкормка для микроорганизмов

**А.З. Миндубаев¹, А.Д. Волошина¹, Е.В. Горбачук¹, Н.В. Кулик¹, Ф.К. Алимова²,
К.А. Сапармырадов², С.Т. Минзанова¹, Л.Г. Миронова¹, Д.Г. Яхваров¹**

1 ФГБУН Институт органической и физической химии им. А.Е.Арбузова КазНЦ РАН, г.Казань, mindubaev@iopc.ru

2 ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань

Биодеградация становится одним из наиболее популярных и часто применяемых на практике методов обезвреживания промышленных стоков, обогащенных неприродными веществами самых разнообразных классов, зачастую очень токсичных [1]. Главное преимущество биодеградации, по сравнению с многочисленными иными методами обезвреживания стоков, заключается в том, что при ее использовании в окружающую среду не вносятся новые химические загрязняющие агенты.

Целью проведенного нами исследования являлась переработка при помощи микроорганизмов белого фосфора – одного из самых опасных веществ, применяемых в крупнотоннажном химическом производстве [2]. В литературных источниках не найдено сведений о доказанных примерах биологической деградации белого фосфора. Предыдущие работы нашего коллектива [3, 4] позволили пролить свет на практически неизученный вопрос токсичности белого фосфора для прокариот. Однако, несмотря на значительные успехи, для наглядного доказательства биотрансформации белого фосфора и включения его в природный круговорот необходим был важный шаг. До сих пор биодеградация Р₄ наблюдалась в осадках сточных вод

(ОСВ). Данный субстрат имеет важное преимущество – богатое видовое разнообразие микробного сообщества [5], позволяющее добиться биодеградации даже такого «трудного» ксенобиотика, как белый фосфор. Однако, ОСВ имеет и ряд недостатков – в первую очередь, непостоянство состава и свойств, а также сложнейший химический состав. Следовательно, дальнейшую работу было необходимо вести в искусственных культуральных средах, имеющих стандартный, постоянный состав. Только в таких средах можно вести селекцию микроорганизмов на способность обезвреживать все возрастающие концентрации белого фосфора. Представленная публикация является продолжением цикла работ нашего коллектива. В нем нами впервые произведен посев устойчивой микрофлоры на искусственную культуральную среду, содержащую в качестве единственного источника фосфора белый фосфор, и наблюдался рост на этой среде. То есть наблюдалось включение белого фосфора в природный круговорот этого элемента. Кроме того, наблюдалась адаптация микроорганизмов к возрастающим концентрациям белого фосфора в средах.

Посевы производились на модифицированную среду Придхем-Готлиба. Классическая среда Придхем-Готлиба не содержит источники углерода: в качестве таковых выступают нефтепродукты. Наша модификация включает глюкозу, но не содержит источники фосфора (в качестве такового выступает белый фосфор). Посев *Aspergillus niger*, споры которого были внесены вместе с белым фосфором, производили на среду, содержащую белый фосфор в концентрации 0.01 и 0.05% по массе. В контрольные среды К(+) вносился фосфат. В контрольные среды К(-) источники фосфора не вносились. Произвели посев выросших *A. niger* на контрольные среды К(+) и К(-). Второй пересев *A. niger* произведен на среды аналогичного состава, третий – на среды с увеличенной концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Аналогично был произведен посев *Streptomyces* sp., выделенного из ОСВ с 0.01% белого фосфора, по-видимому, соответствующий или родственный *Streptomyces* sp. А8, описанному в работе [6]. Четвертый пересев проводился на среды с концентрацией белого фосфора 0.1, 0.5 и 1 % по массе. В этом посеве, помимо аспергилла и стрептомицета, высевался гриб *Trichoderma asperellum* F-1087, любезно предоставленный кафедрой биохимии ИФ-МиБ КФУ. После данного посева был произведен посев грибов из среды с максимальной концентрацией белого фосфора (1%) на среду Сабуро с целью проверить жизнеспособность микроорганизмов после выдерживания в неблагоприятных условиях. Аналогично был произведен посев *Streptomyces* sp., выделенного из ОСВ с 0.01% белого фосфора, по-видимому, соответствующий или родственный *Streptomyces* sp. А8. Посев проводился на среды с концентрацией белого фосфора: 0.05, 0.1 и 0.2% по массе. Пересев *S. sp.* был произведен через 28 суток (одновременно с четвертым посевом аспергилла) на среды с концентрацией белого фосфора: 0.5, и 1% по массе. После него был произведен посев *S. sp.* и *S. sp.* А8 из среды с содержанием белого фосфора 0.5% (при которой не наблюдался рост микроорганизмов) на среду Сабуро. Пятый и шестой посева были произведены на среды с теми же самыми концентрациями Р₄. Одновременно с шестым посевом был произведен третий пересев *Streptomyces* sp. и *S. sp.* А8. Посев проводился на среды с концентрацией белого фосфора 0.2 %, а также 0.5% по массе, на которой стрептомицеты ранее не росли. Также, одновременно с ними, был произведен третий пересев *Trichoderma asperellum* F-1087, аналогично предыдущему. Тем не менее, аспергилл был также посеян на среду с 1% белого фосфора, на которой он ранее не рос. Седьмой пересев *A. niger* был произведен на среды с теми же

самыми концентрациями Р₄, что и в предыдущем. Одновременно был произведен четвертый пересев *S. sp.* и *S. sp.* А8. Посев проводился на среды с концентрацией белого фосфора 0.5 % по массе, а также 1% по массе, на которой стрептомицет ранее не рос. Также, одновременно с ними, был произведен четвертый пересев *T. asperellum* F-1087.

Бактерии *Pseudomonas alcaliphila*, выделенные на кафедре биохимии КФУ, высевали на среды, содержащие 0.01 и 0.05% белого фосфора, на чашки Петри и в плоскодонные колбы на 50 мл с целью создания накопительных культур. Оптическая плотность измерялась на фотоэлектроколориметре AP-101 (Apel, Япония) при длине волны 540 нм. Посев культуры *P. alcaliphila* производился дважды.

В посеве с *Aspergillus niger* на следующие сутки отмечалось образование черного осадка, предположительно, фосфидов, который на пятые сутки полностью исчез. Следует учесть, что среда Придхем-Готлиба богата ионами переходных металлов, в присутствии которых белый фосфор неустойчив и легко диспропорционирует до нерастворимых фосфидов и водорастворимых солей кислородсодержащих кислот фосфора [3, 4]. По всей видимости, споры плесневого гриба попали в среды с навесками белого фосфора: перед внесением в среды он не подвергался стерилизации в автоклаве при 120 °С по причине высокого риска работы с этим веществом, особенно при нагреве. На средах с 0.01% белого фосфора выросло множество мелких колоний *A. niger*, а на средах с 0.05% - меньшее число колоний, но более крупных. По всей видимости, это означает, что на среде с большей концентрацией ксенобиотика не все споры смогли прорасти.

На пятые сутки пересеяли культуру *A. niger*, выросшую на 0.05% белого фосфора, на контрольные среды К(+) и К(-). Через шесть суток после посева наблюдалась следующая картина. На среде К(+) с фосфатом выросло значительное число сравнительно мелких колоний: это означает, что большинство спор проросло, что естественно в благоприятных условиях. На среде К(-) без источников фосфора колонии выросли немногочисленные, занимающие сравнительно большую площадь, но очень слабые (практически прозрачные, с неразвитым мицелием и отдельными конидиеносцами, выглядящими, как россыпь черных точек, а не сплошное черное поле). По всей видимости, сказалась нехватка фосфора: агар, используемый для приготовления среды, содержит примесь фосфата, но недостаточную для полноценного роста грибов (рис.)



Рис. Первый пересев устойчивых аспергиллов. Слева – среда без источника фосфора: на ней наблюдается рост слабых колоний аспергилла. Вверху – среда с фосфатом: наблюдается рост множества колоний *A. niger*. Справа – среда с 0.05% белого фосфора: наблюдается рост нескольких крупных колоний *A. niger*. Чашки сфотографированы через шесть суток после повторного посева.

Известно, что растения и микроорганизмы в природных условиях часто испытывают фосфорное голодание, и вырабатывают к нему ряд адаптаций. Причем, согласно [7], микроорганизмы выдерживают более жесткий дефицит фосфора, что и наблюдалось нами. Любопытно, что на среде с 0.05% белого фосфора колоний выросло меньше, чем на K(+), однако они производят впечатление совершенно нормальных, не испытывающих дефицита питательных веществ. Отсюда следует вывод, что на среде с белым фосфором выживают не все споры гриба, но выжившие обладают способностью использовать в качестве источника фосфора либо сам белый фосфор, либо продукты его химических превращений. Значительный размер колоний, выросших в присутствии P_4 , объясняется менее жесткой конкуренцией между немногими адаптировавшимися культурами.

После второго посева, произведенного через 63 дня после первого посева, наблюдается интенсивный рост аспергилла на среде, содержащей 0.01 и 0.05% белого фосфора. Судя по всему, среда с 0.01% белого фосфора более благоприятна для роста грибов: на четвертый день после посева колонии уже приобрели характерную черную окраску, свидетельствующую о спороношении. На среде с 0.05% P_4 колонии на четвертый день еще только приступают к размножению и имеют светлую окраску. Отставание в развитии для них продолжалось наблюдаться и на 19 суток после посева: колонии грибов потемнели, но все же остались более

светлыми, чем колонии на 0.01% белого фосфора. Поскольку черный цвет *A. niger* придает споры, светлая окраска свидетельствует о пониженной фертильности плесневого гриба, растущего на высокой концентрации P_4 .

Очередной (третий) пересев на 84 день после первого посева, был произведен на среды с более высокой концентрацией белого фосфора, с целью адаптации гриба к ней. Были выбраны концентрации 0.05, 0.1 и 0.2% P_4 . Последняя, самая высокая, концентрация ранее нами никогда не использовалась. Согласно [8], она соответствует тысячекратному превышению ПДК белого фосфора в сточных водах! Тем не менее, даже при столь высоком содержании белого фосфора в среде наблюдался интенсивный рост колоний гриба. На четвертый день после посева на всех трех концентрациях белого фосфора наблюдалось начало спороношения, но на 0.1 и 0.2% P_4 грибы отставали в развитии по сравнению с 0.05%. Отставание в развитии у *A. niger* при концентрации белого фосфора 0.1 и 0.2%, по сравнению с 0.05%, наблюдалось и через 18 суток после посева. На самой малой концентрации P_4 колонии к этому времени стали практически черными, тогда как на более высоких имели серую окраску. Возможно, использованные концентрации исследуемого токсиканта отрицательно сказываются на фертильности грибов, хотя полностью не подавляют ее. Тем не менее, результаты посева позволяют заключить, что черный аспергилл легко пе-

реносит присутствие белого фосфора в среде даже в концентрации 0.2%.

Четвертый пересев аспергилла (и второй стрептомицетов) был произведен через 112 суток после первого посева. Концентрацию белого фосфора в среде снова увеличили до 0.5 и 1% по массе. При внесении столь большого количества P_4 густой черный осадок в средах выпадает моментально. Среда издаёт сильный специфический запах белого фосфора даже спустя несколько суток после посева. Через сутки рост посеянных микроорганизмов еще не наблюдался. Через четверо суток на среде с содержанием белого фосфора 0.5% наблюдался рост мелких колоний аспергилла, имеющих еще белый цвет (то есть рост сильно замедлен). На средах с 1% белого фосфора через четверо суток после посева рост не наблюдался. По-видимому, выпавший черный осадок фосфидов перевел в нерастворимую форму микроэлементы, присутствующие в среде и необходимые для роста микроорганизмов. Следует отметить, что по [8], концентрация белого фосфора 0.5% соответствует 2500 ПДК! Кроме того, был посеян гриб *Trichoderma asperellum* F-1087, предоставленный кафедрой биохимии КФУ [9], на концентрации 0.1, 0.5 и 1%. Через четверо суток в среде с самой малой концентрацией выросла одна крупная колония триходермы, т.е. данный гриб тоже способен усваивать белый фосфор. Грибы развиваются очень медленно. По-видимому, данные концентрации белого фосфора близки к предельным, на которых еще возможен рост грибов. Рост стрептомицетов на 0.5% не наблюдается и спустя 19 суток после посева. На восьмые сутки на поверхности колоний аспергилла наблюдается россыпь спор, т.е. гриб сохранил способность к размножению! На восьмые же сутки наблюдается рост колонии триходермы на белом фосфоре в концентрации 0.5%. В средах с 1% P_4 рост триходермы стал наблюдаться только на 11 сутки после посева. В случае триходермы прослеживается четкая зависимость: чем выше концентрация белого фосфора в субстрате, тем медленнее растет гриб. На 12 сутки после посева на 0.1% белого фосфора гриб уже спороносит и имеет розовую окраску, на 0.5% колония еще бесцветная, но уже всплыла на поверхность субстрата и имеет форму, близкую к правильному кругу, а на 1% колония еще бесформенная и растет в толще среды. Через 19 суток мы наблюдаем исходные, взятые для посева, колонии аспергиллов, лежащие на дне колб со средой, содержащей 1% P_4 . Они производили впечатление погибших, но это не так. Дальнейший посев на среду Сабуро (уже без белого фосфора) показал, что аспергилл сохранил жизнеспособность. Это открывает перспективы для

дальнейшей селекции аспергилла на увеличение устойчивости. Актиномицет *S. sp.* также сохранил жизнеспособность при концентрации белого фосфора в среде 0.5%, хотя и не рос. По-видимому, он также впадал в состояние анабиоза. Следует отметить отсутствие роста *S. sp.* А8. Вероятно, этот микроорганизм, изначально выделенный из ОСВ с белым фосфором, частично утратил устойчивость после длительного культивирования без P_4 на кафедре биохимии КФУ, и погиб в среде с 0.5% белого фосфора. То есть устойчивость к белому фосфору, так же как известные признаки устойчивости к другим ксенобиотикам, является приобретенной и может усиливаться или ослабевать в зависимости от условий культивирования микроорганизмов.

Тем не менее, триходерма *T. asperellum* F-1087 проявила большую устойчивость к белому фосфору, чем *A. niger* и тем более стрептомицеты. На восемнадцатые сутки после посева приобрела окраску и начала спороносить триходерма на 0.5% белого фосфора. Следует особо подчеркнуть, что триходерма адаптировалась к таким высоким концентрациям белого фосфора сразу, без предварительного культивирования с рядом пересевов. Ранее данный штамм гриба никогда не выращивался в присутствии белого фосфора. Напомним о том, что концентрация белого фосфора 1% это превышение ПДК в сточных водах в 5000 раз!

Третий пересев *Streptomyces sp.* впервые продемонстрировал рост устойчивости микроорганизмов к белому фосфору в процессе селекции. На 22 сутки после посева наблюдался рост стрептомицета в среде, содержащей 0.5% белого фосфора! В предыдущих посевах *S. sp.* рос на концентрациях не более 0.2%, хотя в среде с 0.5% сохранял жизнеспособность, что продемонстрировал посев на среду Сабуро. Разумеется, рост начался после длительной задержки. Даже на 20 сутки после посева признаки роста были неочевидными. На 22 сутки стрептомицет представлял собой бесформенную и бесцветную колонию в толще среды (т.н. субстратный мицелий). На 27 сутки после шестого посева *A. niger* наблюдается начало роста гриба в среде с 1% белого фосфора. В предыдущих посевах максимальная концентрация белого фосфора, на которой рос аспергилл, составляла 0.5%. То есть, *A. niger*, как и стрептомицет, после нескольких пересевов выработал значительно большую устойчивость по сравнению с изначальной. Итак, наилучшую приспособляемость к белому фосфору проявили именно стрептомицеты. Через пять последовательных посевов их устойчивость возросла пятикратно. Грибы растут и адаптируются медленнее (у аспергилла после восьми посевов устойчивость выросла вдвое), однако их устойчивость изначаль-

но была выше, чем у актиномицетов, особенно у триходермы [10].

Бактерии *Pseudomonas alcaliphila*, выделенные на кафедре биохимии КФУ [10] высевали на те же самые среды, на которые был произведен второй посев аспергилла, содержащие 0.01 и 0.05% белого фосфора, в двух повторах. Контролем служил посев на среду с фосфатом. Рост культур отслеживался по изменению оптической плотности сред. В контроле (среда с фосфатом) наблюдался интенсивный рост бактерий. Данные по изменению оптической плотности культур показали, что меньшую концентрацию белого фосфора бактерии переносят легче – в первые шесть дней после посева наблюдается медленное нарастание оптической плотности в обоих повторах, отражающее рост количества микробных клеток в единице объема среды. На седьмые сутки рост оптической плотности остановился, а на восьмые наблюдалось ее снижение. После этого дальнейшие замеры были прекращены. При большей концентрации в обоих повторах наблюдается снижение оптической плотности культур на протяжении всех восьми суток наблюдений, указывающее на отсутствие адаптации. Внешне все культуральные среды остались бесцветными и прозрачными, т.е. количество бактерий продолжало оставаться очень малым. Поскольку на средах с белым фосфором бактерии росли недостаточно интенсивно, второй посев *P. alcaliphila* производили снова из исходной культуры, т.е. пересев, как в случае с аспергиллами, не был осуществлен. Результаты для второго посева хорошо коррелируют с данными для первого. При меньшей концентрации белого фосфора снова наблюдается незначительный рост оптической плотности в первые дни эксперимента. К пятому дню рост фактически вышел на плато. При большей концентрации наблюдается снижение оптической плотности по сравнению с исходной. Таким образом, результаты двух посевов псевдомонад продемонстрировали, что эти бактерии, в отличие от грибов, не растут на средах, содержащих белый фосфор в качестве единственного источника фосфора. В работе [3] мы уже сообщали о том, что бактерии из рода *Vacillus* выживают при концентрации белого фосфора в ОСВ 0.1%, но только за счет сильного замедления метаболизма и темпа размножения, а не за счет эффективной деструкции этого вещества. Возможно, это справедливо и для *P. alcaliphila*. Если справедлива гипотеза о том, что организмы из разных таксономических групп имеют различную устойчивость к белому фосфору, то это является серьезным аргументом в пользу того, что он разлагается под воздействием ферментных систем, а не только за счет абиотического

окисления. Очень интересен ответ на вопрос о роли микроорганизмов в самом первом этапе превращений, затрагивающем непосредственно белый фосфор: подвергается ли он ферментативным реакциям, или его деградация обусловлена сдвигом химического равновесия микроорганизмами, потребляющими продукты абиотического распада белого фосфора? Если верен первый вариант, то это – обнаружение нового вида ферментативной активности.

Известно, что белый фосфор нестабилен и легко диспропорционирует в щелочных условиях. Однако, рН ОСВ на протяжении выдерживания в анаэробных условиях снижается. Сходные процессы закисления сбраживаемого в анаэробных условиях субстрата описаны нами в работе [11]. рН среды измерялся в непрерывном режиме портативным рН-метром. Свежий ОСВ имеет среду, близкую к нейтральной (рН 7 или чуть выше), а после сбраживания в течение более двух месяцев рН падает до 6 и даже ниже, за счет процессов брожения и накопления органических кислот. Кислая среда способствует росту устойчивости белого фосфора; следовательно, его распад легче объяснить влиянием ферментативных систем микрофлоры, чем абиотической деструкцией. Это служит еще одним аргументом в пользу биодegradации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14-08-3109).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khomenkov V.G., Shevelev A.B., Zhukov V.G., Zagustina N.A., Bezborodov A.M., Popov V.O. Organization of Metabolic Pathways and Molecular-Genetic Mechanisms of Xenobiotic Degradation in Microorganisms: A Review // Applied Biochemistry and Microbiology. - 2008. - Vol. 44. - No. 2. - P.117-135.
2. Миндубаев А.З. Яхваров Д.Г. Фосфор: свойства и применение // Бутлеровские сообщения. - 2014. - Т. 39. - № 7. - С. 1-24.
3. Миндубаев А.З., Алимова Ф.К., Ахоссийенагбе С.К., Болормаа Ч., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Панкова А.В., Яхваров Д.Г. Обезвреживание промышленных стоков, содержащих белый фосфор, при помощи микрофлоры ОСВ // Журнал экологии и промышленной безопасности. - 2014. - № 1-2. - С. 68-72.
4. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Ахоссийенагбе С.К., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Панкова А.В., Болормаа Ч., Сапармырадов К.А., Яхваров Д.Г. Белый фосфор как новый объект биологической деструкции // Бутлеровские сообщения. - 2014. - Т. 40. - № 12. - С. 1-26.
5. Seviour R.J., Nielsen P.H. Microbial Ecology of Activated Sludge // IWA Publishing. - 2010. - 667 p.
6. Болормаа Ч., Сапармырадов К.А., Алимова Ф.К., Миндубаев А.З. Сравнение показателей фитотоксичности, фунгицидной и бактерицидной активности стреп-

томицетов из различных местообитаний // Бутлеровские сообщения. - 2014. - Т. 38. - № 6. - С. 147-152.

7. Киселева М.А. Метаболизм мембранных липидов у свободноживущих и симбиотических зеленых водорослей рода *Pseudococcosphaera* в условиях дефицита фосфора // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.12 – «Физиология и биохимия растений». - 2008. - 23 с.

8. Barber J.C. Processes for the disposal and recovery of phosphy water // Патент US5549878, заявлен: 24 мая 1995, выдан: 27 августа 1996.

9. Алимова Ф.К., Тазетдинова Д.И., Тухбатова Р.И. Биотехнология. Промышленное применение грибов ро-

да *Trichoderma*: учебно-методическое пособие // Казань: УНИПРЕСС ДАС. - 2007. - 234 с.

10. Миндубаев А.З., Волошина А.Д., Горбачук Е.В., Кулик Н.В., Алимова Ф.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г., Сапармырадов К.А., Хаяров Х.Р., Яхваров Д.Г. Включение белого фосфора в природный круговорот веществ. Культивирование устойчивой микрофлоры // Бутлеровские сообщения. - 2015. - Т. 41. - № 3. - С. 54-81.

11. Миндубаев А.З., Минзанова С.Т., Скворцов Е.В., Миронов В.Ф., Зобов В.В., Ахмадуллина Ф.Ю., Миронова Л.Г., Белостоцкий Д.Е., Коновалов А.И. Оптимизация параметров выработки биогаза в лабораторном масштабе // Вестник Казанского технологического университета. - 2009. - № 4. - С. 233 – 239.

УДК 628.3

Использование древесных опилок в качестве сорбента для очистки водных сред от нефти

Т.Р. Денисова¹, инженер, И.Г. Шайхиев², профессор, д.т.н., И.Я. Сиппель¹, доц., к.х.н.

¹ ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Набережночелнинский институт, г.Набережные Челны, timiryanova.tanya@yandex.ru

² ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

Добыча, транспортировка, хранение и переработка нефти, являющейся одним из важнейших сырьевых и энергетических ресурсов, представляют значительную опасность для окружающей среды. Основными источниками загрязнения нефтью и нефтепродуктами являются нефтедобывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Систематически происходят аварийные разливы нефти, обусловленные как изношенностью трубопроводов и оборудования, так и несоблюдением технологической дисциплины. Потери нефти и нефтепродуктов только в России за счет аварийных ситуаций и несоблюдения технологической дисциплины достигают 4,8 млн. т. ежегодно [1]. В Республике Татарстан нефтедобывающая и нефтехимическая промышленность являются одними из ведущих отраслей экономики и безусловно оказывают значительное воздействие на водные объекты.

В данной ситуации эффективная и своевременная очистка нефтяных загрязнений водных объектов имеет первостепенное значение. Проблема может быть решена благодаря использованию различных сорбентов, в том числе представляющих собой отходы деревообрабатывающих и сельскохозяйственных производств.

Сейчас в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти около двухсот различных сорбентов, которые подразделяют на

неорганические, природные органические и органоминеральные, а также синтетические. Качество сорбентов определяется, главным образом, их емкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти, возможностью десорбции нефти, регенерации или утилизации сорбента. Применение сорбентов может сочетаться с механическими методами сбора нефти. При этом механические методы могут применяться как до, так и после применения сорбентов, фиксирующих нефть и предотвращающих образование эмульсий [1].

Главными причинами, ограничивающими применение большинства сорбентов, являются их высокая стоимость (синтетические сорбенты) или низкая емкость (неорганические сорбенты). Например, применение песка или цеолитов для удаления нефтяных разливов является неэффективным ввиду их низкой емкости, отсутствия эффективных методов утилизации или регенерации.

Наиболее перспективным представляется использование природных сорбентов, сопоставимых по нефтеемкости с синтетическими, однако имеющих низкую стоимость. Для очистки водных объектов от разливов нефти возможно применение различных отходов: древесных опилок и щепы, шелухи пшеницы, гречихи, риса, овса, волокон хлопка и льна, соломы, шерсти и др. [1-6]. Основными достоинствами этих сорбентов являются экологическая чистота, широкая сырьевая база, высокая гидрофобность и нефтеемкость при сравнительно низкой стоимости (табл. 1) [1,4].

Таблица 1

Свойства нефтяных сорбентов			
Сорбент	Нефтеемкость, г/г	Водопоглощение, г/г	Степень отжима нефти, %
Солома пшеничная (сечка)	4,1	4,3	36
Камышовая сечка:			
- листья;	6,1	4,6	31
- стебли	2,7	3,9	17
Шелуха гречихи	3,0-3,5	2,2	44
Лигнин гидролизный	1,5-3,0	4,1	25
Древесные опилки	1,7-8,5	4,3	10-20
Отходы ватного производства	8,3	0,26	60
Торф	8,0-17,7	24,3	74
Мох сухой	3,5-5,8	3,1-3,5	-
Шерсть	8,0-10,0	4,5	87
Пенополистирол:			
- гранулы;	9,3	4,5	0
- волокно	7,0-12,0	6,0-11,5	80-90
Полипропилен:			
- гранулы;	1,6	0,8	0
- волокно	12-40	1-6	40-80
Синтепон	46,3	42-52	94
Лавсан (волокно)	4,7-14,1	4,3-13,9	60-82

Для определения качества нефтяных сорбентов используют три основных показателя: нефтепоглощение, водопоглощение, плавучесть. Эффективность сорбентов для сбора нефти оценивают в первую очередь по значению нефтеемкости. Высокое водопоглощение можно устранить практически для всех материалов дополнительной гидрофобизацией [4].

Опилки являются многотоннажным отходом лесной и лесоперерабатывающей промышленности. Утилизация опилок в качестве нефтяного сорбента является очень перспективной. Опилки хорошо и быстро впитывают нефть и нефтепродукты, но еще лучше впитывают влагу, поэтому необходимо проводить дополнительную модификацию поверхности. Одним из способов гидрофобизации поверхности является обработка опилок водоотталкивающими составами, например, жирными кислотами. Образованное гидрофобное покрытие обеспечивает хорошее качество нефтяных сорбентов [1].

В работе [2] просушенные опилки обрабатывали олеиновой, стеариновой или декановой кислотой или растительными маслами (касторовым или горчичным) в гексане при 65°C в течение 6 ч. Затем опилки тщательно промывали гексаном и просушивали при 80°C в течение 24 ч. Исследование сорбционной способности модифицированных опилок показало, что наибольшую нефтеемкость проявляют опилки, обработанные олеиновой кислотой, что объясняют лучшей их растворимостью в гексане, а следовательно, большим количеством привитых на поверхности жирных кислот.

Среди других характеристик природных нефтесорбентов, влияющих на их эффективность, можно

назвать наличие функциональных групп на поверхности сорбента (O-H, C-O, C=O), пористость и морфологию поверхности, от которых в итоге зависит площадь поверхности сорбента, поэтому для повышения нефтеемкости предлагается модифицирование поверхности при помощи кислот, щелочей, термообработки в сушильном шкафу при различных температурах [5].

В работе [6] для получения сорбционного материала опилки подвергали пиролизу в камере, снабженной выходными клапанами, в отсутствие кислорода. Все газообразные продукты пиролиза удаляли из камеры через клапаны. Пиролиз проводился в интервале температур от 250 до 500°C, с шагом 25°C. Время пиролиза составляло 10, 20, 30, 45 и 60 минут.

Поскольку использование природных материалов, в частности, опилок как многотоннажного отхода, является перспективным для удаления нефти с водных объектов и ввиду недостаточной изученности методов модифицирования сорбентов, в данной работе исследовались сорбционная способность опилок ясеня и методы модификации поверхности опилок.

Опилки ясеня, полученные на местном деревообрабатывающем производстве, модифицировали различными способами:

- предварительно смоченные водой опилки замораживали при -18 °C и выдерживали неделю, затем промывали дистиллированной водой и сушили при 70 °C до постоянной массы;

- в плоскодонные колбы помещали по 10 г опилок, наливали по 100 мл дистиллированной воды и помещали колбы в ультразвуковую ванну (частота

40 Гц) на 30 минут, 1, 2, 3, 4, 5 часов при температуре 50 °С, затем промывали дистиллированной водой и сушили при 70 °С до постоянной массы;

- в плоскодонные колбы помещали по 10 г опилок, наливали по 200 мл 1, 3 и 5% раствора ортофосфорной кислоты и выдерживали 2 часа, затем промывали дистиллированной водой и сушили при 70 °С до постоянной массы.

Для сравнения эффективности использования сорбента можно использовать коэффициент статической (максимальной) нефтеёмкости K_1 . Он определяется при погружении сорбента в чистый нефтепродукт (НП) и может быть выражен тремя способами: как отношение масс поглощенной нефти или нефтепродукта к массе сорбента; как соотно-

шение объемов поглощенной нефти или нефтепродукта к объему сорбента и как отношение массы поглощенной нефти или нефтепродукта к площади сорбента в виде полотна.[6]

Для определения коэффициента K_1 использовали первый способ. Для этого в чашки Петри помещали латунные сетки и наливали 50 мл нефти (карбоновой и девонской). Затем помещали по 1 г опилок и выдерживали в течение 3, 5, 15 минут. Через обозначенные промежутки времени с помощью сетки извлекали опилки и проводили взвешивание сорбента для определения массы поглощенной нефти. Результаты проведенных экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты сорбции нефти немодифицированными и модифицированными опилками

Вид нефти	Нефтеёмкость, г/г											
	Немодифицированные опилки			Опилки, модифицированные в результате замораживания			Опилки, обработанные при 5-ти часовом воздействии ультразвука			Опилки, обработанные 1%-ным раствором ортофосфорной кислоты		
	3 мин	5 мин	10 мин	3 мин	5 мин	10 мин	3 мин	5 мин	10 мин	3 мин	5 мин	10 мин
Девонская	3,88	3,89	3,99	5,17	5,20	5,37	4,49	4,63	4,76	4,96	5,26	5,46
Карбоновая	4,36	4,74	4,81	4,59	5,24	5,24	4,77	5,24	5,27	3,91	4,09	5,7

Анализ полученных результатов говорит о том, что опилки ясеня могут использоваться в качестве эффективного сорбента для очистки водной среды от нефти. Опилки, будучи отходом лесного и лесоперерабатывающего производств, являются доступным, дешевым и экологическим чистым сорбционным материалом и имеют большую перспективу использования, особенно в случае аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Артемов, А.В. Пинкин. Сорбционные технологии очистки воды от нефтяных загрязнений // ВОДА: ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ. №1, июль 2008 г. С. 19-25.
2. Shashwat S. Banerjee, Milind V. Joshi, Radha V. Jayaram. Treatment of oil spill by sorption technique using fatty acid grafted sawdust // Chemosphere, 64 (2006). P. 1026–1031.

3. M.A. Abdullah, Anisa Ur Rahmah, Z. Man. Physico-chemical and sorption characteristics of Malaysian Ceiba pentandra (L.) Gaertn. as a natural oil sorbent // Journal of Hazardous Materials, 177 (2010). P. 683–691.

4. Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко, Н. В. Чесноков, М.Л. Щипко, Б.Н. Кузнецов. Особенности очистки воды от нефтепродуктов с использованием нефтяных сорбентов, фильтрующих материалов и активных углей // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2010 (3). С. 285 – 304.

5. Rafeah Wahi, Luqman Abdullah Chuah, Thomas Shean Yaw Choong, Zainab Ngaini, Mohsen Mobarekeh Nourouzi. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview // Separation and Purification Technology, 113 (2013). P. 51–63.

6. Уткина Е.Е., Каблов В.Ф., Быкадоров Н.У. Использование сырьевых ресурсов региона для решения проблем загрязнения водных объектов нефтепродуктами // Fundamental research. № 8, 2011. С. 406 – 409.

УДК 628.3

Очистка модельных вод от ионов никеля (II) термически обработанными оболочками плода пшеницы

А.А. Назаренко, студент, С.В. Степанова к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», alesia1509@mail.ru

Аннотация. Изучена возможность очистки модельных вод от ионов никеля (II) с помощью

термически обработанных злаковых культур пшеницы.

Проблема утилизации растительных отходов за последнее время приобретает всё более важное значение. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики ежегодно в результате производства и обработки сельскохозяйственной продукции в России образуется около 140 тысяч тонн растительных отходов. К ним относятся остатки растительности после сбора урожая сельскохозяйственных культур – солома, злаковые культуры, стебли подсолнуха и кукурузы, ботва овощных культур и остатки перерабатывающей промышленности – шелуха, мякина, лузга, шроты и жмых. Растительные отходы обладают уникальной пористой структурой, что делает их хорошими сорбентами, и при определенном способе обработки из них можно получать высокосорбционные материалы с заданными свойствами.

Существует несколько методов получения сорбентов из углеродсодержащих материалов: карбонизация, термическая активация и пиролиз. Термообработку используют для увеличения сорбционных свойств [1].

Сорбция широко применяется для извлечения из сточных вод ионов тяжелых металлов (хром, марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, ртуть, таллий, свинец, висмут и другие), которые представляют большую опасность для природной среды.

К примеру, никель, попадая в окружающую среду, существенно влияет на численность, видовой состав и жизнедеятельность почвенной микробиоты. Он ингибирует процессы минерализации и синтеза различных веществ в почве, подавляет дыхание почвенных микроорганизмов, способствует появлению мутагенных свойств [2].

Для удаления ионов никеля из растворов используют такие методы, как реагентная обработка, ионный обмен, физико-химические методы, мембранные методы. Но наиболее простыми, менее дорогостоящими и доступными являются сорбционные методы очистки [3]. Сорбционное извлечение металлов из сточных вод получило широкое распространение вследствие высокой эффективности и отсутствия вторичных загрязнений. Сорбционные материалы поглощают из водных растворов

металлы практически до любых остаточных концентраций. В связи с этим встает вопрос о поиске новых эффективных экологических сорбентов с низкой стоимостью на рынке [4].

Так же для доочистки воды и глубокой очистки от ионов металлов используются активированные угли различных марок. Они являются наиболее удобными для сорбционной очистки, так как легко крошатся на очень мелкие кусочки, которые не ядовиты и безвредны для здоровья человека [5]. Активированные угли особо эффективны за счет своей структуры: в них присутствуют микропоры и субмикропоры, величина которых зависит от того, какой тип сырья выбран, а также от процесса активации [6].

Целью работы является разработка технологии очистки вод от ионов никеля модифицированными биосорбентами в статических условиях путем изучения физико-химических параметров отходов злаковых культур.

Объекты исследования:

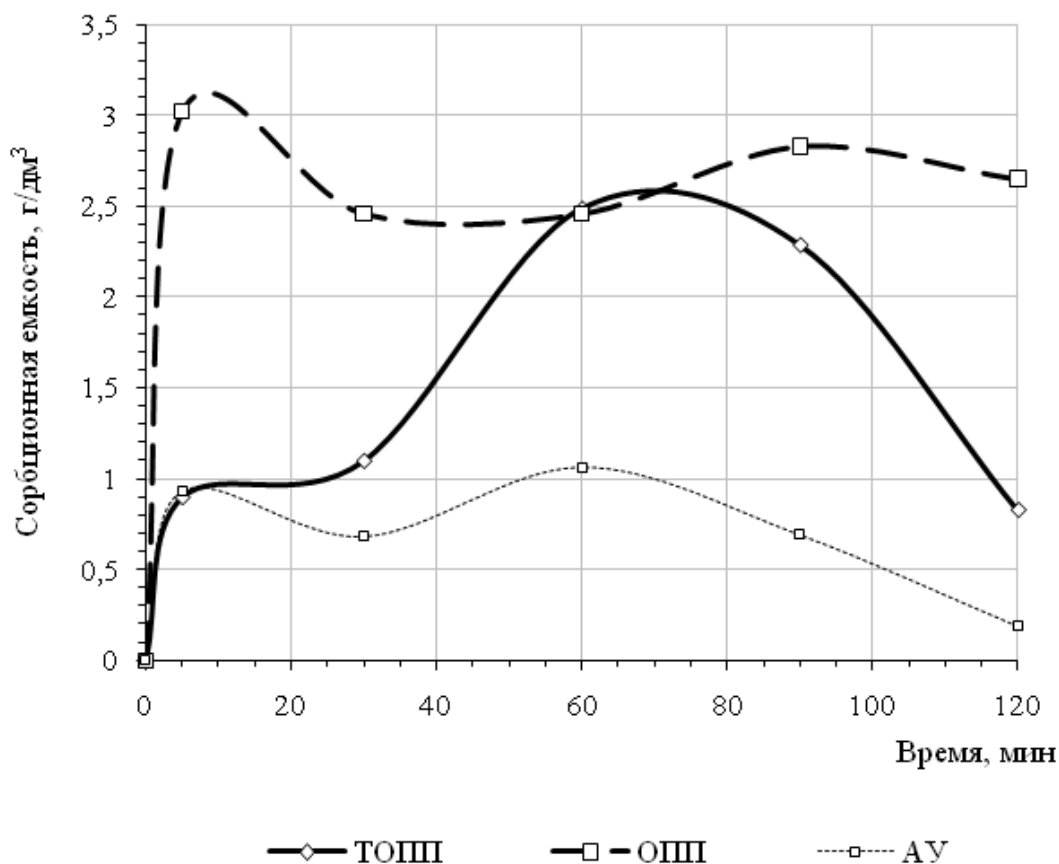
1) термообработанная оболочка плодов пшеницы (ТОПП);

2) модельные воды (МВ) – растворы солей $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ с исходной концентрацией ионов Ni^{2+} 50 мг/дм³.

Для очистки МВ от ионов никеля использовались образцы ТОПП, термическая обработка которых проводилась при температуре 150-160 °С в течение 15 мин.

Процесс очистки проводился следующим образом: в 5 мерных цилиндров приливалось 200 см³ раствора, содержащего ионы Ni^{2+} концентрацией 50 мг/дм³, добавлялся 1 г полученного образца. Содержимое перемешивалось в аппарате PSU-20i в течение 5; 30; 60; 90; 120 минут. Содержание Ni^{2+} в фильтрате измерялось с помощью фотометрического метода определения ионов никеля в соответствии с «Руководством по эксплуатации и методикой проверки» КТЖГ.201111 РЭ фотометра «Эксперт-003» [7]. Параллельно проводился эксперимент с активированным углем и необработанными оболочками плодов пшеницы.

В результате проведенных экспериментов построены изотермы сорбции ионов Ni^{2+} активированным углем, образцами ТОПП и оболочек плодов пшеницы (ОПП) (рисунок).

Рисунок. Изотерма сорбции ионов Ni²⁺

Как видно из рисунка, сорбционное равновесие для активированных углей (АУ) и ТОПШ достигается через 60 минут, а для ОПШ через 10 минут. Изотерма сорбции для активированного угля принадлежит к I типу, согласно классификации Брунауэра, Эммета и Теллера, что говорит о наличии микропор, а для образцов ТОПШ – к IVб типу – это переходно-пористый сорбент. Наибольшая сорбционная способность по отношению к ионам Ni²⁺ наблюдается для ТОПШ.

Таким образом, можно рекомендовать ТОПШ для доочистки вод, содержащих ионы никеля (II).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валиуллина В.Н. Разработка сорбционного материала на основе растительных отходов / В.Н. Валиуллина, Т.А. Чадаева, В.В. Заболотских // Журнал Международного научного института «Educatio», № 2 (9). – Новосибирск, 2015.
2. Святохина, В. П. Исследование реagentного метода очистки сточных вод от ионов тяжелых

металлов / Специальность 03.00.16 – Экология – Уфа, 2002. – С. 55-58.

3. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe(II), Cu(II), Cd(II), Pb(II) из растворов / И. В. Шевелева, А. Н. Холонейдик, А. В. Войт, Л. А. Земнухова // Химия растительного сырья. – Владивосток, 2009. – С. 171.

4. Алексеева, А. А. Исследование эффективности плазменной обработки растительных сорбентов по отношению к ионам железа (II) / А. А. Алексеева, А. Ш. Шаймарданова, С. В. Степанова // Журнал ЭиПБ, №1-2. – Казань, 2014. – С. 12.

5. Как уголь может очистить воду [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ochistivodu.ru/tehnologiia-ochistki/ochistka-vody-uglem> (дата обращения: 27.03.15).

6. Сорбционная очистка воды [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ecoz.ru/articles/sorbcionnaya-ochistka-vody> (дата обращения: 27.03.15)

7. ООО «Эконикс-Эксперт» Руководство по эксплуатации и методика проверки. Фотометр. Эксперт-003 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Москва, 2011. – С. 31..

УДК 628.3

Исследование влияния высокочастотной плазмы пониженного давления на сорбционную способность диатомита применительно к чистым сорбатам.**Ю.А. Суянгулова**, аспирант, **И.Г. Шайхиев**, проф., д.т.н., **И.Ш. Абдуллин**, проф., д.т.н.

ФГБОУ ВПО КНИТУ, г.Казань, ulia8787@mail.ru

В современном мире роль нефтяной отрасли является основополагающей для многих стран мира. Добыча нефтепродуктов ведется повсеместно, в том числе в морях и океанах на шельфовых месторождениях. Во время добычи и транспортировки сырой нефти довольно часто происходят утечки нефти в окружающую среду, образуя нефтяную пленку на поверхности воды. Так при добыче на суше загрязнению подвергается флора и почва. На нефтеперерабатывающих заводах, на различных этапах переработки используется вода, которая в технологическом процессе загрязняется нефтепродуктами, а также при неплотностях трубопроводов происходит утечка нефтепродуктов в почву.

Зачастую руководству предприятия экономически выгодно заплатить штрафы за использование и загрязнение окружающей среды, чем устанавливать новое или модернизировать старое очистное оборудование.

На сегодняшний день необходимо разработать и внедрить в производство технологии, которые отвечали бы следующим требованиям:

- Эффективность очистки;
- Простота обслуживания;
- Экономическая выгода (стоимость минимальная);
- Низкий износ материалов и высокий срок службы.

Современные методы очистки не могут совместить в себе все вышеизложенные требования.

Методом, который совмещает в себе наиболее выгодное отношение эффективности к экономичности, является сорбционный. При использовании сорбционного метода наиболее затратным является сама загрузка, т.е. сорбент, а также затраты на его регенерацию и утилизацию [1].

Наиболее дешевыми являются минеральные сорбенты, например, стоимость сорбента ОДМ-2Ф составляет 7 рублей/кг [2-4].

Сорбент ОДМ-2Ф является минеральным сорбентом на основе диатомита, производится в Свердловской области РФ.

Данный сорбент можно регенерировать порядка 6-8 раз без снижения сорбционной емкости путем термической обработки при 300-500 °С, при этом химические и физико-механические свойства сорбента не изменяются. Отработанный сорбент рекомендуется утилизировать в качестве средних слоев в строительное полотно, а также в качестве

подложки для получения катализаторов, для химической промышленности [5].

Ранее проведенные нами исследования показали, что сорбент способен вбирать себя порядка 0,5 г/г загрязнения в динамических условиях. В статических условиях сорбент не рекомендуется использовать, т.к. он тонет в воде, либо рекомендуется использовать с наличием специальных технических средств, что заметно увеличивает стоимость его использования, в этом случае он является не конкурентоспособным по отношению к углям [5].

Для увеличения сорбционной емкости необходимо увеличить размер пор. В качестве решения этой проблемы предложено использовать обработку материала в пламени высокочастотной плазмы пониженного давления. Характеристики подобной плазмы достигаются в аппарате «Плазматрон», разработке КНИТУ. Установка представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Плазматрон

В таблице 1 приведены параметры плазменной обработки диатомита [6-8]. В качестве рабочих газов были использованы аргон, пропан-бутан и воздух, как в чистом виде, так и в соотношении аргон-воздух 30:70, 70:30, 50:50.

В качестве сорбатов использовали наиболее емкие загрязнители такие, как Shell Felix Diesel и Девонская нефть. Исследование проводилось в два этапа сначала определяли сорбционную емкость после обработки в пламени чистых веществ, затем выбирали наиболее нефте- и маслостойкие материалы и проводили дальнейшее исследование после обработки в смеси газов.

Таблица 1

Параметры плазмообработки

№	газ	соотношение	P, кПа	Ia, А	Ua, кВ	T, °С	Q, г/сек	t, мин
1.	Аргон	100	26,6	0,7	6,0	60	0,04	15
2.	Пропан-бутан	100	26,6	0,7	6,0	60	0,04	15
3.	Воздух	100	26,6	0,7	6,0	60	0,04	15
4.	Аргон-Воздух	50:50	26,6	0,5	3	60	0,04	30
5.	Аргон-Воздух	30:70	26,6	0,5	3	60	0,04	30
6.	Аргон-Воздух	70:30	26,6	0,5	3	60	0,04	30
7.	Аргон	100	26,6	0,5	3	60	0,04	30

Таблица 2

Сорбционная емкость в динамических условиях

№	газ	соотношение	Shell Felix Diesel	Девонская нефть	Среднее
1.	Чистый	-	0,54	0,53	0,535
2.	Аргон (15)	100	0,81	0,58	0,695
3.	Пропан-Бутан (15)	100	0,78	0,51	0,645
4.	Воздух (15)	100	0,81	0,69	0,75
5.	Аргон-Воздух (30)	50:50	0,598	0,429	0,5135
6.	Аргон-Воздух (30)	30:70	0,543	0,475	0,509
7.	Аргон-Воздух (30)	70:30	0,688	0,699	0,6935
8.	Аргон (30)	100	0,612	0,509	0,5605

Исходя из представленных результатов можно сделать вывод о том что, диатомит после обработки в пламени воздуха в течение 15 минут дает наилучший результат по сорбционной емкости (Таблица 2), хотя для снижения стоимости, можно использовать подмес аргона 70% и увеличения времени обработки вдвое, что естественно снизит сорбционную емкость, но не критически. В то же время это уменьшит водопоглощение [9-11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Д. Смирнов, Сорбционная очистка воды. Ленинград: Химия, 1982. 168 с.
2. Ю.И. Тарасевич Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: Наукова думка, 1981, 208 с.
3. В.Т. Быков Природные сорбенты. М: Наука, 1967, 187 с.
4. Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко Адсорбция на глинистых материалах. Киев: Наукова думка, 1975, 352с.

5. И.Г. Шайхiev, Ю.А. Суянгулова Вестник Казанского технологического университета, 16, 14, 90-92 (2013).

6. А. Саркезиан, М.Е. Зурнасян, Д.С. Гайбаниян, Армянский хим. журнал, 46, 3-4, 144 -152 (1993).

7. M.A.M. Khraisheh, S. Al-degs Yahya, W.A.M. McMinn, Chem. Eng. Journal. 99, 2, 177-184 (2004).

8. F.J.Costabile, C.H. Perroh, J. Amer. Water Works Association, 63, 4, 230-232 (1971).

9. Taylor Jr., Harold A., Amer. Ceram. Soc. Bull, 74, 6, 122 (1995).

10. И.Г. Шайхiev, С.В. Степанова, С.М. Трушков, И.Ш. Абдуллин, Вестник Казанского технологического университета, 13, 129-135 (2011).

11. И.Г. Шайхiev, Р.Х. Низамов, И.Ш. Абдуллин, С.В. Фридланд, Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 4, 24-27 (2010).

УДК 628.316

Интенсификация процесса биодеструкции фенола

О.С. Рощина, аспирант, С.В. Фридланд, профессор

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, rooss87@mail.ru

Известно, что удаление из многокомпонентных сточных вод (СВ) такого ароматического ксенобиотика, как фенол до установленных нормативов является серьезной проблемой для большинства действующих биологических очистных сооружений предприятий химической отрасли [1]. Периодическое и залповое поступление фенола в составе СВ на очистные сооружения приводит к отравлению, частичной гибели биоценоза и, как следствие, к снижению эффективности и глубины очистки всего объема СВ. Более глубокое удаление фенола из СВ требует увеличения времени их биологического

и залповое поступление фенола в составе СВ на очистные сооружения приводит к отравлению, частичной гибели биоценоза и, как следствие, к снижению эффективности и глубины очистки всего объема СВ. Более глубокое удаление фенола из СВ требует увеличения времени их биологического

ской очистки (БО), приводит к повышению капитальных и эксплуатационных затрат.

При обеззараживании вод, содержащих примеси фенолов хлором, в них могут образовываться токсичные хлорсодержащие органические соединения, в том числе и диоксины. Фенол относится к веществам 3 класса опасности, ПДК его содержания в воде рыбохозяйственных водоемов составляет 0,001 мг/л [2].

Сложность удаления фенолов из СВ, невозможность исключения варьирования их концентрации в поступающей на сооружения очистки СВ, и как следствие высокая насыщенность окружающей среды фенолом и его производными, требует поиска решений, обеспечивающих повышение глубины очистки вод от присутствующих в них загрязняющих веществ.

Полученные нами ранее положительные результаты [3, 4] по изучению влияния растворов в низких (10^{-7} – 10^{-1} г/л) и сверхнизких (10^{-17} – 10^{-8} г/л) концентрациях такого фосфорорганического препарата, как этилендиаммонийная соль бис(гидроксиметил) фосфиновой кислоты («Этафосф») на биоценоз микроорганизмов (МО) активного ила (АИ) в условиях БО СВ производства ОАО «Казаньоргсинтез» дали основание для предположения, что данный препарат может оказывать протекторное и стимулирующее действие на МО-деструкторы углеводов и при более высоких концентрациях фенола в очищаемых СВ.

Таким образом, изучение возможности использования биологически активного препарата «Этафосф» для повышения устойчивости МО к присутствию фенола и увеличения эффективности и глубины биоразложения компонентов фенолсодержащих СВ, представляет несомненный интерес и является актуальным.

Целью работы являлось изучение стимулирующего влияния растворов препарата «Этафосф» в низких и сверхнизких концентрациях (10^{-1} – 10^{-15} г/л) на микробные комплексы и отдельные штаммы МО, обладающих повышенной деструктивной активностью и устойчивостью к высоким концентрациям фенола.

МО-деструкторы фенола выделяли из биоценоза АИ очистных сооружений ОАО «Казаньоргсинтез» в условиях селективного воздействия возрастающих концентраций фенола (0,5 г/л, 1,0 г/л, 1,5 г/л), при температуре 18 ± 2 °С и периодическом (по 6-8 ч/сут) перемешивании (т.е. в условиях аэрации) с интенсивностью 120 об/мин на Multi-functional Orbital Shaker PSU-20i.

Бактериальные сообщества культивировали на жидкой питательной среде содержащей (г/л): фенол (0,5-1,5); NH_4Cl (1,0); $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,5);

KH_2PO_4 (0,27); $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ (2,14); дрожжевой экстракт (0,05); $H_2O_{водоп.}$ (1000 мл); $pH \sim 7,2-7,4$. В данной среде фенол использовался в качестве единственного источника углерода и энергии. Выделение деструкторов фенола осуществляли на плотной питательной среде содержащей (г/л): ферментативный гидролизат кормовых дрожжей (1,2); агар-агар (21,2); $NaCl$ (0,55); фенол (1,0) при $pH \sim 7,2-7,4$. Для получения изолированных колоний использовали технику посева шпателем.

Динамику роста МО определяли по изменению оптической плотности (D_{opt}) культуральной жидкости на спектрофотометре КФК-3-«ЗОМЗ» ($\lambda=540$ нм, кювета 5 мм). Концентрацию фенола в среде культивирования определяли на анализаторе жидкости Флюорат-02-2М экстракционно-флуориметрическим методом [5] после отделения биомассы от среды. Микроскопирование осуществлялось с использованием микроскопа Биомед С-2.

Выделенное бактериальное сообщество МО способно расти в присутствии фенола, и утилизировать его во всех испытанных концентрациях. Значения pH культуральной среды в процессе биодеградации фенола снижались с 7,5 до 5,8.

Посев на плотные питательные среды выявил в составе сообщества две разновидности изолятов, обладающих способностью использовать фенол в качестве единственного источника углерода и энергии. Выделенные изоляты были нами условно обозначены, как штаммы БДФ 1 и БДФ 2.

Исследования по влиянию растворов препарата «Этафосф» в концентрациях от 10^{-1} г/л до 10^{-15} г/л на рост МО-деструкторов фенола (сообщество и монокультуры) проводили на жидких средах при таких условиях, когда в среде имеется два источника углерода и энергии: фенол (труднобиоразлагаемый углеводород) и сахароза (легкодоступный субстрат), но при такой концентрации фенола, когда он токсичен для микробов, т.е. в условиях стрессового воздействия фенола на микробы. Такие условия очень схожи с реальными ситуациями на биологических очистных сооружениях, когда происходят залповые выбросы токсикантов (например, при авариях на производстве). Подбор данных условий осуществляли в работе экспериментально.

Эксперименты проводились при содержании в исследуемой жидкой среде сахарозы в концентрации 1,0 г/л и фенола в концентрации 1,5 г/л (стрессовое состояние). Опытные варианты содержали препарат «Этафосф» в концентрациях с 10^{-1} г/л по 10^{-15} г/л. В контрольные колбы вместо раствора фосфорорганического вещества добавляли дистиллированную воду. Опытные и контрольные колбы культивировали при встряхивании и $t \sim 19-22$ °С до выхода культуры в фазу замедления роста. В ходе

экспериментов вели контроль за изменением оптической плотности $Donm$ и pH среды, эффективностью биодеградации фенола. Эффект воздействия препарата оценивали по приросту биомассы ($\Delta Donm$) и по эффективности удаления фенола из среды в конце экспоненциальной фазы роста сообщества и чистых культур при pH не ниже 6,0.

Проведенные исследования показали, что добавление препарата «Этафосф» в жидкую среду по-разному влияет на микробное сообщество-деструкторов фенола и изоляты штаммов-деструкторов фенола. Так, если внесение «Этафосфа» в среду со штаммом БДФ2 не приводило к изменению прироста биомассы в испытанном диапазоне концентраций, а в среде со штаммом БДФ1 наблюдали незначительное (в 1,2-1,5 раза) увеличение прироста биомассы при концентрациях 10^{-3} г/л и ниже, то в экспериментах с микробным сообществом при концентрациях препарата 10^{-3} - 10^{-6} г/л и 10^{-11} г/л зафиксирована выраженная стимуляция роста (в 2,0-2,8 раза) микробного сообщества.

Что касается изменения концентрации фенола в среде, то эффективность его биодеструкции в вариантах со штаммом БДФ1 при концентрациях препарата 10^{-3} г/л и ниже не отличалась от контроля, несмотря на то, что при этих концентрациях препарата в среде наблюдалось увеличение прироста микробной биомассы штамма БДФ1. Деструкционная активность штамма БДФ 2 в интервале концентраций «Этафосфа» от 10^{-1} до 10^{-9} г/л была ниже, чем в контрольном варианте и только при концентрациях препарата 10^{-10} - 10^{-11} г/л интенсивность биоразложения фенола достигала значений, сравнимых с контролем. В отличие от монокультур, внесение растворов препарата «Этафосф» во всех исследованных концентрациях снижало стрессовое воздействие на микробное сообщество, которое выражалось, как в увеличении оптической плотности среды, так и в повышении эффективности биодеградации фенола. Наиболее активный прирост биомассы микробного сообщества, зафиксированный при концентрациях препарата 10^{-3} - 10^{-6} г/л и 10^{-11} г/л, коррелировал с высокой эффективностью биодеградации фенола (в 2,8-3,8 раза выше, чем в контроле).

Обнаруженный более высокий эффект от применения «Этафосфа», в том числе и по биодеструкции фенола, при использовании микробного сообщества, вероятно, определяется тем, что в присутствии двух субстратов смешанные культуры их разлагают более эффективно, чем отдельные штаммы. Активная жизнедеятельность компонентов микробного сообщества приводит к обогащению среды экзо- и эндо- ферментами, снижающими стрессовое воздействие токсиканта и, как след-

ствие, приводящее к повышению его устойчивости, интенсификации деструктивной активности по отношению к фенолу [7].

Для выяснения причин стимулирующего действия препарата «Этафосф» на МО-деструкторы фенола была изучена самоорганизация водных систем на основе «Этафосфа» в широкой области концентраций 10^0 - 10^{-13} г/л методом динамического светорассеяния. Результаты исследований показали, что водные растворы данной соли, как и известных биостимуляторов (меламиновой и N,N' -дифенилгуанидиновой солей бис(гидроксиметил)фосфиновой кислоты («Мелатрена» и «Гуанибифосфа»)) [8, 9], представляют собой самоорганизованные системы, где в различных интервалах разбавлений образуются «супрамолекулярные ассоциаты», отличающиеся по размерам, что может являться объяснением возникновения биоэффектов от химического воздействия (т.е «Этафосфа») в области сверхнизких концентраций для используемых в работе углеводородокисляющих МО.

Таким образом, полученные экспериментальные данные, позволяют рассматривать «Этафосф» в качестве перспективного активатора процесса биодеструкции фенолсодержащих СВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великородов, А.В. Оценка содержания нефтепродуктов, фенолов, тяжёлых металлов в воде и почве города Астрахани и Астраханской области / А.В. Великородов, А.Г. Тырков, М.А. Епинетов, А.Ш. Рамазанов, С.А. Тюменева, Н.Ю. Бондаренко // Экология и промышленность России. 2011. № 9. С. 40-41.
2. Бальмова, Е.С. Влияние фенола на биоценоз низконагружаемых активных илов / Е.С. Бальмова, Ф.Ю. Ахмадуллина, Р.К. Закиров // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 11. С. 339-347.
3. Рощина, О.С. Влияние химических факторов на биоценоз активного ила в процессе биологической очистки сточных вод органических производств / О.С. Рощина, Т.П. Павлова, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т.1 5, № 10. С. 190-194.
4. Рощина, О.С. Структурные особенности соединений, влияющих на биоценоз активного ила в условиях очистки сточных вод / О.С. Рощина, Т.П. Павлова, А. Р. Хаматгалимов, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2013 – Т., №17. – С. 178-181.
5. РД 52.24.480-2006 «Методические указания. Методика выполнения измерений массовой концентрации суммы летучих фенолов в водах ускоренным экстракционно-фотометрическим методом без отгонки».
6. Коновалова, С.А. Биосинтез ферментов микроорганизмами / С. А. Коновалова. - М.: Пищевая пром-ть, 1973. – 191 с.

7. Милько, Е.С. Влияние процесса диссоциации на рост смешанных культур бактерий при длительном периодическом культивировании в среде с гексадеканом / Е.С. Милько, А.П. Казаринов, Д.М. Милько // Экология и промышленность России. 2011. № 3. С. 17-19.

8. Рыжкина, И.С. Физико-химическое обоснование горметического отклика биосистемы очистки сточных вод на действие растворов N,N'- дифенилгуанидиновой соли дигидроксиметилфосфиновой кислоты / И.С. Рыжкина, Л.И. Муртазина, Е. Д. Шерман, М.Е. Пантюкова, Э.М. Масагутова, Т.П. Павлова, С.В. Фридланд,

А.И. Коновалов // Доклады АН. – 2011. – Т.438.-№2. – С. 207-211.

9. Коновалов А.И. Супрамолекулярные системы на основе дигидратамеламиновой соли бис (гидроксиметил) фосфиновой кислоты (мелафена) и поверхностно-активных веществ / А.И.Коновалов, И.С. Рыжкина, Л.И. Муртазина, А.П. Тимошева, Р.Р. Шагидуллин, А.В. Чернова, Л.В. Аввакумова, С.Г. Фаттахов // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2008. – №6. – С.1207-1214.

УДК 628.3

Сорбенты для очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты

Д.Д. Фазуллин¹, м.н.с., Г.В. Маврин¹, И.Г. Шайхiev², проф., д.т.н.

1 Казанский федеральный университет, г.Набережные Челны, denr3@yandex.ru

2 Казанский национальный исследовательский технологический университет, г.Казань

Для очистки сточных воды от нефтепродуктов, фенолов, ПАВ и др. загрязнителей широко применяется сорбционный метод очистки. Преимуществом метода является возможность очистки сточных вод, содержащих разные загрязняющие вещества, а также рекуперация этих веществ. Эффективность сорбционной очистки достигает 70–96% и зависит от таких факторов как химическая природа адсорбента, величина адсорбционной поверхности, химическое строение сорбируемого вещества и его состояние в растворе. Процесс адсорбции загрязнений, содержащихся в сточных водах, включает три этапа: внешнюю диффузию молекул из жидкой фазы к поверхности адсорбента, внутреннюю диффузию молекул по макропорам к поверхности микропор и собственно адсорбцию.

Сорбция может протекать в динамических и статических условиях. Сорбция в динамических условиях заключается в фильтровании сточных вод через слой сорбента. Такой способ имеет большие технологические, эксплуатационные и экономические преимущества перед сорбцией в статических условиях. Сорбция в динамических условиях позволяет более полно использовать емкость сорбента [1].

В качестве сорбентов применяют природные и искусственные пористые материалы.

Классификация адсорбентов, используемых для очистки сточной воды от нефтепродуктов [2] возможна по разным признакам, в частности по дисперсности, по пористой структуре, по характеру смачивания водой, по плавучести, по способу утилизации и по структуре.

Часто используется для сорбции гранулированный активный уголь, имеющий частицы размером более 0,10 мм на 85-99%, состоящий из углерода и

способный самопроизвольно отделяться от воды [3].

В настоящее время в качестве сорбентов для очистки сточных вод от продуктов нефтепереработки, ПАВ, ионов тяжелых металлов и других поллютантов широко применяются отходы производства деревообработки. Достоинством данных отходов является то, что эти материалы имеют обширную сырьевую базу, дешевы и просты по способам получения и утилизации в сравнении с промышленно получаемыми синтетическими сорбентами.

В работе [4] наблюдалась коалесценция нефти на поверхности зерен фторопласта-4 (средний размер зерен 3 мм) в процессе фильтрования нефтяной эмульсии. В целом, при использовании для очистки нефтесодержащих сточных вод фторопласт имеет ряд преимуществ: высокая степень очистки, легкая регенерация (промывка горячей водой), способность к многократной химической регенерации, устойчивость к обработке острым водяным паром.

Цель работы — исследование физико-химических свойств различных сорбционных материалов для очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов.

Объектом исследования является водоземulsionные СОЖ марки «Инкам-1», которые подвергаются механической и коагуляционной очистке. Степень очистки методом коагуляции не достаточно высокая и приводит к дополнительному загрязнению сточных вод используемыми реагентами, сульфатами и ионами алюминия.

Для очистки водоземulsionных сточных вод использовали следующие сорбенты: фторопластовые зерна [4], композиционный угольно-

фторопластовый сорбент УС-20 [5], уголь БАУ, графит, песок речной, древесные волокна (отходы производства МДФ), отходы переработки макулатуры.

Фторопластовые зерна получены из листового фторопласта марки Фторопласт-4 измельчением с помощью терки. Размер зерен составляет 1-3 мм. Из-за низкого поверхностного натяжения смачивания фторопласт-4 значительно превосходит углеводородные полимеры как водоотталкивающий материал. Гидрофобность фторопластовых зерен обуславливает высокую пропускную способность для воды, коалесценцию капель нефти и их задержание на поверхности зерен.

Из порошкового фторопласта Ф-4ПН спеканием получили гранулы пористого фторопласта размером 0,6–0,9 мм.

Композиционные сорбенты «УС» получены из пористого фторопласта (ПТФЭ) и сорбционно-активного материала. Для получения пористого фторопласта использовали частицы фторопласта с размером 20 мкм марки Ф-4ПН. В качестве сорбционно-активного материала использовали измельченный уголь марки БАУ с размером частиц 50–100 мкм. Были получены композиционные сорбенты в виде гранул средним диаметром 0,6–0,9 мм с содержанием угля от 10 до 40%. Композиционные сорбенты далее обозначаются УС-Х, где Х — содержание угля, % мас. [5].

Уголь использовали древесный марки БАУ с размером частиц 0,6–0,9 мм, измельченный на шаровой мельнице и разделенный с помощью набора лабораторных сит. Графит для процесса сорбции использовали в виде порошка размером частиц 0,6–0,9 мм, полученный измельчением на шаровой мельнице и разделенный с помощью сит.

Волокнистые материалы представляют собой систему хаотично уложенных свободно распределенных в пространстве нитей. Они, как правило, имеют пространственно неориентированную структуру, позволяющую загрязнению контактировать с большой поверхностью в единицу времени [6].

Одним из видов волокнистых сорбентов является древесные волокна, которые образуются в виде отходов при производстве панелей МДФ. Длина древесных волокон составляет 0,1–3 мм. Отобранные отходы древесных волокон перед экспериментом не подвергались дополнительной подготовке.

Так же в качестве сорбента для удаления эмульгированных нефтепродуктов использовали отходы переработки макулатуры – скоп. Отходы образуются в картонно-бумажном производстве при использовании в качестве сырья макулатуры и вывозятся на карты для захоронения. По результатам исследований влажность составляет 40–60%. Так же в составе отхода присутствует частицы полиэтилена 1–2%, механические примеси 10–15%, остальное бумага. Для удаления влажности, отход держали в сушильном шкафу при температуре 110 °С в течении 4 часов. Далее отход измельчили с помощью ножной мельницы и получили при помощи лабораторных сит, частицы с размером 0,6–0,9 мм.

Для оценки эффективности полученных сорбентов в процессе сорбционного выделения из водной эмульсии нефтепродуктов использовали СОЖ марок «Инкам-1». Адсорбцию проводили на лабораторной фильтрационной установке, через заполненные сорбентом колонки с заданным расходом эмульсии. Высота слоя сорбента — 100–120 мм в стеклянной колонке с внутренним диаметром 10 мм, длиной 150 мм и перфорированным дном. Массу сорбционных материалов брали равной двум граммам. Через сорбент пропускали необходимый объем эмульсии.

Концентрацию нефтепродуктов в эмульсиях определяли с помощью анализатора содержания нефтепродуктов КН-3 методом инфракрасной спектроскопии [7].

Для определения влагоемкости, через колонку заполненную сорбционным материалом пропустили дистиллированную воду, далее определили содержание влаги гравиметрическим методом [8].

Результаты удаления эмульгированных нефтепродуктов в СОЖ «Инкам-1» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Степень очистки СОЖ марки «Инкам-1»

Сорбент	Концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³		Степень очистки, %
	до очистки	после очистки	
Уголь БАУ	4170	207	95,0
Фторопласт-4		1457	65,1
Фторопласт Ф-4ПН		1150	72,4
УС-20 (Фторопласт Ф-4ПН + уголь БАУ 20%)		261	93,7
Графит		248	94,1
Песок речной		820	80,3
Древесные волокна		809	80,6
Отходы переработки макулатуры		279	93,3

Сорбционные материалы уголь БАУ, графит и УС-20 обладают высокой степенью очистки воды от нефтепродуктов. Отходы от переработки макулатуры не уступают задерживающей способностью по нефтепродуктам выше перечисленным сорбентам, причем, подготовка данного сорбента не требует больших материальных вложений, необходимо лишь довести до сухого состояния образующиеся отходы производства.

Преимуществом композиционных сорбентов над чистым углем является высокая скорость расхода эмульсии через слой адсорбента и возможность его многократной регенерации. Так, скорость расхода очищаемой воды через сорбционную колонку при одинаковых условиях для пористого фторопласта Ф-4ПН составляет 20–30

мл/мин, для фторопласта с содержанием 20% угля - 7 мл/мин, для чистого угля - всего 0,1–0,3 мл/мин, для графита 0,1 мл/мин при размере частиц 0,6-0,9 мм. Скорость расхода воды через слой песка 9-12 мл/мин, через древесные волокна 3-5 мл/мин и через отходы переработки макулатуры 2 мл/мин.

Из исследованных сорбционных материалов высокая сорбционная емкость у сорбента уголь БАУ, композиционного сорбента УС-20 и отходов от переработки макулатуры (табл.2). Но недостатком сорбентов уголь БАУ, отходов переработки макулатуры и древесных волокон является достаточно высокое водопоглощение, что обусловлено низкой гидрофобностью поверхности.

Таблица 2

Сорбционные свойства сорбентов

Сорбент	Размер частиц, мм	Емкость по Н/П, г/г	Влагоемкость, г/г
Уголь БАУ	0,6-0,9	6,5	3,7
Фторопласт-4	1-3	0,9	0,01
Фторопласт Ф-4ПН	0,6-0,9	1,7	0,25
УС-20 (Фторопласт Ф-4ПН + уголь БАУ 20%)	0,6-0,9	5,1	0,73
Графит	0,6-0,9	3,2	1,1
Песок речной	0,1-0,5	0,8	0,24
Древесные волокна	0,1-3	2,7	7,8
Отходы переработки макулатуры	0,6-0,9	4	2,5

Низкая сорбционная емкость материалов фторопласта-4 и песка обусловлена отсутствием пор в данных материалах. При использовании зернистого материала с закрытой пористой структурой размещение нефтепродуктов возможно между гранулами в слое сорбента за счет капиллярных сил и олеофильности. Задерживающая способность этих сорбентов объясняется процессами коалесценции на поверхности зерен сорбента и гидрофобностью материалов, так влагоемкость зерен фторопласта-4 всего 0,01 г/г, песка 0,24 г/г.

У пористого фторопласта Ф-4ПН в виде гранул вследствие более высокой удельной поверхности сорбционная емкость выше по сравнению с зернистым фторопластом-4.

Волокнистые материалы, древесные волокна и отходы от переработки макулатуры, представляя собой систему хаотично уложенных свободно распределенных в пространстве тонких нитей. Они, как правило, имеют пространственно-неориентированную структуру, позволяющую загрязнителям контактировать с большой поверхностью в единицу времени.

Композиционный сорбент УС-20 обладает высокой сорбционной емкостью за счет присутствия на поверхности и в порах фторопласта активированного угля БАУ, и при этом обладает низким водопоглощением.

По результатам исследований наиболее оптимальным материалом для сорбционной очистки эмульгированных нефтепродуктов обладающий относительно высокой сорбционной емкостью и высокой проницаемостью воды является композиционный сорбент УС-20. Так же отходы переработки макулатуры имеют достаточно высокую степень очистки при минимальных экономических затратах на получение сорбента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин. Канализация населенных мест и промышленных предприятий (справочник проектировщика). М.: Стройиздат, 1981. 639 с.
2. Каменщиков Ф. А., Богомолов Е. И. Нефтяные сорбенты. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003- 268 с.

3. Кузубова Л. И., Морозов С. В. Очистка нефте-содержащих сточных вод: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ, НИОХ., Новосибирск, 1992. – 72 с.

4. Д. Д. Фазуллин, С. В. Дворяк, Г. В. Маврин и др. Научно-технический вестник Поволжья, 2012. - № 1. - С. 59–62.

5. Фазуллин Д. Д., Маврин Г. В., Мелконян Р. Г. ХТТМ. - 2014. - № 1. - С. 53–56.

6. Е.В. Веприкова, Е.А. Терещенко и др. Journal of Siberian Federal University. Chemistry. №3, 2010. – С.285-304.

7. ПНД Ф 14.1.272-2012. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в сточных водах методом ИК-спектрофотометрии с применением концентратомеров серии КН.

8. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, почвах, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом.

УДК 628.316

Очистка модельных водоэмульсионных стоков с использованием полисульфонамидных мембран, обработанных в потоке плазмы пониженного давления

А.В. Федотова, В.О. Дряхлов, И.Ш. Абдуллин, И.Г. Шайхиев, проф., д.т.н.

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань

Эмульгированные сточные воды образуются при переработке, хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов на предприятиях химии и нефтехимии, а также на автозаправочных станциях, при эксплуатации железнодорожного транспорта и нефтеналивных танкеров.

Предотвращение сброса нефтепродуктов со сточными водами довольно сложная инженерная и научная задача. С одной стороны, это обусловлено большим многообразием химических соединений, а также наличием в стоках массы сопутствующих загрязнений. С другой – многочисленные предприятия хранения и транспортировки нефтепродуктов, средние и малые предприятия сельскохозяйственной, автотранспортной, бытовой и других отраслей промышленности, использующие нефть и нефтепродукты, располагают, как правило, примитивными очистными сооружениями, а порой их вообще не имеют.

Несмотря на то, что проблема очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты (СВСНП), существует не один десяток лет, она полностью практически так и не решена. Поэтому очистка СВСНП особенно мелких и средних предприятий, дающих в сумме огромное количество стоков, трудно поддающихся обработке обычными способами – актуальная задача.

В настоящее время все чаще для выделения продуктов переработки нефти применяется мембранная очистка. Основными преимуществами этого метода являются: высокая эффективность, энергоёмкость, отсутствие применяемых реагентов, малая площадь занимаемая оборудованием, а также возможность организации замкнутого водооборота.

Модельные СВ, применяемые в исследовании, приготовлены на основе индустриального масла марки «И20-А», используемого в качестве дисперсной фазы, дистиллированной воды, используемой в качестве дисперсионной среды, и ПАВ марки «Косинтанол-242», используемого в качестве эмульгатора.

С целью интенсификации процесса очистки эмульгированных стоков проведены эксперименты по разделению эмульсии, с концентрацией масла марки «И20-А» 3%, полисульфонамидными мембранами марки «УПМ» с массой отсекаемых частиц 50 кДа, обработанными плазмой в среде аргона и воздуха, аргона и азота в соотношении 70:30, соответственно, при значениях анодного напряжения $U = 1,5-7,5$ кВ и времени обработки $\tau = 1,5; 4$ и 7 мин. Эффективность процесса представлена значениями показателя химического потребления (ХПК) фильтратов, полученных в результате разделения эмульсии вышеуказанными мембранами. Результаты представлены в таблице.

Анализ значений ХПК фильтратов, полученных при разделении эмульсии исходной и плазмообработанных УПМ мембран с массой отсекаемых частиц 50 кДа, представленных в таблице 1, показывает снижение рассматриваемого параметра при использовании плазмообработанных фильтр-элементов по сравнению с исходным. При этом в случае мембран, обработанных в среде аргона и азота, отмечено снижение значений ХПК с увеличением значений анодного напряжения, в случае мембран, обработанных в среде аргона и воздуха, аналогичной зависимости не выявлено.

Таблица

Значения ХПК фильтратов, полученных при разделении эмульсии плазмообработанными УПМ мембранами, с массой отсекаемых частиц 50кДа.

Газовая среда	U _a , кВ	ХПК, мг O ₂ /дм ³		
		Время плазмообработки, мин		
		1,5	4	7
Аргон+Воздух	1,5	4320	4070	5020
	3,5	4090	3280	2860
	5,5	3240	2630	2350
	7,5	2450	2330	2370
Аргон+Азот	1,5	3490	2940	2160
	3,5	8610	3020	2930
	5,5	3570	1740	3240
	7,5	4550	2960	1960
Исходная мембрана		7880		
Эмульсия		22750		

Значение ХПК эмульсии – 22750 мг O₂/л, значение ХПК фильтратов, полученных при разделении исходной и наиболее эффективной плазмообработанной в среде аргона и азота при U_a = 5,5 кВ и τ = 4 мин, мембраной - 7880 и 1750 мг O₂/л, соответственно. Таким образом, эффективность очистки составила 65 и 92 %, соответственно.

Таким образом, с экологической и технологической точки зрения актуальным становится применение процессов плазмообработки полимерных мембран, в частности марки «УПМ», с целью интенсификации процесса очистки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты.

УДК 628.316

Использование полимерных мембран, обработанных в поле коронного униполярного разряда, для разделения отработанных эмульсий, содержащих нефтепродукты.

С.В. Фридланд, Г.Ш. Сафина, Т.И. Шайхиев, М.Ф. Галиханов

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань

Проблема очистки сточных вод предприятий, содержащих в своем составе продукты переработки нефти (отработанные масла, смазочно-охлаждающие жидкости, моторные топлива, продукты органического синтеза и т.д.), видится в настоящее время из-за отсутствия эффективных методов очистки названных стоков и большого объема образования последних.

Среди множества методов, предназначенных для извлечения или утилизации отработанных нефтепродуктов (биологические, сорбция, экстракция, коагуляция, флотация и др.) в последнее время стремительно развиваются в мировом сообществе мембранные технологии. В зависимости от размера пор применяемых мембран возможно очищать сточные воды с находящимися в них поллютантами с размерами от нескольких ангстрем до видимых величин.

Однако, сдерживающим фактором развития, особенно в Российской Федерации, на которую приходится чуть более 1 % всех мембранных уста-

новок, применяемых в мировом масштабе, является низкая производительность, связанная с забиванием пор фильтрэлементов, не всегда высокая селективность и эффективность.

Для устранения указанных недостатков применяются различные способы модификации полимерных мембран (плазмообработка, химическая и термическая модификация, воздействие гамма-излучения и др.), среди которых весьма перспективным является обработка в поле коронного разряда. Данное обстоятельство трактуется простотой аппаратного оформления процесса, невысокой энергоемкостью и опытом практического использования, особенно в развитых странах.

В свете вышесказанного, на кафедре Инженерной экологии ФГБОУ ВПО «КНИТУ» (КХТИ) проводятся экспериментальные работы по интенсификации очистки отработанных эмульсий типа «масло в воде» с использованием полимерных мембран, обработанных в поле униполярного коронного разряда.

Ранее нами было показано, что использование коронного разряда способствует значительному увеличению производительности и селективности процесса разделения водомасляных эмульсий [1-3]. Данное обстоятельство объясняется гидрофилизацией поверхности мембран, что способствует отталкиванию гидрофобных молекул углеводородов, входящих в состав, в частности, масел и более интенсивному прохождению молекул воды через фильтрэlement.

Однако, более ранние эксперименты проводились на модельных водомасляных эмульсиях, приготовленных в лабораторных условиях. Реальные отработанные стоки, содержащие продукты переработки нефти, имеют в своем составе и другие поллютанты, в частности, взвешенные вещества, которые могут тормозить процесс мембранного разделения. В этой связи исследовалось влияние параметров коронного разряда на очистку отработанных растворов смазочно-охлаждающих жидкостей, образующихся в Управлении «Татнефтегазпереработка» ОАО «Татнефть».

Исследуемые стоки представляют собой жидкость темно-коричневого цвета со специфическим запахом нефтепродуктов и продуктов их микробной деградации. Значение ХПК водомасляной эмульсии – 17400 мг $O_2/дм^3$. Полимерные полиэфирсульфоновые (масса отсекаемых частиц 30 кДа) и полиакрилонитрильные (масса отсекаемых частиц 10 кДа) мембраны подвергались воздействию униполярного коронного разряда при следующих режимах: напряжение поляризации – 5 кВ и $T = 1,0$ мин, 10 кВ и $T = 0,5$ минут, соответственно. Указанные режимы коронообработки, как наиболее эффективные, при которых достигается максимальное значение производительности и селективности процесса разделения, были получены ра-

нее в ходе проведения экспериментов с модельными эмульсиями [1-3].

Проведенными экспериментами найдено, что коронообработка полиэфирсульфоновых мембран способствует снижению значения ХПК фильтрата на 28,9 % по сравнению с исходной мембраной при адекватной производительности. Обработка же коронным разрядом при указанных выше параметрах полиакрилонитрильных мембран приводит к снижению значения ХПК фильтрата на 30,5 % в сравнении с исходной мембраной при увеличении максимальной производительности на 14,5%.

Таким образом, очевидно, что коронная обработка полимерных мембран способствует некоторому увеличению производительности и эффективности процесса реальных промышленных отработанных эмульсий типа «масло в воде».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дряхлов В.О. Влияние параметров обработки полиакрилонитрильных мембран коронным разрядом на эффективность разделения водомасляных эмульсий / В.О. Дряхлов, М.Ю. Никитина, И.А. Загидуллина, Т.И. Шайхиев, С.В. Фридланд, В.S. Bonev // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 10. – С. 107-110.
2. Дряхлов В.О. Влияние параметров коронного разряда на эффективность разделения водомасляных эмульсий полиэфирсульфовыми мембранами / В.О. Дряхлов, М.Ю. Никитина, И.А. Загидуллина, Т.И. Шайхиев, С.В. Фридланд, // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 14. – С. 103-105.
3. Дряхлов В.О. Интенсификация разделения водомасляных эмульсий полиэфирсульфовыми мембранами, обработанными коронным разрядом / В.О. Дряхлов, М.Ю. Никитина, И.Г. Шайхиев, Т.И. Шайхиев, М.Ф. Галиханов // Вода: Химия и экология. – 2014. - № 11. – С. 98-102.

УДК 628.316

Коагуляционная очистка сточных вод производства тринитрорезорцината свинца

И.Г. Шайхиев, Ф.И. Гатина, А.М. Зайнуллин, Г.М. Назмутдинова

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань

Развитие промышленного производства, особенно в крупных мегаполисах, в которых сосредоточены основные промышленные объекты, ведет не только к потреблению большого количества природных вод, но и к увеличению объемов образующихся сточных вод. При этом поверхностные воды претерпевают значительные изменения в своем составе за счёт попадания в них огромного количества примесей токсичного характера.

Среди множества поллютантов, попадающих в объекты окружающей среды, в том числе и гидросферу, соединения тяжелых металлов играют особенную роль. Данное обстоятельство трактуется тем, что тяжелые металлы, их ионы и соединения, не разлагаются в объектах окружающего мира, а претерпевая химические изменения, переходят из одной формы в другую. Среди множества промышленных отраслей, на которых образуются сточные воды, содержащие

соединения тяжелых металлов, можно отметить производство энергонасыщенных материалов.

Иницирующие взрывчатые вещества (ИВВ) (гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), азид свинца и другие) нашли широкое применение во многих отраслях промышленности.

Производства ИВВ ведут к образованию сточных вод, характерной особенностью которых, как правило, является их интенсивная окраска. Окрашивание воды в водоеме, наличие соединений тяжелых металлов, помимо негативного влияния на его кислородный режим, способствует угнетению процесса самоочищения, вследствие изменения светопрозрачности воды и нарушения процессов фотосинтеза. Данное обстоятельство приводит к гибели в водоемах организмов, населяющих их, и изменению органолептических свойств.

На сегодняшний день тринитрорезорцинат свинца (ТНРС) является штатным ИВВ, производство которого налажено на ряде предприятий спецхимии. Большие объемы производства предполагают образование больших объемов сточных вод. На протяжении долгих лет на оборонных предприятиях не уделялось должного внимания вопросам экологии.

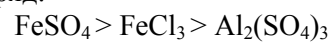
Поэтому производства ИВВ, нуждаются в эффективной локальной очистке сточных вод. В

этой связи, важное значение приобретает разработка и широкое применение замкнутых циклов водоснабжения в промышленности, а также совершенствование методов очистки сточных вод. В настоящее время на спецпроизводствах используют пассивный способ снижения токсичности сточных вод – многократное разбавление, что является нерациональным для обеспечения удовлетворительного экологического состояния водоприемников.

В связи с вышеизложенным, на кафедре Инженерной экологии КНИТУ ведутся в течение ряда лет работы по разработке технологий очистки сточных вод спецпроизводств.

В частности, сточные воды производства ТНРС ярко-желтого цвета, имеют значение ХПК несколько менее $16500 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ и характеризуются наличием дисперсной фазы. В этой связи нами исследовалась коагуляционная очистка названных стоков с использованием традиционных реагентов (FeSO_4 , FeCl_3 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).

Дозировка коагулянтов составляла от 1 до $10 \text{ г}/\text{дм}^3$. Проведенными исследованиями найдено, что по эффективности коагуляционной очистки названные реагенты возможно расположить в следующий ряд:



УДК 502.3

Предложение по введению системы координат для привязки источников загрязнения атмосферы в Республике Татарстан

А.Р. Шагидуллин¹, Р.Р. Хасанов¹, Р.А. Шагидуллина², Р.Р. Шагидуллин¹

1 Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Artur.Shagidullin@tatar.ru

2 Министерство экологии и природных ресурсов РТ, Raisa.Shagidullina@tatar.ru

Точность результатов расчетов загрязнения атмосферного воздуха на основе данных инвентаризации выбросов вредных веществ из источников загрязнения не в последнюю очередь зависит от корректности их географической привязки.

Согласно федеральному закону от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступившему в силу с 1 января 2015 года, понятие «стационарный источник загрязнения окружающей среды» теперь трактуется следующим образом: «источник загрязнения окружающей среды, местоположение которого определено с применением единой государствен-

ной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника загрязнения окружающей среды». Согласно этому определению, при проведении привязки источников загрязнения атмосферы, не относящихся к передвижным или перемещаемым при помощи передвижных источников (транспортных средств), теперь не могут быть использованы локальные, заводские системы координат. Очевидно, что проведение привязки к единой системе координат должно выполняться на этапе инвентаризации источников загрязнения атмосферы, т.е. на этапе разработки проектов нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) хозяйствующего субъекта.

Постановление Правительства РФ от 28.12.2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат» в качестве единой государственной системы координат для использования при осуществлении геодезических и картографических работ устанавливает геодезическую систему координат 2011 года (ГСК-2011).

В то же время, согласно Постановлению Правительства РФ от 03.03.2007 г. № 139 (ред. от 27.08.2014 г.) «Об утверждении Правил установления местных систем координат», для проведения геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, межевании земель, ведении кадастров и осуществлении иных специальных работ могут устанавливаться местные системы координат. Под местной системой координат понимается условная система координат, устанавливаемая в отношении ограниченной территории, не превышающей территорию субъекта Российской Федерации, начало отсчета координат и ориентировка осей координат которой смещены по отношению к началу отсчета координат и ориентировке осей координат единой государственной системы координат, используемой при осуществлении геодезических и картографических работ.

Из этого следует, что на территории субъектов Российской Федерации соответствующими государственными органами могут быть введены местные системы координат, используемые для проведения привязки источников загрязнения атмосферы. Сведения об этих системах координат должны быть доступны природопользователям.

Параметры системы координат для геопозиционирования источников загрязнения атмосферы должны быть определены исходя из удобства дальнейшего применения при разработке проектов нормативов ПДВ хозяйствующими субъектами, удобства ведения единой базы данных ИЗА, составления карт размещения источников, карт, отражающих результаты сводных расчетов загрязнения атмосферы, а также удобства интегрирования вышеупомянутых карт с существующими ГИС-сервисами.

Необходимым условием также является использование плоской прямоугольной метровой системы координат, так как существующие допущенные к использованию программы для расчета загрязнения атмосферного воздуха, которые используются при разработке проектов нормативов ПДВ, работают только в таких системах координат. Эти программы не предусматривают возможность использования географической

системы координат. Кроме того, плоские прямоугольные координаты являются наиболее простыми и удобными при проведении инженерных и топографо-геодезических работ.

С учетом этих требований, наибольшими преимуществами обладают геодезические проекции общепринятых картографических систем координат, которые позволяют вводить плоские координаты. Наиболее распространенными на сегодняшний день проекциями являются UTM (Универсальная поперечная Меркатора) и поперечно-цилиндрические проекции Гаусса-Крюгера.

Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан создана и поддерживается ГИС «Экологическая карта Республики Татарстан» [1]. ГИС выполнена в проекции UTM на эллипсоиде WGS-84. Исходя из этого, в качестве единой системы координат, используемой при разработке проектов ПДВ на территории Республики Татарстан, может быть предложена проекция Универсальная Поперечная Меркатора (UTM, зона 39N) на эллипсоиде WGS-84. В качестве альтернативной системы при необходимости может быть рассмотрена проекция Гаусса-Крюгера (Пулково 1942) зона 9.

Выбор проекции UTM на эллипсоиде WGS 84 наравне с проекцией Гаусса-Крюгера даёт возможность без существенных искажений изобразить довольно значительные участки земной поверхности и, что очень важно, построить на этой территории систему плоских прямоугольных координат.

Универсальная Поперечная Меркатора разделяет Землю на 60 зон шириной по 6 градусов и отображает каждую из зон по отдельности в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Меркатора. Практически вся территория республики находится в пределах одной зоны – зоны 39N. За границы указанной зоны выходят лишь небольшая территория на западе (Дрожжановский район, западные части Буинского и Кайбицкого районов) и на востоке республики (восточная часть Актанышского района). Это означает, что для всей территории республики можно использовать одну и ту же систему координат без существенных искажений.

Специфической особенностью данной проекции является то, что она разработана для получения ошибки масштаба, не превышающей 0,1 процента в пределах каждой зоны. Масштаб является постоянным вдоль центрального меридиана, но коэффициент масштаба для него равен 0,9996, что позволяет уменьшить искажения по краям зоны. При таком коэффициенте масштаба

линии, расположенные на расстоянии 180 км к западу и к востоку от центрального меридиана и параллельные ему, имеют коэффициент масштаба равный 1 (рис.1). Далее коэффициент масштаба возрастает по мере удаления от этих линий в направлении запада или востока соответственно.

Это означает, что масштаб карты республики, выполненной в прямоугольных координатах, не будет постоянным при движении с запада на восток или наоборот.

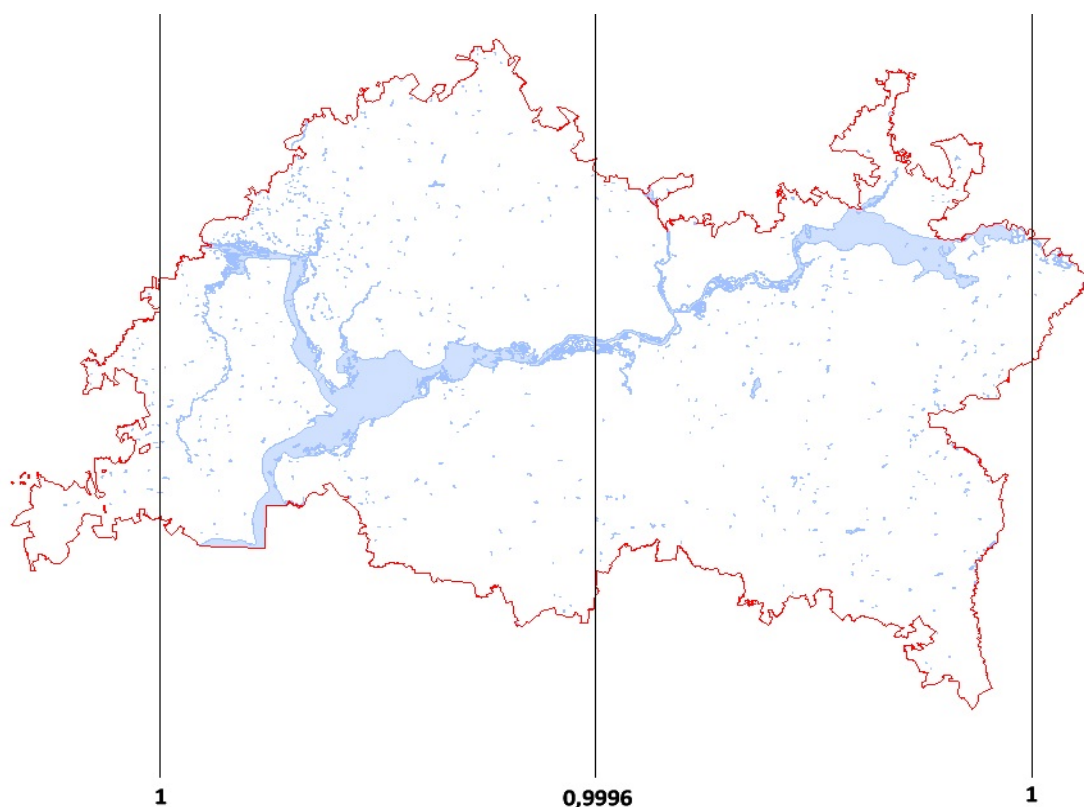


Рис.1. Коэффициенты масштаба для зоны 39N проекции UTM (WGS-84).

В то же время, масштаб топографической основы, используемой для занесения координат источников загрязнения атмосферы в экологические программы для расчета загрязнения атмосферного воздуха, должен быть постоянным на протяжении всей карты. Таким образом, использование в качестве такой топографической основы проекции UTM на эллипсоиде WGS 84, как и любой другой проекции сферической поверхности на плоскость, приведет к некоторым отклонениям реальных расстояний между объектами от соответствующих расстояний на плоскости (расстояний на плоской карте). Для того, чтобы можно было использовать проекцию в качестве единой республиканской системы координат, эти отклонения должны быть малы.

Согласно [2] отношение соответственных бесконечно малых отрезков параллели на плоскости и на эллипсоиде, т.е. искомое отклонение, можно оценить следующим образом:

$$m = m_0 \left[1 + \cos^2 B (1 + \eta^2) \frac{l^2}{2} + \cos^4 B (5 - 4 \tan^2 B) \frac{l^4}{24} \right],$$

где m – коэффициент масштаба, т.е. отношение соответственных бесконечно малых отрезков параллели на плоскости и на эллипсоиде;

m_0 – коэффициент масштаба на осевом меридиане, для проекции UTM $m_0 = 0,9996$;

B – широта точки, в которой определяется коэффициент m , в градусах;

$\eta^2 = e'^2 \cos^2 B$, e' – второй эксцентриситет меридионального эллипса, для эллипсоида WGS84 $e'^2 = 0,006739496742$;

$l = L_0 - L$, L_0 – долгота центрального меридиана в градусах, L – долгота точки, в которой определяется коэффициент m , в градусах.

На основной части территории Республики Татарстан коэффициент m принимает значения от 0,9996 до 1 (рис. 1). Западнее и восточнее линий $m=1$, коэффициент принимает значения больше 1. Наибольшие значения коэффициент

принимает в самой западной или самой восточной точках Татарстана (рис. 2), фактически за пределами зоны 39N проекции UTM (WGS-84).

По результатам вычислений, проведенных согласно приведенной выше формуле, коэффициент m в самой западной и восточной точках Татарстана (Т1 и Т2 на рис.2) принимает значения 1,0003 и 1,0001 соответственно. Таким образом, на всей территории республики коэффициент

принимает значения от 0,9996 до 1,0003. На практике это означает, что реальному объекту длиной 500 м будет соответствовать объект длиной 500,20 м на карте, если он находится в центре республики, и длиной 499,85 м, если он находится в крайней западной точке республики, т.е. величина ошибки не превышает 0,04%.

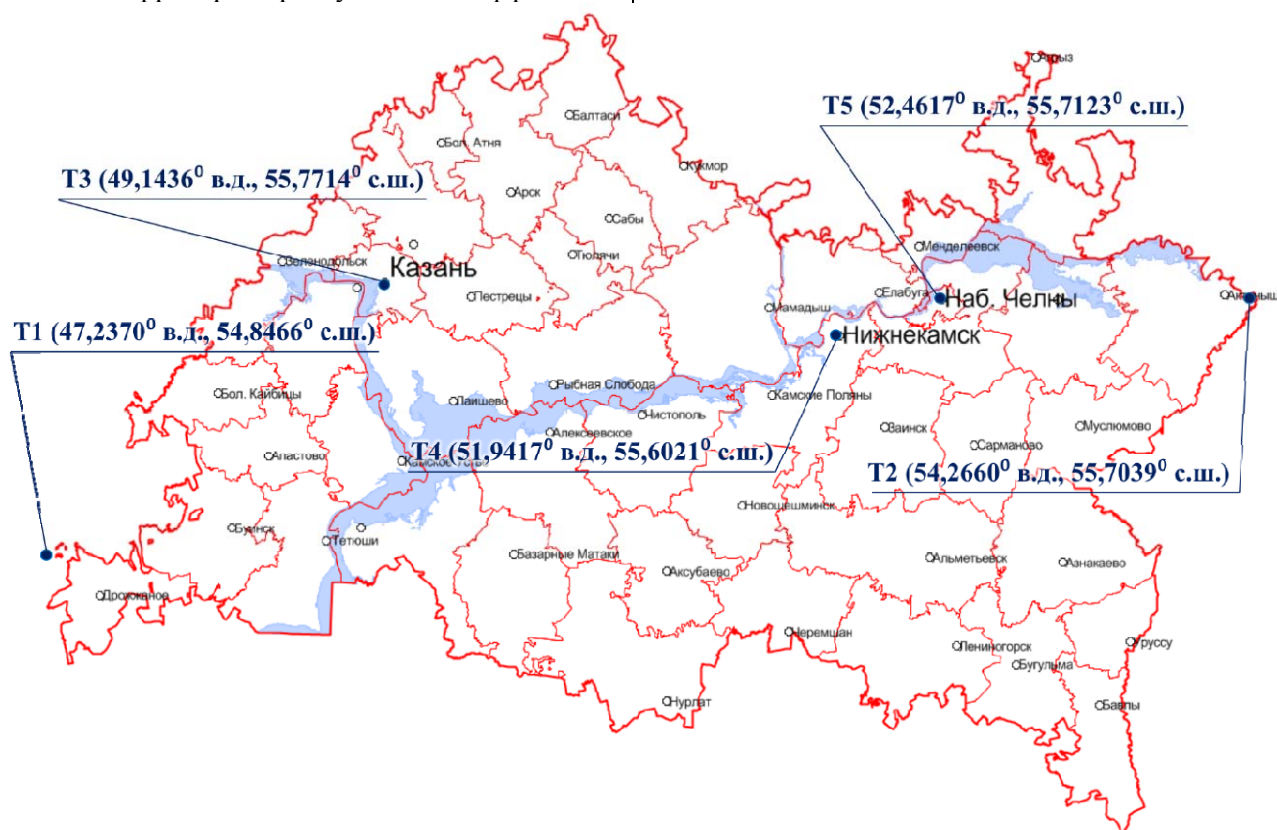


Рис.2. Точки для определения коэффициента m

Так, например, в г. Казань в точке расположения главного здания Министерства экологии и природных ресурсов РТ по адресу ул. Павлухина, д. 75 (Т3 на рис.2) коэффициент $m=0,9998$ (т.е. ошибка соотношения длин отрезков на карте и на местности составляет 0,02%), в г. Нижнекамск в центре промзоны (Т4 на рис.2) коэффициент $m=0,9996$ (ошибка 0,04%), в г. Набережные Челны в центре промзоны (Т5 на рис.2) коэффициент $m=0,9997$ (ошибка 0,03%).

Искажение объектов, связанное с введением плоской системы координат, пренебрежимо мало на всей территории республики. Значение ошибки существенно меньше допусков, с которыми производится привязка источников выбросов при проведении расчетов рассеивания вредных веществ в рамках проектной документации. Таким

образом, проекция UTM, 39N (WGS-84) вполне может быть рекомендована в качестве единой республиканской системы координат.

Для удобства сервис с визуализацией предложенной системы координат может быть реализован в рамках ГИС «Экологическая карта Республики Татарстан», воспользовавшись которым природопользователи смогут произвести привязку собственных источников выбросов в рамках разрабатываемых проектов ПДВ к единой республиканской системе координат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://ecokarta.tatar.ru/>.
2. http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/docs/GOK/gok_lecture_5.pdf.

УДК 556.5

Региональные фоновые нормативы качества воды**Р.Ч. Юранец-Лужаева**¹, н.с., **А.С. Бодяжин**², зам.начальника ЦСИАК., **Л.П. Малыгина**¹, н.с.,
О.Ю. Тарасов¹, к.х.н., зав.лабораторией¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, labipen@yandex.ru.² Министерство экологии и природных ресурсов РТ, Казань, m-412@mail.ru

Вода – важнейший компонент окружающей среды, который используется и охраняется в соответствии с Водным кодексом Российской Федерации. Одной из приоритетных задач экологии является мониторинг поверхностных вод, в ходе которого значения показателей состава и свойств исследуемой воды сопоставляются с нормативными значениями, чаще всего – с предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Однако данная оценка не всегда позволяет корректно определить уровень загрязнения водоема, так как превышения ПДК для некоторых веществ могут быть связаны не с антропогенными, а природными факторами формирования химического состава воды в разных климатических зонах [1].

Так, например, по наблюдениям УГМС РТ за 2012 г. [2] поверхностные воды р. Казанка в Казани, характеризуются как «грязные», (УКИЗВ = 5,52, класс 4б). Превышения ПДК отмечались по 14 показателям химического состава. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносили сульфаты, нефтепродукты, соединения меди, ХПК, БПК₅, нитриты, загрязненность по которым оценивается как «характерная». Среднегодовые концентрации составили: сульфатов – 6,0 ПДК, БПК₅ – 1,4 ПДК, азота аммонийного – 1,6 ПДК, азота нитритного – 1,2 ПДК, соединений меди – 3,3 ПДК, марганца – 2,6 ПДК, нефтепродуктов – 2,6 ПДК, железа общего – 1,2 ПДК, летучих фенолов – 1,4 ПДК. Как видно из представленных данных основным загрязняющим веществом являются сульфаты. Известно, в бассейне р. Казанка нет предприятий, использующих в своем производстве серосодержащие соединения в таком количестве, чтобы кратность превышения ПДК сульфатов в стоках составляла 6. Однако, формально предприятия отчитываются большими концентрациями сульфатов и не доказывают, что эти сульфаты попадают с исходной водой, а не образуются в ходе производственных процессов.

Целью наших исследований являлось показать необходимость внедрения региональных фоновых нормативов качества воды на примере гидрохимического режима реки, испытывающей на своем протяжении различную антропогенную нагрузку и имеющей притоки с характерно вы-

раженными свойствами природного происхождения.

В качестве объекта исследования выбрана река Казанка. Казанка – левый приток реки Волга (Куйбышевское водохранилище), расположенный в Арском, Атнинском и Высокогорском районах Республики Татарстан. Казанка – типично равнинная река длиной 140 км, принимает 41 приток. Самые крупные из них: Нокса (42 км), Кисьмесь (35 км), Шимяковка (27,6 км), Киндерка (26 км) и др. Кроме того, в бассейне Казанки имеется более 300 родников, 32 водораздельных карстовых озера, уникальными из которых являются Голубые озера. [2, 3]. Именно Голубые озера представляют наибольший интерес с точки зрения влияния на химический состав воды в р. Казанка. Голубые озера – общее наименование группы водоемов, сформированных мощными выходами сильноминерализованных подземных вод, расположенных на правом берегу р. Казанки у деревни Щербаковка на первой надпойменной террасе [4-6]. Озера являются долинно-карстовыми. Система «Голубые озера» состоит из Большого Голубого озера, Малого Голубого озера-1 и Малого Голубого озера-2. Со дна имеющихся карстовых воронок выбиваются сильнейшие струи воды, сформированных в нижнепермских отложениях. Разгрузка озер в реку Казанка осуществляется через несколько протоков с общим расходом 0,68 м³/с. Воды Голубых озер являются типичными сульфатно-кальциевыми, с минерализацией до 2,5 г/дм³ [5].

Пробы воды отбирались в ходе нескольких разовых экспедиций от истока к устью в 10 точках равноудаленных друг от друга в верхнем течении приблизительно на 15 км, а также вблизи крупных населенных пунктов и в районе Голубых озер. Кроме этого пробы воды отбирались в различные сезоны в двух точках (н.п. Щербаковка, 4-ая транспортная дамба) с поверхностного горизонта. Химические анализы проводились по стандартным методикам в условиях аккредитованной лаборатории.

Для комплексной оценки качества воды в различных местах отбора от истока к устью был рассчитан индекс загрязненности воды по шести показателям – ИЗВ₆. По результатам расчетов установлено, что вода в Казанке, в основном, со-

ответствует III классу качества и относится к категории «умеренно загрязненная», местами – IV классу – «загрязненная» (рис. 1). Максимальное значение ИЗВ₆ получено для участка, где река берет свое начало (н.п. Бимери). Эта заболоченная местность, которая характеризуется повышенным содержанием органического вещества (ХПК – 3,8 ПДК, БПК₅ – 3,3 ПДК), низким значением жесткости (1,5°Ж) и сдвигом pH в кислую область (pH = 7,1). Во всех остальных про-

бах воды, отобранных по течению реки, наблюдалось превышение ПДК сульфатов. На рис. 1 видно, что доля сульфатов в ИЗВ₆ достигает в некоторых местах 50%. Традиционно ИЗВ₆ рассчитывается по шести показателям: БПК₅, растворенный кислород и 4 максимальных. Так как для расчета используются максимальные относительно ПДК значения, данный индекс искусственно завышает требования к качеству воды.

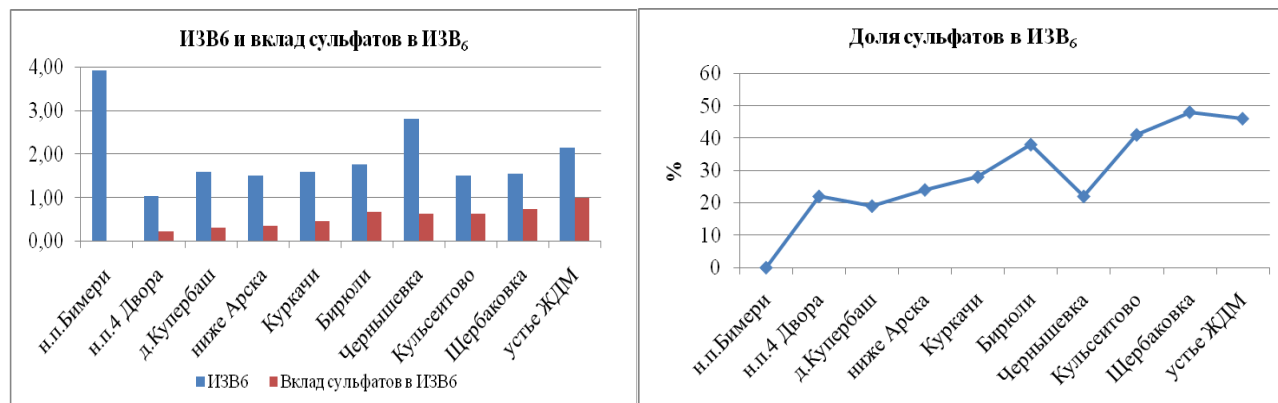


Рис. 1. ИЗВ₆ в разных точках отбора и сульфаты, как составляющая часть ИЗВ₆.

Расчет ИЗВ по 12 показателям показал, что вода в Казанке может быть отнесена к категории «чистая» (II класс качества). На рис. 2 видно, что вклад веществ природного происхождения

(сульфаты, жесткость и, соответственно, сухой остаток, как интегральный показатель) в ИЗВ₁₂ может достигать 65%.

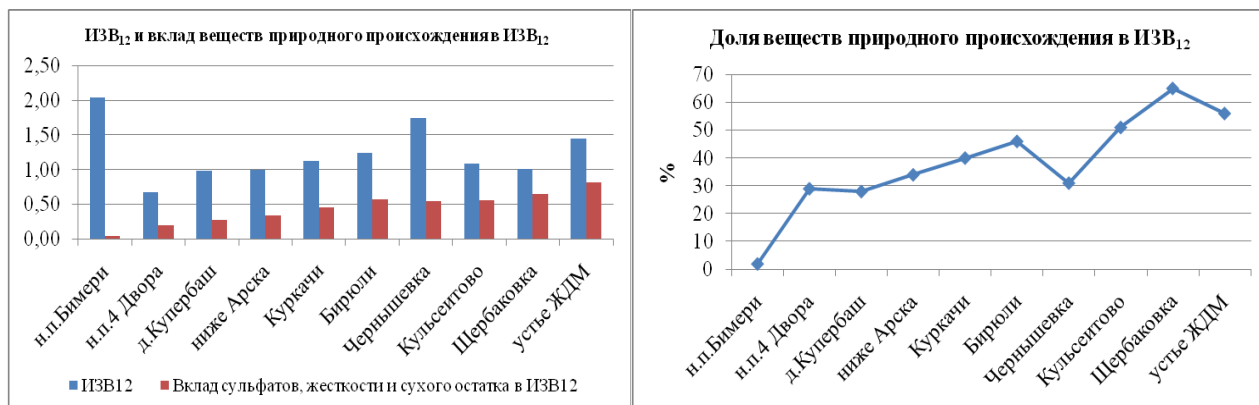


Рис. 2. ИЗВ₁₂ в разных точках отбора и сульфаты, жесткость, сухой остаток, как составляющая часть ИЗВ₁₂

В нижнем течении реки Казанки происходит увеличение концентрации веществ природного происхождения за счет интенсивной подпитки реки подземными водами с высокой минерализацией, а также разгрузкой многочисленных источников системы «Голубые озера», также имеющих воду высокой минерализации (рис.2). Несомненно также вклад в повышение минерализации реки коммунально-бытовых сточных вод, образующихся из подземных источников водоснабжения [7].

Обследование акватории Казанки с использованием комплекса «Волга-М», включающего автоматизированные датчики измерения обобщенных характеристик (температура, кислотность, электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал, содержание растворенного кислорода) воды поверхностного слоя (0,5 м), позволило построить непрерывные пространственные диаграммы изменения физико-химических показателей [8]. В качестве примера на рисунке 3 представлена карта обследо-

ванного участка реки и изменение по электро- | проводности и температуре воды.

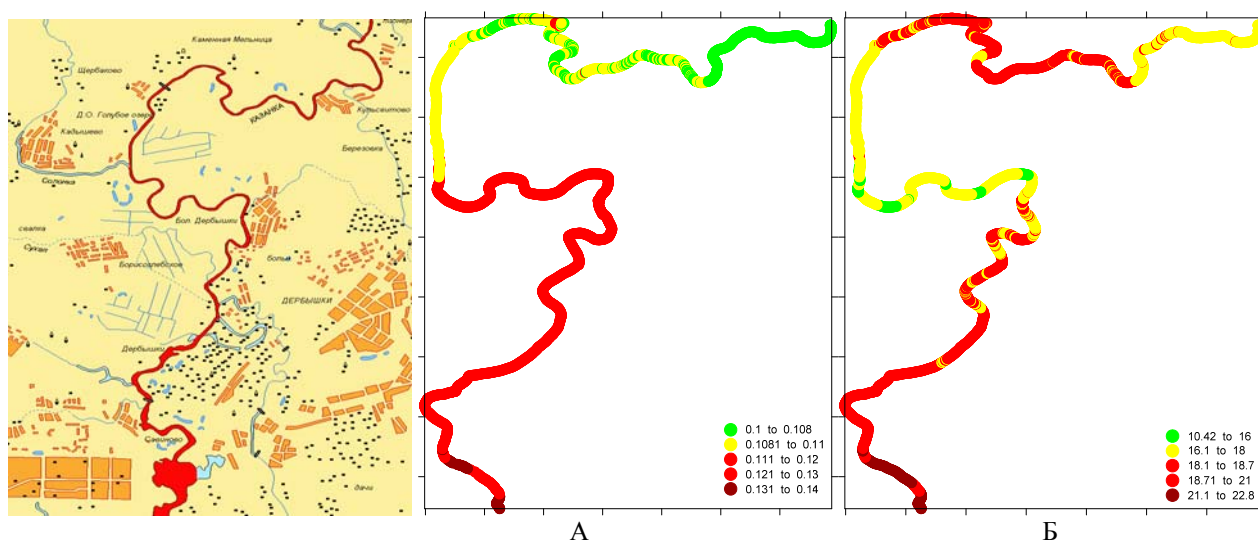


Рис. 3 Изменение УЭП (А) и температуры воды (Б) в нижнем течении р.Казанки.

Хорошо видно, что район разгрузки Голубых озер характеризуется повышением электропроводности воды р. Казанки и понижением ее температуры, что связано с высокой минерализацией и низкой температурой воды Голубых озер. В рамках комплексного изучения состояния Голубых озер в 2014 году были проведены гидрохимические исследования, которые показали, что озерные воды могут быть отнесены к «слабо загрязненным», класс качества 2 (УКИЗВ₁₅ = 1,67) или к «умеренно загрязненным», класс качества IV (ИЗВ₆ = 3,3; ИЗВ₁₅ = 1,4), причем основной вклад в величину показателя вносят вещества природного происхождения, особенно сульфаты [9].

Ниже по течению от места впадения притоков Голубых озер происходит постепенное выравнивание температуры, однако минерализация воды остается стабильно высокой. Полученные результаты свидетельствуют о том, что типичные высокоминерализованные сульфатно-кальциевые воды Голубых озер являются основным источником мнимого «загрязнения» реки Казанки.

Итак, для адекватной оценки качества воды в р. Казанка необходимо использовать не ПДК, а РПДК – региональную допустимую концентрацию или фоновую концентрацию сульфатов, учитывающую природные особенности гидрохимического режима данного водного объекта. С этой целью была рассчитана РПДК сульфатов для створа у н.п. Щербаковка, как самого «загрязненного» сульфатами (рис. 2) в различные

гидрологические сезоны: зимняя межень (с декабря по март), весеннее половодье (с апреля по июнь) и летне-осенняя межень (с июля по ноябрь) по формуле [10]:

$$РПДК = (C_{cp} + \sigma \cdot tSt / \sqrt{n}),$$

где C_{cp} – средняя концентрация сульфатов,
 σ – среднее квадратическое отклонение,
 tSt – коэффициент Стьюдента (P=0,95),
 n – число значений С

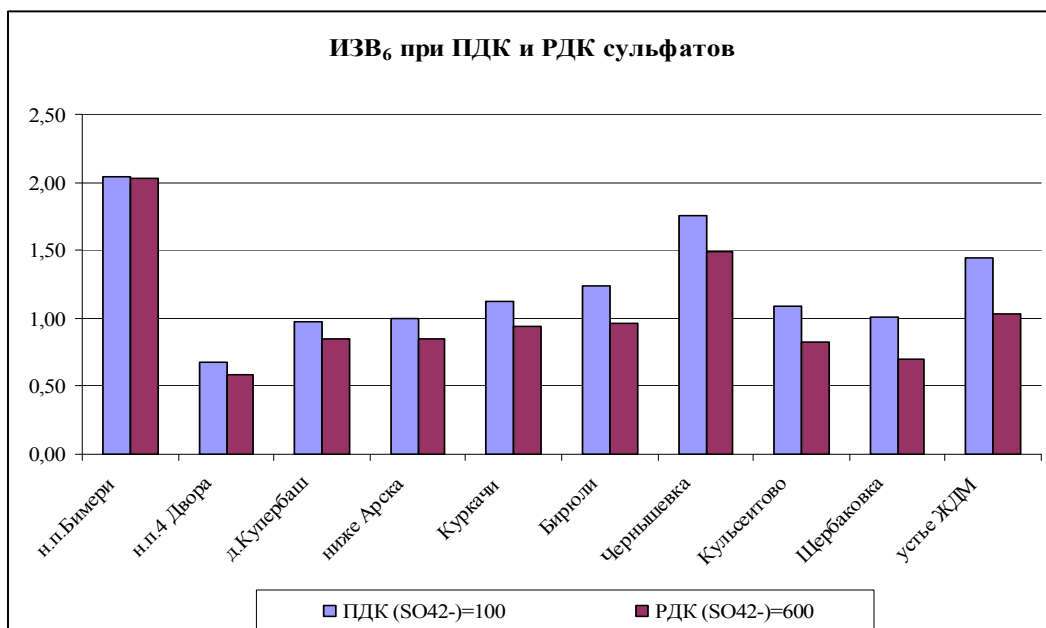
Таблица 1

Региональные допустимые концентрации сульфатов для створа у н.п. Щербаковка

Гидрологический сезон	РПДК, мг/дм ³
Зимняя межень	595
Весеннее половодье	472
Летне-осенняя межень	592

Установление значения концентрации сульфатов 600 мг/дм³ в качестве нормативного (табл. 1) позволит повысить класс качества воды и, соответственно экологический статус водного объекта. Так, использование при расчете комплексного индекса ИЗВ₆ РДК сульфатов, равной 600 мг/дм³, значение его уменьшается на 20 % (рис. 4).

Таким образом, в работе показано, что при оценке экологического состояния водного объекта в системе нормирования должны учитываться региональные экологические ПДК, связанные с природными и климатическими условиями формирования состава речных вод.

Рис. 4 Значение ИЗВ₆ при ПДК и РДК сульфатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Шагидуллин Р.Р., Латыпова В.З., Тарасов О.Ю., Никитин О.В., Яковлева О.Г., Иванов Д.В., Петров А.М., Крапивина Н.Ю., Юранец-Лужаева Р.Ч., Шагидуллина Р.А., Камалов Р.И. Природные и антропогенные факторы формирования качества воды озера Средний Кабан города Казани // Георесурсы. – 2012, № 7. - С.11-17.
- Обзор состояния природной среды и ее загрязнения на территории Республики Татарстан в 2012 году. Казань: УГМС РТ, 2013 г., 79 с.
- Водные объекты Республики Татарстан. Гидрографический справочник. – Казань: Изд-во ОАО «ПИК «Идель-пресс», 2006. – 504 с.
- Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Изд. второе. – Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2007. – 408 с.
- Каштанов С.Г. Грунтовые воды г.Казани.– Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1959.–164 с.
- Озера среднего Поволжья. – Л.: Изд-во «Наука», Ленинград. отд., 1976. – 236 с.

7. Тарасов О.Ю., Петров А.М., Юранец-Лужаева Р.Ч. Роль подземных источников водоснабжения в загрязнении поверхностных вод. Материалы III научной конференции «Промышленная экология и безопасность». Казань: «Заман», 2008 – 184 с., С.139-141.

8. Бодяжин А.С., Шагидуллин Р.Р., Тарасов О.Ю. Опыт использования мобильных средств экоаналитического контроля при обследовании Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ. Труды Междун. научно-практической конференции (17-20 мая 2011 г., Пермь). Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2011, Т.IV. Водная экология, С.29-32.

9. Отчет по государственному контракту № 2014.33666 от 2.09.2014 г. на выполнение работ по теме: «Мониторинг состояния окружающей среды на территории государственного природного заказника «Голубые озера». Казань, ИПЭН АН РТ, 2014, - 115 с.

10. РД 52.24.622-2001 Методические указания «Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков». – Л.: Гидрометеоздат, 2001. – 64 с.

УДК 504.3.06

Исследование изменения состава нормальных алканов нефтезагрязненной серой лесной почвы

Э.Р. Зайнулгабидинов, Ю.А. Игнатъев, А.М. Петров

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ г. Казань, comp05@mail.ru

Углеводороды (УВ) являются обязательными компонентами органического вещества современных почв [1-7]. Природными источниками поступления УВ, в том числе и нормальных алканов (н-алканы) в почву являются растительные и, в меньшей степени, животные остатки [8]. Показано, что

н-алканы играют важную роль в создании почвенной гидрофобности, регулируя, таким образом, скорость разложения органического вещества, увеличивая стабильность почвенных агрегатов и плодородие [9].

УВ нефти и нефтепродуктов, которые поступают в почву в результате техногенных аварий, относятся к антропогенным источникам загрязнения. В результате загрязнения отмечается многократное увеличение их содержания в почвенном профиле, что приводит к изменению физических, химических, биологических свойств почвы. Кроме того, УВ, поступающие в почву в результате загрязнения, испытывают комплекс трансформаций, вызывая изменения естественного функционирования почвенных биоценозов [10-13].

Разработка научно обоснованных приёмов рекультивации загрязнённых территорий требует применение методов разработанных на их основе показателей, позволяющих осуществлять более детальный анализ и идентификацию компонентного состава нефтепродуктов, присутствующих в изучаемых объектах. Решение вопросов, направленных на совершенствование технологий идентификации и мониторинга, должно базироваться на учете природного фона УВ незагрязнённых почв, на результатах исследования поведения и трансформации нефти, позволяющих установить экологическую значимость образующихся продуктов ее деградации. Таким образом, актуальность работ по совершенствованию методов мониторинга нефтяных загрязнений не вызывает сомнения [14-16].

Ранее было показано, что изменение соотношения в составе n-алканов можно количественно оценить при совместном использовании коэффициента (или индекса) нечетности CPI и соотношения L/H. Индекс CPI позволяет оценить степень преобладания молекул n-алканов с нечетным числом атомов углерода. Он представляет собой отношение нечетных гомологов к четным для высокомолекулярной области [3, 17]. Область низкомолекулярных гомологов позволяет оценить соотношение $\Sigma C_{14-21} / \Sigma C_{22-35}$ или L/H [7].

Данный подход предлагалось использовать для исследования изменения углеводородного состава почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами, что позволит оценить эффективность проводимых рекультивационных мероприятий [20].

Целью исследования является изучение влияния длительной инкубации на изменение состава нормальных углеводородов нефтезагрязнённой серой лесной среднесуглинистой почвы.

В качестве поллютанта использовалась нефть сернистого, парафинистого, смолистого типа Ямашинского месторождения Республики Татарстан.

Нефть в почву вносили в концентрации 10,0%. Отбор проб для анализа проводили через 7, 30, 90, 180, 270 дней инкубации. Температуру образцов поддерживали 20-24 °С, влажность 60% от полной влагоёмкости. В ходе эксперимента почву периодически рыхлили.

Выделение нефтепродуктов из почвы проводили по общепринятым методам [18]. При экстракции нативного органического вещества, в том числе и углеводов, из незагрязнённой почвы использовалась горячая экстракция в аппарате Сокслета. Растворитель – четыреххлористый углерод.

Для отделения от полярных, смолистых и асфальтовых веществ экстракт пропускали через колонку, заполненную оксидом алюминия [19]. Прошедший через колонку экстракт подвергали дальнейшему анализу.

Определение общего содержания органических соединений и группового состава n-алканов (n-УВ) проводили газохроматографическим методом на газожидкостном хроматографе «Хроматэк Кристалл-5000» с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке.

Идентификацию углеводов нормального строения проводили по реперным соединениям, в качестве которых использовали ундекан, додекан, тридекан, тетрадекан и гексадекан. В тех же условиях по хроматограмме дизельного топлива идентифицировали n-алканы с числом углеродных атомов от октана до гексатриконтана ($C_8 - C_{36}$). Остальные классы органических соединений нефти не рассматривались.

В таблице представлены значения индекса CPI и соотношения L/H нефтезагрязнённых вариантов за период исследования. Для сравнения приведены аналогичные показатели для контрольной, незагрязнённой почвы.

Таблица

Изменение аналитических показателей при длительной инкубации нефтезагрязнённой серой лесной почвы.

Дни	7	30	90	180	270
CPI					
10%	1,09	1,06	1,02	1,10	1,04
контроль	3,71				
L/H					
10%	1,97	1,85	1,78	1,60	1,15
контроль	0,17				

Анализ полученного материала показал, что контрольный образец характеризуется заметным преобладанием нечетных высокомолекулярных гомологов n-алканов над четными. Доля индивидуальных низкомолекулярных гомологов мала. Так индекс CPI более, чем в 20 раз превышает

значение соотношения L/H – 3,71 против 0,17 соответственно. Таким образом, преобладание высокомолекулярных n-алканов с нечетным числом атомов углерода в молекулах указывает на то, что основным источником поступления этих соединений в почву являются высшие сосудистые растения.

Состав n-алканов загрязненной почвы характеризуется относительно одинаковыми значениями рассматриваемых аналитических показателей. Однако следует отметить незначительное возрастание показателя L/H над индексом CPI. В целом можно отметить, что для нефтезагрязненных почв характерно преобладание низкомолекулярных n-алканов и увеличение доли четных высокомолекулярных гомологов.

В процессе эксперимента установлено, что при естественном восстановлении загрязненной почвы снижение доли нормальных углеводородов происходит за счет уменьшения низкомолекулярных гомологов. Так, к концу опыта, значение L/H уменьшилось приблизительно в 2 раза. Показатель индекса CPI оставался практически неизменным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F. J. Stevenson Lipids in Soil. // *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **43**, 203-206 (1966).
2. F. Marseille, J.R. Disnar, B. Guillet, Y.Noack n-Alkanes and free fatty acids in humus and A1 horizon of soils under beech, spruce and grass in the Massif-Central (Mont-Loze Are), France // *European Journal of Soil Science*, **50**, 433-441 (1999).
3. Y. Wang, X. Fang, Y. Bai, X. Xi, X. Zhang, Y. Wang Distribution of lipids in modern soils from various regions with continuous climate (moisture-heat) change in China and their climate significance. // *Sci. China Ser. D-Earth Sci.*, **50**, 4, 600-612 (2007).
4. Z. G. Rao, Z. Y. Zhu, S. Wang, G. D. Jia, M. Qiang, Y. Wu CPI values of terrestrial higher plant-derived long-chain n-alkanes: a potential paleoclimatic proxy // *Front. Earth Sci. China*, **3**, 3, 266-272 (2009).
5. Z. G. Rao, Z. Y. Zhu, G. D. Jia, X. Zhang, S.P. Wang Compound-specific hydrogen isotopes of long-chain n-alkanes extracted from topsoil under a grassland ecosystem in northern China. // *Sci. China Ser. D-Earth Sci.*, **54**, 12, 1902-1911 (2011).
6. G. L. Lei, H. C. Zhang, F. Q. Chang, Y. Pu, Y. Zhu, M. S. Yang, W. X. Zhang Biomarkers of modern plants and soils from Xinglong Mountain in the transitional area between the Tibetan and Loess Plateaus. // *Quaternary International*, **218**, 143-150 (2010).
7. S. Y. Xiang, F. M. Zeng, G. C. Wang, J. X. Yu Environmental Evolution of the South Margin of Qaidam Basin Reconstructed from the Holocene Loess Deposit // *Journal of Earth Science*, **24**, 2, 170-178 (2013).
8. А.А. Петров *Углеводороды нефти*, // Наука, Москва, 1984. 264 с.
9. H. Dinel, M. Schnitzer, G. R. Mehuys Soil Lipids: Origin, Nature, Content, Decomposition, and Effect on Soil Physical Properties. // *in Soil Biochemistry*. vol. 6. Marcel Dekker, N-Y, 1990. P. 397-429.
10. Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов, А.М. Мифтахова *Биологическая активность нефтезагрязненных почв*, Гилем, Уфа, 2001. 376с.
11. А.А. Вершинин, А.М. Петров, Ю.А. Игнатъев, Р.Р. Шагидуллин Дыхательная активность дерново-карбонатной почвы, загрязненной дизельным топливом // *Вестник Казанского технологического университета*, **14**, 7, 168-174 (2011).
12. А.А. Вершинин, А.М. Петров, Л.К. Каримуллин, Ю.А. Игнатъев Влияние нефтяного загрязнения на эколого-биологическое состояние различных типов почв // *Вестник Казанского технологического университета*, **15**, 8, 207-211 (2012).
13. А.А. Вершинин, А.М. Петров, Д.В. Акайкин, Ю.А. Игнатъев Оценка биологической активности дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава в условиях нефтяного загрязнения // *Почвоведение*, **2**, 250-256 (2014).
14. Ю.С. Глянцева. Состав, распространение, трансформация нефтезагрязнений в почвогрунтах и донных осадках на территории Якутии // Автореф. дисс. канд. хим. наук, Ин-т проблем нефти и газа СО РАН, Томск, 2008. 25 с.
15. И.Н. Зуева, Ю.С. Глянцева, О.Н. Чалая, С.Х. Лифшиц. Методы органической геохимии при мониторинге нефтезагрязнений и ремедиации почв // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, **12**, 1, 1130-1132 (2010).
16. Ю.А. Игнатъев, Э.Р. Зайнулгабидинов, А.М. Петров. Изменение углеводородного состава нефтезагрязненной дерново-подзолистой почвы в стандартизированных условиях инкубации // *Вестник Казанского технологического университета*, **17**, 15, 256-260 (2014).
17. Э.Р. Зайнулгабидинов, Ю.А. Игнатъев, А.М. Петров, Р.Э. Хабибуллин. Особенности распределения нормальных алканов в современных дерново-подзолистых почвах // *Вестник Казанского технологического университета*, **18**, 4, 271-274 (2015).
18. ПНД Ф 16.1.2.2.22-98. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии.
19. ПНД Ф 16.1.38-02. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии.
20. М.А. Дучко, Е.В. Гулая, О.В. Серебренникова, Е.Б. Стрельникова, Ю.И. Прейс. Распределение n-алканов, стероидов и тритерпеноидов в торфе и растениих болота Темное // *Известия Томского политехнического университета*, **323**, 1, 40-44 (2013).

УДК 543.31

Эколого-аналитический контроль тяжелых металлов в природных водах РТ

Л.К. Мустафина, м.н.с., И.И. Шакирова, м.н.с., Р.Ч. Юранец-Лужаева, н.с., О.Ю. Тарасов

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, labipen@yandex.ru.

Республика Татарстан, обладая развитой минерально-сырьевой базой, мощным промышленным потенциалом и крупномасштабным аграрным сектором, имеет значительные успехи в социально-экономическом развитии. Вместе с тем интенсивное индустриальное и аграрное освоение природных ресурсов республики повлекло за собой ухудшение состояния окружающей среды, усиление влияния на экологию негативных факторов и трансформацию природных комплексов.

Водные ресурсы являются важнейшей средообразующей составляющей жизни общества, определяющей его социальное, экологическое и экономическое благополучие. Качество вод в основных водных источниках остается неудовлетворительным, что актуализирует задачу внедрения передовых технологий водоочистки и водоподготовки, а также обеспечения резервного водоснабжения населения из защищенных подземных источников в периоды чрезвычайных ситуаций. Одним из негативных факторов изменения гидрохимического состояния поверхностных водных объектов является их прямое загрязнение сточными и ливневыми водами. Сброс недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты Республики Татарстан составляет около 75%, нормативно-чистых без очистки - около 20% и загрязненных без очистки - около 4%. С загрязненными сточными водами в поверхностные водоемы республики ежегодно поступает свыше 6 тыс. тонн взвешенных веществ. Наибольший вклад в загрязнение водных объектов вносят предприятия жилищно-коммунального хозяйства, химической и нефтеперерабатывающей промышленности [1].

Среди загрязнителей водных ресурсов, представляющих наибольший интерес для различных служб контроля ее качества, металлы относятся к числу важнейших. В значительной мере это связано с биологической активностью многих из них. На организм человека и животных физиологическое действие металлов различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде, а также его концентрации. Многие тяжелые металлы проявляют выраженные комплексообразующие свойства. Так, в водных средах ионы этих металлов гидратированы и способны образовывать различные гидроксокомплексы, состав которых зависит от кислотности раствора. Если в растворе присутствуют какие-

либо анионы или молекулы органических соединений, то ионы этих металлов образуют разнообразные комплексы различного строения и устойчивости. В ряду тяжелых металлов одни крайне необходимы для жизнеобеспечения человека и других живых организмов и относятся к так называемым биогенным элементам. Другие вызывают противоположный эффект и, попадая в живой организм, приводят к его отравлению или гибели. Эти металлы относят к классу ксенобиотиков. Специалистами по охране окружающей среды среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа. В нее входит кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк и хром как наиболее опасные для здоровья человека и животных. Из них ртуть, свинец и кадмий наиболее токсичны [2].

Необходимо отметить, что в последние десятилетия заметно изменился химический состав не только поверхностных, но и подземных вод. Основные причины этого процесса в загрязнении наземных водоемов и закачке в глубокие водоносные горизонты высокотоксичных отходов производства. Усиленный отбор подземных вод для бытовых и промышленных нужд в крупных городах способствует инфильтрации загрязненных вод из поверхностных водоемов и загрязнению водоносных горизонтов. При этом степень загрязнения подземных вод тяжелыми металлами определяется составом миграционных форм и интенсивностью физико-химических процессов - фильтрация, растворение, рассеивание, адсорбция. Высокие концентрации тяжелых металлов в водные системы поступают с промышленными и другими сточными водами, что нередко приводит к резкому нарушению экологической обстановки. Потенциальную экологическую опасность представляют промышленные и другие отходы, обогащенные металлами. Сильно обогащены тяжелыми металлами подземные воды, залегающие под газонефтяными залежами. Поэтому во многих районах нефтедобычи наблюдается загрязнение металлами вышележащих водоносных горизонтов, почв и приземной атмосферы вследствие поступления глубинных вод по околотрубным пространствам скважин и другим участкам техногенного нарушения экранов над месторождениями нефти и газа [3].

В РФ для контроля качества поверхностных вод функционируют различные гидрохимические службы наблюдений государственного и ведомственного подчинения. Система эколого-

аналитического мониторинга загрязнений является частью существующей службы наблюдений и контроля за состоянием природной среды и должна включать в себя: научно-техническое обеспечение системы наблюдений и прогнозов; наблюдение за известными источниками поступления загрязняющих веществ в природную среду и уровнем ее загрязнения; выявление источников и факторов загрязнения, а также степени их воздействия; оценку фактического загрязнения природной среды; прогноз загрязнения природной среды и пути улучшения ситуации. Гидрохимические службы наблюдений осуществляют мониторинг состояния и загрязнения водных экосистем под влиянием, как естественных факторов, так и антропогенных воздействий. Поскольку такая экосистема включает в себя как саму среду, так и другие компоненты, сведения о распределении тяжелых металлов между отдельными компонентами экосистемы имеют особое значение. Надежные данные в этом случае могут быть получены при использовании современных методов аналитической химии, позволяющих определить содержание тяжелых металлов на уровне фоновых концентраций.

Содержание тяжелых металлов в водных средах может определяться рядом методов химического и физико-химического анализа – весовым, спектральными, электрохимическими и др. В зависимости от количества анализируемого вещества содержание тяжелых металлов может определяться методами макро-, полумикроанализами. В настоящее время существуют две основные группы аналитических методов для определения тяжелых металлов: электрохимические и спектральные. Среди спектрометрических методов определения тяжелых металлов первое место занимает атомно-абсорбционная спектрометрия с пламенной и электротермической атомизацией образцов. Основными способами определения нескольких элементов одновременно являются атомная эмиссионная спектрометрия с индукционно связанной плазмой. К преимуществам спектральных методов относится их высокая чувствительность и, как следствие, небольшие количества пробы, необходимые для анализа содержания тяжелых металлов в пробе. Вместе с тем, для осуществления ряда из них пробу необходимо перевести в раствор, что обуславливает довольно высокую трудоемкость таких анализов. Из числа спектральных методов определения содержания тяжелых металлов наиболее привлекательным представляется один из вариантов рентгеноспектрального анализа – рентгенофлуоресцентный анализ. Этот метод универсален и позволяет определять содержание тяжелых

металлов в широком диапазоне атомных номеров элементов [3].

Большинство аналитических лабораторий выполняют анализ природных вод только с определением растворимых форм металлов низкочувствительными (фотометрия, пламенная ААС) методами. По многочисленным литературным данным и результатам наших исследований можно утверждать, что значимые концентрации растворимых форм металлов (на уровне ПДК_{рх}) наблюдаются только для таких металлов как железо, марганец, медь и цинк. Остальные металлы (никель, кобальт, кадмий, свинец, хром) содержатся в концентрациях ниже минимально определяемых, что, по видимому, связано с перераспределением их форм существования и процессами осаждения малорастворимых соединений. Поскольку с момента отбора проб воды до момента появления результатов контроля проходит от нескольких часов до нескольких суток и получаемые данные морально устаревают, это исключает возможность принятия своевременных управленческих решений, снижающих или предупреждающих негативный эффект, тем более при аварийных ситуациях.

Пространственное распределение тяжелых металлов индивидуально для каждого водоема и зависит от характера водосбора, гидрологического и гидрохимических режимов [4]. Как известно, при поступлении тяжелых металлов в водный объект, например, со сточными водами, происходит перераспределение их форм существования за счет реакций гидролиза, окисления-восстановления, комплексообразования с участием органического вещества поверхностных вод (гуминовые, фульвокислоты и др.), процессов осаждения малорастворимых соединений, сорбции на взвешенных веществах [5]. Миграция металлов в растворенной форме по компонентам водных экосистем может происходить в виде гидратированных катионов. В зависимости от формы нахождения концентрация металлов в растворе при варьировании pH среды может изменяться по-разному. В нейтральных водах преобладают в основном простые катионные формы миграции, которые с ростом значений pH сменяются гидрокарбонатными, карбонатными и гидроксокомплексами [6, 7], что приводит к снижению наблюдаемых концентраций растворимых форм металла.

По мнению многих исследователей [6, 7] увеличение содержания растворенных форм металлов по мере повышения солёности обусловлено образованием прочных комплексных соединений с минеральной составляющей вод, что приводит к удерживанию металлов в водной толще и активации процессов десорбции их подвижных форм с

поверхности частиц взвешенных форм и донных отложений. Удерживанию тяжелых металлов в водной толще способствует также ослабление их сорбционного обмена со щелочноземельными металлами в составе взвешенных веществ [8, 9]. При этом отмечается, что увеличение в составе растворенных форм металлов доли ионных и неорганических форм связано с активацией процессов диссоциации органических комплексов металлов, которые обычно преобладают в составе растворенных форм в слабоминерализованных водах [10].

Объективная оценка и прогнозирование экологического состояния водных объектов, а также меры по снижению химической нагрузки и минимизации последствий аварийных ситуаций должны базироваться на оперативной и достоверной эколого-аналитической информации. Программы наблюдений должны быть скорректированы с учетом гидролитических свойств ионов тяжелых металлов в части использования более чувствительных методов и методик анализа, либо перераспределения усилий и затрат на мониторинг именно тех металлов, существование которых в поверхностных водах подтверждается их физико-химическими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К. Основы и менедж-

мент промышленной экологии. Казань: Магариф, 1998. 380 с.

2. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соросовский образовательный журнал, 1998, № 5, С. 23–29.

3. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. М.: Химия, 1996. 319 с.

4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1953. 297 с.

5. Филенко О.Ф., Михеева И.В. Основы водной токсикологии. М.: Колос, 2007. 144 с.

6. Линник Р.П., Линник П.Н., Запорожец О.А. Методы исследования сосуществующих форм металлов в природных водах // Методы и объекты химического анализа, 2006, Т.1, №1, С. 4–26.

7. Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 270 с.

8. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1992. С. 92-134.

9. Аникиев В.В., Горячев Н.А., Лапин И.А. Поведение тяжелых металлов при смешении речных и морских вод. Влияние гуминовых и фульвовых кислот на миграцию Fe, Mn, Cd и Pb в эстуарии р. Раздольная – Амурский залив // Геохимия. 1991. №7. С. 1642-1651.

10. Лапин И.А., Красюков В.Н. Влияние гуминовых кислот на поведение тяжелых металлов в эстуариях // Океанология. 1986. Т. 26, вып. 4. С. 621-627.

УДК 504.3.06

Влияние рекультивационных мероприятий первого уровня на содержание нефтяных углеводородов в почве

Ю.А. Игнатьев, А.М. Петров, О.Ю. Тарасов

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, chromjura@mail.ru

Одной из важнейших экологических проблем настоящего времени является загрязнение почв и других объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Помимо изменения физико-химических и микробиологических свойств сама нефть и продукты её разложения оказывают токсическое воздействие на растительные и животные организмы, которые поддерживают плодородие. Такие почвы надолго выводятся из народнохозяйственного оборота. В настоящее время предложены различные методы ускорения рекультивации почв [1-3], однако они требуют вложения больших средств и не всегда приводят к удовлетворительным результатам, а в ряде случаев оказывают большее отрицательное воздействие на окружающую среду, чем собственно нефтяное загрязнение.

Учитывая то, что исходное содержание поллютантов в почве не всегда бывает экстремально вы-

соким, представляет интерес исследования изменений содержания углеводородов в первые дни после загрязнения почвы при среднем уровне содержания нефтепродуктов [4] и проведении минимальных рекультивационных мероприятий первого уровня. Состав работ первого уровня рекультивации направлен на активизацию почвенных микроорганизмов по биологической деструкции углеводородов, что может быть достигнуто следующими операциями: рыхление и увлажнение почвы, внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой, создание мульчированной поверхности из высокопитательных смесей, посев нефтетолерантных растений и др.

Целью настоящей работы явилось изучение изменения состава углеводородов и содержания нефтепродуктов в почве после ее загрязнения нефтью

в ходе проведения минимальных рекультивационных мероприятий (рыхление и увлажнение).

Для модельного лабораторного эксперимента была использована дерново-подзолистая почва лёгкосуглинистого состава, в которую предварительно внесли нефть парафинистого, смолистого типа Ямашинского месторождения РТ таким образом, чтобы начальное содержание нефтепродуктов в ней составляло 2,4 г/кг.

Влажность почвы в течение эксперимента поддерживали на уровне 60% от полной влагоёмкости, температура окружающей среды 21-24°C. Отбор проб проводили на первые и пятнадцатые сутки инкубации. Выделение и анализ нефтепродуктов осуществляли в соответствии со стандартными методиками [5, 6]. Нефтепродукты из почвы экстрагировали четырёххлористым углеродом и пропускали через колонку с оксидом алюминия. Полученный раствор анализировали на газо-жидкостном хроматографе «Хроматэк Кристалл-5000» с пламенно-ионизационным детектором, на капилляр-

ной колонке (длина 30 м, внутренний диаметр 0,255 мм) на неподвижной жидкой фазе DB-1 [7]. Параллельно определяли содержание нефтепродуктов в почве методом ИК-спектроскопии [5].

Общее содержание органических веществ, а также состав нефтяных фракций в элюате определяли по сумме площадей всех пиков. Идентификацию углеводородов нормального строения (н-УВ) проводили по реперным соединениям, в качестве которых использовали ундекан, додекан, тридекан, тетрадекан и гексадекан [6, 8]. Расчет хроматограмм осуществляли при помощи программы «Хроматэк Аналитик 2,6». В качестве отклика для расчётов использовали площади пиков.

Проведённый газохроматографический анализ экстракта показал, что при начальном содержании нефтепродуктов в почве 2,4 г/кг на хроматограмме отмечаются единичные пики н-алканов и органических соединений других классов (Рис. 1А), которые не обнаруживаются уже на 15 сутки инкубации (Рис. 1Б).

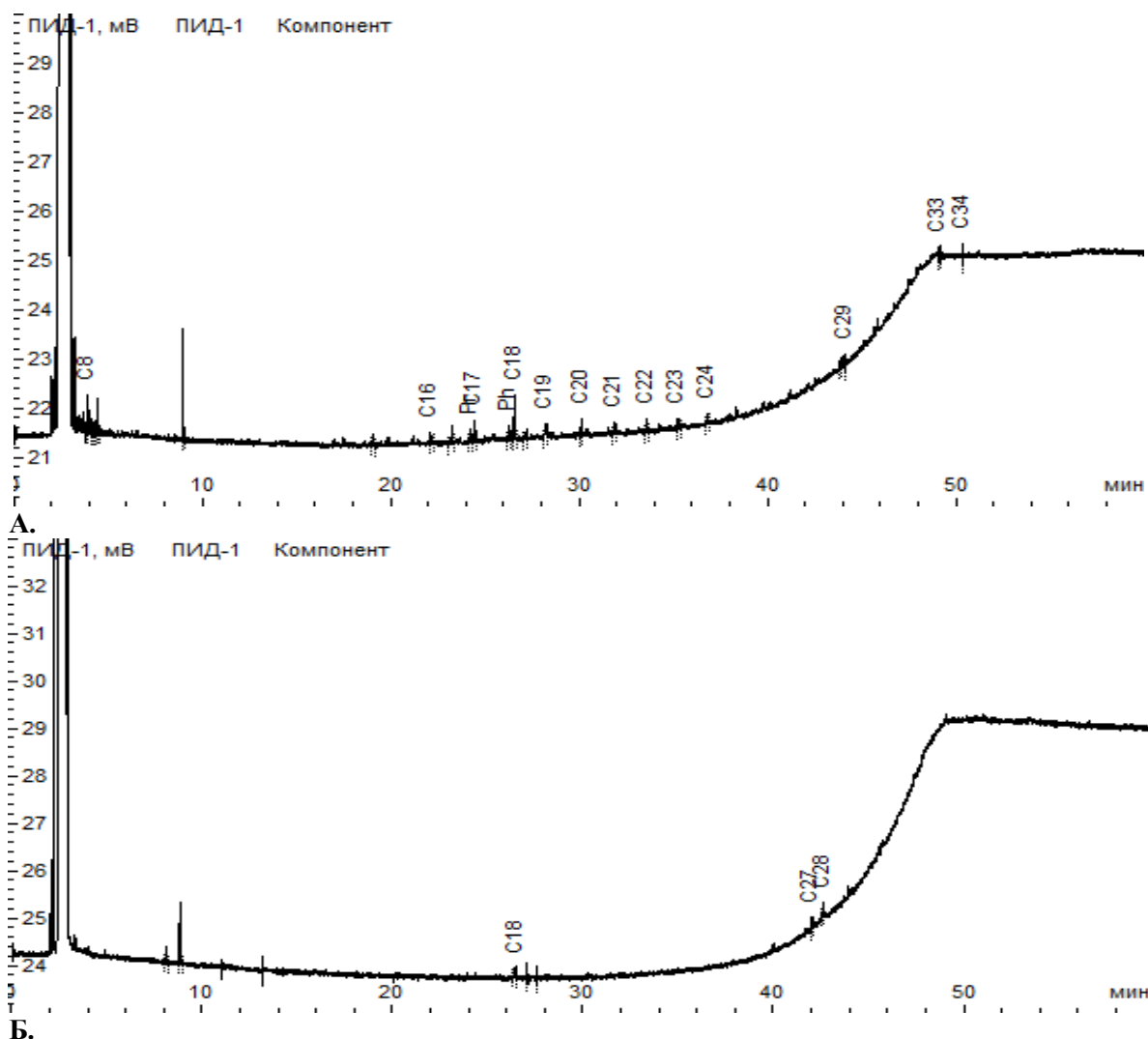


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов из загрязненной почвы в первые (А) и на 15 сутки (Б) эксперимента.

В условиях периодического рыхления и увлажнения суммарное содержание нефтепродуктов в почве после пятнадцатисуточного инкубирования снизилось почти на 38% и составило 1,5 г/кг, что соответствует региональному нормативу ПДК [9].

Проведенные исследования показали, что при среднем уровне загрязнения почвы нефтепродуктами для достижения нормативов ПДК в короткие сроки достаточно проведение рекультивационных мероприятий первого уровня, которые обеспечивают снижение содержания поллютанта до значений допускающих их использование по прямому хозяйственному назначению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник. Технологии восстановления почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами. - М.: Изд-во РЭФИА, НИА-Природа. - 2001. - 185 с.

2. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. /Под Ред. Д.С.Орлова и В.Д.Васильевской. - М.: Изд-во МГУ. 1994 г. - 272 с.

3. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение 9, 1132-1140 (2003).

4. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, утвержденный приказами Минприроды РФ от 18.11.1993 г. № 04-25 и Комитета Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству от 10.11.1993 г. № 61-5678.

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

6. ПНД Ф 16.1.38-02. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии.

7. Игнатъев Ю.А., Зайнулгабитдинов Э.Р., Петров А.М.. Изменение углеводородного состава нефтезагрязнённой дерново-подзолистой почвы в стандартизованных условиях инкубации. /Вестник Казанского технологического университета. - Т.17. - №15. - 2014. - с. 256-260.

УДК 504.06

Совершенствование государственного регулирования платежей за негативное воздействие на окружающую среду

Н.Х. Газеев, д.э.н., профессор, академик РЭА и МАНЭБ,

Общество изобретателей и рационализаторов Республики Татарстан, г.Казань, Gazeev_km@mail.ru

Внедрение нового организационно-экономического механизма природопользования и природоохранной деятельности в Российской Федерации (РФ), адекватного новым отношениям собственности в рыночной экономике требует совершенствования механизмов платности пользования природной средой и природными ресурсами, платы за загрязнение окружающей среды с целью обеспечения максимально полного охвата экономическим регулированием всех природопользователей, деятельность которых оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Общим условием действенности финансово-экономического механизма природопользования является переход от символических платежей за использование природных ресурсов, нарушение и загрязнение окружающей среды к полной материальной ответственности природопользователей в размерах, сопоставимых с размерами их доходов, на основе достоверной информации о масштабах природопользования, нарушения и загрязнения окружающей среды [1].

Учитывая преимущественно региональный характер проблем природопользования и экологии, их локализацию на определенных территориях, первостепенное значение имеют:

- разработка территориальных аспектов экономического регулирования природопользования и природоохранной деятельности;

- разработка принципов дифференциации экономического механизма платы за негативное воздействие на окружающую среду (ПНВОС) по субъектам природопользования [1,2].

Согласно действующих в РФ нормативно-правовых документов размер ПНВОС может корректироваться региональными органами государственной исполнительной власти (республики, края, области, округа) в зависимости от создавшейся экологической ситуации в субъекте Федерации и имеющихся экономических возможностей конкретных природопользователей [1-5].

В 2014 г. в РФ был принят ряд федеральных законов, которые вносят в природоохранное законодательство изменения, прямо или косвенно затрагивающие отношения в области охраны окружающей среды. Часть из них вступила в силу в 2015 году. Наиболее радикально изменяют существующие подходы к государственному регулированию в области охраны окружающей среды нормы Федерального закона от 21.07.2014 г. № 219-ФЗ в Федеральный закон от 10.01.2002г. № 7-ФЗ, с учетом его поэтапного вступления в силу в 2015-2020 гг. и

особенно предложений по экономическому стимулированию природопользователей путем снижения размеров ПНВОС на сумму средств, вложенных в выполнение природоохранных мероприятий.

Принципиально новой является ст. 4.2 «Категории объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» ФЗ № 7, в соответствии с которой объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, должны быть с 01.01.2015 г. отнесены к одной из четырех категорий в зависимости от уровня воздействия:

- объекты, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ), - I категории;
- объекты, оказывающие умеренное воздействие на окружающую среду, - II категории;
- объекты, оказывающие незначительное воздействие на окружающую среду, - III категории;
- объекты, оказывающие минимальное воздействие на окружающую среду, - IV категории.

Присвоение объекту одной из четырех категорий осуществляется на основании критериев, устанавливаемых Правительством РФ (указанным полномочием Правительство РФ наделено с 1 января 2015 г.).

Присвоение объекту одной из четырех категорий осуществляется при постановке объекта на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Распределение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, на категории в соответствии с нормами ФЗ № 219 должно затронуть в 2019-2020 гг. основы всего государственного управления в области охраны окружающей среды (нормирование и разрешительный характер воздействий на окружающую среду, ПНВОС, производственный контроль и государственный экологический надзор).

Следует отметить, что с 01.01.2015г. в соответствии с ФЗ № 219 ст. 14 ФЗ № 7 утратила силу. В то же время с 01.01.2015г. вступила в силу новая редакция ст. 17 ФЗ № 7, посвященная государственной поддержке хозяйственной и (или) иной деятельности, осуществляемой в целях охраны окружающей среды.

Согласно п. 3 ст. 16 ФЗ № 7 Порядок исчисления и взимания ПНВОС устанавливается Правительством РФ.

Постановлением Правительства РФ от 19.11.2014 г. № 1219 «О коэффициентах к нормативам платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в

том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления», вступившем в силу с 01.01.2015 г., установлено, что к нормативам платы, утвержденным в 2003 г. Постановлением Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления», применяются коэффициенты: 2,45 – в 2015 г., 2,56 – в 2016 г. и 2,67 – в 2017 г.

К нормативам платы, установленным в 2005 г. Постановлением Правительства РФ от 01.07.2005 г. № 410 «О внесении изменений в приложение № 1 к Постановлению Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344» в отношении ряда позиций применяются коэффициенты: в 2015 г. – 1,98, в 2016 г. – 2,07, в 2017 г. – 2,16.

Принципиальное значение имеет изменение, внесенное ФЗ № 219 в ст. 28 Федерального закона от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», в соответствии с которым с 01.01.2015 г. плата взимается за выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух только стационарными источниками.

В соответствии с ФЗ № 219 с 01.01.2016 г. ст. 14 ФЗ № 7 будет изложена в новой редакции, согласно п. 4 которой особенности взимания платы за сбросы загрязняющих веществ с организаций, осуществляющих водоотведение, и их абонентов будут устанавливаться законодательством РФ в сфере водоснабжения и водоотведения.

Кроме того, изменения, вступающие в силу 1 января 2016 г., включают следующие:

- юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность на объектах IV категории, освобождены от обязанности вносить ПНВОС;
- конкретизирован субъект платы за размещение отходов.

В соответствии с изменениями плату за размещение отходов обязано вносить лицо, при осуществлении которым хозяйственной и (или) иной деятельности образовались отходы производства и потребления (при условии их дальнейшего размещения);

- изменен отчетный период, за который исчисляется и вносится ПНВОС. С 1 января 2016 г. ПНВОС исчисляется и вносится за год до 1 марта года, следующего за отчетным периодом. Т.е. впервые ПНВОС в соответствии с новым порядком должна быть внесена до 1 марта 2017 года. При

этом в течение 2016г. хозяйствующие субъекты не должны ежеквартально вносить ПНВОС;

- в период с 1 января 2016г. по 31 декабря 2019г., с точки зрения особенностей применения повышающих коэффициентов, применяется порядок исчисления ПНВОС, аналогичный действующему порядку.

При этом Правительством РФ в период с 1 января 2015г. по 1 марта 2017г. должны быть установлены ставки ПНВОС и дополнительные коэффициенты, применяемые при исчислении платы.

Согласно п. 9 ст. 16 ФЗ № 7, которая согласно ФЗ № 219 вступит в силу 1 января 2016 года, при исчислении ПНВОС лица, обязанные вносить плату, вправе осуществлять самостоятельно в установленном Правительством РФ порядке корректировку ее размера, за исключением случаев, предусмотренных данным Федеральным законом. Из суммы ПНВОС с 01.01.2016г. будут вычитаться затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной ПНВОС.

Важные изменения, вступающие в силу 1 января 2020 года, среди которых отметим следующие:

1) положения о применении коэффициентов, в том числе повышающих, при исчислении ПНВОС.

При этом повышающие коэффициенты применяются в следующих случаях:

- к объему или массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов – коэффициент **25**;

- к объему или массе отходов производства и потребления, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение либо указанных в декларации о воздействии на окружающую среду, а также в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами – коэффициент **25**;

- к объему и массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные для объектов I категории такие объем или массу, а также превышающих указанные в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории такие объем или массу – коэффициент **100**;

2) в качестве дополнительного основания для применения коэффициента **100** предусмотрено обеспечение снижения объема или массы выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих ве-

ществ в течение шести месяцев после наступления сроков, определенных планом мероприятий по охране окружающей среды или программой повышения экологической эффективности.

При этом указанный повышающий коэффициент применяется к объему или массе выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающим нормативы допустимых выбросов, нормативы допустимых сбросов или технологические нормативы;

3) вступает в силу запрет на ввод объекта капитального строительства, который относится к областям применения наилучших доступных технологий, в эксплуатацию в случае, если на указанном объекте применяются технологические процессы с технологическими показателями, превышающими технологические показатели наилучших доступных технологий.

Подводя итоги, можно отметить, что за последние годы государством был предпринят целый ряд мер, которые могут быть использованы для совершенствования государственного регулирования ПНВОС, с учетом поэтапного вступления их в силу в 2015-2020 гг. Задача заключается в том, чтобы превратить хорошо работающие в теории механизмы в реальные инструменты экономического стимулирования природопользователей путем снижения размеров ПНВОС на сумму средств, вложенных в выполнение природоохранных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевчук А.В. Экономика природопользования (теория и практика). - М.: НИИ-Природа, 1999. - 308 с.
2. Петров Б.Г., Колесник А.А., Газеев Н.Х. и др. Формирование экономического механизма природопользования в Республике Татарстан. - М.: «Мир», «Экопресс-ЗМ», 1997. - 256 с.
3. Газеев Н.Х. О методах корректировок ставок платежей за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды. Вестник Казанского технологического университета: Т. 17. № 17; 2014. - С. 248-251.
4. Газеев Н.Х. Актуальные проблемы администрирования платежей за негативное воздействие на окружающую среду в Республике Татарстан. В ж.: «Энергетика Татарстана» № 2 (34), 2014. - С. 79-83.
5. Газеев Н.Х. Программно-целевой метод как инструмент повышения эффективности природоохранной деятельности и расходования бюджетных средств на эти цели. В сб. трудов XIII-ой Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики RSEE-2015 / РОЭЭ-2015 «Теория и практика экономического регулирования природопользования и охраны окружающей среды. - М.: 2015. - С. 79-85.

УДК 504:34

Оценка внешней цены производства электроэнергии на газомазутной ТЭС**А.М. Грибков**, профессор, к.т.н., доцент

Казанский государственный энергетический университет, г.Казань, Gribkovalmi@mail.ru

В настоящее время для каждой ТЭС лимитируются только те вредные вещества, у которых вклад в загрязнение приземного слоя воздуха может превысить 5 % от предельно допустимых концентраций (ПДК).

Как показали многочисленные замеры, при нормальном режиме сжигания топлива, в том числе и при нестехиометрическом, концентрация окислов углерода в продуктах сгорания мала и находится, как правило, в пределах от 0 до 50 ppm. Концентрация бензапирена (БП) находится на уровне 80 нг/м³ [1]. Поэтому на газомазутных ТЭС лимитируются только выбросы окислов азота и окислов серы.

Лимитирование, т.е. установление предельно допустимого выброса (ПДВ) или временно разрешенного выброса (ВРВ) проводится самой станцией или компетентной организацией по ее заказу по нормативным методикам с согласованием результатов с органами Минприроды и Росприроднадзора.

В результате лимитирования для ТЭС устанавливаются (ПДВ), которые не должны приводить к превышению ПДК с учетом суммации действия вредных выбросов и фоновых концентраций этих веществ.

Для веществ, обладающих свойством суммации вредного действия, справедливо уравнение

$$\frac{c_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (1)$$

Здесь c_1, c_2, c_i – концентрации вредного вещества 1, 2, i на уровне дыхания; ПДК₁, ПДК₂, ПДК _{i} – разовые ПДК этих веществ (20-минутное осреднение).

Для того, чтобы не пересчитывать в относительные величины концентрации отдельных веществ, обычно с учетом суммации рассчитывается приведенный выброс одного вредного вещества, обладающего таким же влиянием на природу и человека как сумма всех выбросов. Обычно пересчет делается на окислы азота, т.к. они присутствуют в продуктах сгорания любого топлива в любых топливосжигающих установках. Если известны массовые выбросы, например окислов азота в пересчете на NO₂ – M_{NO_2} и окислов серы SO₂ – M_{SO_2} , то будем иметь

$$M_{\text{NO}_2}^{\text{пр}} = M_{\text{NO}_2} + M_{\text{SO}_2} \frac{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}}. \quad (2)$$

На газомазутных ТЭС кроме лимитируемых есть также нелимитируемые, но контролируемые с помощью нормативных расчетных методик, выбросы. Это выбросы окиси углерода, мазутной сажи в пересчете на пятиокись ванадия и выброс БП. Результаты расчетов должны подтверждать минимальный вклад этих выбросов в загрязнение воздуха.

Выбросы окислов азота и окислов серы плохо действуют на биосферу. Биосфера – это часть Земли, в которой находятся живые организмы. Ущерб от атмосферных загрязнений окружающей среде, экономике и людям проявляется в повышении заболеваемости, снижении урожайности сельскохозяйственных культур, уменьшении скорости роста деревьев, особенно хвойных, увеличении скорости коррозионных процессов у материалов и оборудования, находящегося на открытом воздухе, в преждевременном износе основных фондов и покрытий, влекущем дополнительные затраты на их ремонт, а также дополнительные затраты на очистку территорий, стирку одежды и т.д., в потерях от снижения рекреационного потенциала территорий и мест отдыха, других потерь, связанных с негативными материальными, социальными и экологическими процессами [2].

Если все эти потери включить в стоимость производства электроэнергии и тепла, то получится так называемая оценка «внешней цены» (ОВЦ), которая значительно, иногда в несколько раз, выше действующей цены на энергию даже для топливного цикла на газомазутном топливе.

«Внешняя цена» производства энергии учитывает также изменение климата под воздействием парниковых газов, к которым относится CO₂, и которого в уходящих газах котлов содержится от 15 до 18%. Расчеты показывают, что выбросы CO₂ должны приводить к повышению средней температуры на Земле и что это может быть опасно для некоторых стран. В действительности средняя температура на Земле падает и некоторые метеорологи считают, что на Земле приближается новый ледниковый период.

Объекты воздействия атмосферных выбросов ТЭС и соответствующие эффекты классифицируются следующим образом:

- здоровье населения:

заболевания органов дыхания и кровообращения, злокачественные новообразования;

преждевременная смертность, вызванная этими заболеваниями;

- климат:

возможный рост средней температуры на Земле с увеличением содержания CO_2 и других загрязнителей в атмосфере;

- природная среда и сельскохозяйственное производство:

болезни отдельных видов растений и животных;

снижение урожайности сельскохозяйственных культур;

- материалы зданий и сооружений:

ухудшение прочностных характеристик в результате коррозионных процессов, обусловленных выбросами ТЭС.

На размер ущерба большое влияние оказывают демографические данные – численность и распределение населения в непосредственной близости от ТЭС – до 50 км, и численность населения в радиусе 1000 км от источника загрязнения. Считается, что ущерб от выбросов ТЭС реализуется на расстояниях локально-регионального масштаба (до 1000 км).

При оценке ущерба здоровью человека учитываются:

- дни ограниченной активности при концентрации загрязнителя в атмосфере 1 мкг/м^3 в течение года;

- потерянные годы жизни при тех же условиях;
- число случаев хронического бронхита при тех же условиях.

Параметры воздействия на здоровье человека оцениваются по значению «функция экспозиции – ответ (ФЭО)». Ущерб (ФЭО) принято оценивать как в натуральном, так и в стоимостном выражении.

В [3] приведены следующие ФЭО (табл. 1). Данные приведены при концентрации загрязнителя в атмосфере 1 мкг/м^3 в течение года. При других концентрациях в первом приближении можно принимать пропорциональную зависимость эффекта от концентрации.

Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха может определяться двумя методами:

По упрощенной методике, в зависимости только от количества выбросов и независимо от условий выбросов (высота источника, состояние пограничного слоя атмосферы и т.д.)

По методике с учетом поля приземных концентраций выбросов.

По обеим методикам учитываются региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию.

Таблица 1

Значения функции «Экспозиция - Ответ»

Вид ущерба	Загрязнитель	ФЭО	
		Величина	Размерность
Ограниченная активность	Нитраты	$3,0 \cdot 10^{-2}$	Дней / (человеко-год) $\times \text{мкг/м}^3$
	Сульфаты	$5,0 \cdot 10^{-2}$	
Потерянные годы жизни	Нитраты	$2,6 \cdot 10^{-4}$	Лет / (человеко-год) $\times \text{мкг/м}^3$
	Сульфаты	$4,4 \cdot 10^{-4}$	
Хронический бронхит	Нитраты	$5,9 \cdot 10^{-5}$	Число случаев / (человеко-год) $\times \text{мкг/м}^3$
	Сульфаты	$9,8 \cdot 10^{-5}$	

Таблица 2

Экономические параметры оценки ущербов

Вид ущерба	Единица ущерба	Стоимость единицы ущерба, руб.
Сокращение продолжительности жизни	1 человеко-год	600 тыс.
Хронический бронхит	1 заболевание	1,5 млн
Дни ограниченной активности (болезни)	1 день	1 тыс.

По первой методике на основании укрупненных характеристик оценивается эффективность работы природоохранных органов [2]. По второй можно оценить результаты внедрения конкретного экологического мероприятия, внедренного станцией.

В [4] представлены экономические параметры оценки ущербов (табл. 2).

Так как ОВЦ сильно зависит от региональных особенностей при производстве энергии, то и

стоимость произведенной энергии должна в принципе быть разной в разных регионах. Реальная же цена электроэнергии и тепла устанавливается близкой к стоимости для регионов с минимальной ОВЦ.

Таким образом эффект от внедрения экологических мероприятий в районах с высокой ОВЦ оказывается заниженным, т.к. реальный ущерб, а соответственно его снижение для данного региона,

фактически не учитываются. Учитывается только уменьшение платежей за выбросы по установленным расценкам, которые также ориентированы на районы с минимальной ОВЦ. Это является основным препятствием при решении многих экологических проблем.

Отсюда же следует и другой вывод. России не следует слепо следовать за нормативами наилучших доступных технологий (НДТ), разработанных для стран ЕС. Эти нормативы могут давать экономический эффект только для высокой плотности населения и промышленного производства. Для условий России поддержание этих нормативов при значительно более низкой плотности населения и промышленности может принести убытки. Более целесообразным представляется использование этих средств для улучшения медицинского обслуживания и социальных условий жизни населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Росляков П.В., Закиров И.А. Исследование процессов конверсии окиси углерода и бенз(а)пирена вдоль газового тракта котельных установок. – Теплоэнергетика, 2005, №4, с. 44-50.
2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. / Гос. Комитет РФ по охране окружающей среды / Москва, 1999.
3. Риски воздействия атмосферных выбросов электростанций на здоровье населения / Куликов М.А., Гаврилов Е.И., Демин В.Ф. и др.// Теплоэнергетика №1, 2009, с 71-76.
4. Экономические параметры оценки риска для расчета ущерба, обусловленного воздействием на здоровье населения различных факторов вреда / И.Л. Абалкина, В.Ф. Демин, С.И. Иванов и др. // Проблемы анализа риска. 2005. Т.2, №2. С. 132-138.

УДК 504.064.47

Применение геосинтетических материалов на полигонах ТБО

Г.Ш. Шамсиева, аспирант, С.М. Найман, к.б.н, профессор

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им.А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, Tarazova@mail.ru

Защитные экраны полигонов ТБО, предназначенные для защиты почвы, подземных и поверхностных вод от загрязнения, рекомендуется выполнять из геосинтетических материалов [1].

К геосинтетическим материалам относят геоматы, геомембраны, геотекстилы, георешетки, геосетки и другие изделия. В зависимости от эксплуатационных характеристик, геосинтетические материалы классифицируют по выполняемым функциям: дренажирование, разделение, фильтрация. Гео-

синтетические материалы, при использовании на полигонах ТБО, могут выполнять функции дренажирования, то есть сбора и отвода фильтрата, и гидроизоляции, т.е. предотвращения попадания фильтрата в почву через основание полигона.

В зависимости от выполняемых геосинтетическим материалом функций проводится исследование определенного набора его физико-механических и химико-биологических характеристик (таблица).

Таблица

Номенклатура физико-механических и химико-биологических характеристик геосинтетических материалов в зависимости от выполняемых функций [2]

№ п/п	Характеристика	Функции		
		фильтрация	разделение	дренирование
1	Прочность при растяжении, кН/м	A	A	A
2	Удлинение при максимальной нагрузке, %	A	A	A
3	Прочность швов и соединений на разрыв, кН/м	S	S	S
4	Прочность при продавливании (метод CBR)	S	A	-
5	Прочность на пробой (метод падения конуса)	A	A	-
6	Устойчивость к расслоению	S	S	S
7	Ползучесть при растяжении	-	-	A
8	Повреждение при монтаже	A	A	A
9	Характерная ширина отверстия	A	A	-
10	Пропускание воды перпендикулярно поверхности	A	A	-
11	Водопроницаемость в плоскости поверхности	-	-	A
12	Устойчивость к ультрафиолетовому излучению, %	A	A	A
13	Устойчивость к агрессивным средам, %	S	S	S
14	Микробиологическая устойчивость	S	S	S

Примечание: A - испытания проводят при всех условиях применения; S - испытания проводят при особых случаях применения; «-» - испытания допускается не проводить.

В процессе эксплуатации полигона ТБО геосинтетические материалы подвергаются воздействию нагрузки по всей площади поверхности. В особенности это касается высоконагружаемых полигонов, т.е. полигонов ТБО, имеющих высоту или глубину более 20 м и нагрузку на используемую площадь более 10 т/м² или более 100 тыс.т/га. Необходимо учитывать постоянное уплотнение отходов бульдозерами или катками-уплотнителями, что создает дополнительную нагрузку. Несмотря на то, что при проектировании защитных экранов полигонов предусматривается дополнительный слой геотекстиля, защищающий геосинтетический гидроизоляционный слой, геосинтетический материал может подвергаться механическим повреждениям, а также двигаться относительно грунта при эксплуатации.



Рис. Характеристики геосинтетических материалов при особых случаях применения.

При сроке эксплуатации геосинтетических материалов до 25 лет или более в сильноокислых, сильнощелочных или загрязненных грунтах и температуре не более 25 °С или выше, геосинтетические материалы испытывают по показателям 12-14 Таблицы (устойчивость к ультрафиолетовому излучению, устойчивость к агрессивным средам, микробиологическая устойчивость). Процессы, происходящие в толще отходов на полигоне ТБО, сопровождаются повышением температуры. На анаэробной стадии в первые месяцы температура в теле свалки может достигать 60-80 °С. Одновременно возможно взаимодействие геосинтетических материалов с загрязненными фильтрационными водами. В связи с этим необходимо проводить испытания и по указанным показателям.

Обзор свалок твердых бытовых отходов десяти крупных городов Приволжского федерального округа с общей численностью населения почти 7 млн. человек (Уфа, Киров, Оренбург, Пенза, Пермь, Казань, Нижний Новгород, Самара, Набережные Челны, Чебоксары) показывает, что реальные сроки эксплуатации объектов захоронения

Слой геосинтетического материала может подвергаться воздействию фильтрационных вод, являющихся высокотоксичными соединениями.

Стандартом [2] устанавливаются требования к максимальной допустимой продолжительности пребывания геосинтетических материалов после укладки на открытом воздухе. В частности, при укладке геосинтетики с целью выполнения функции дренирования, максимальный срок пребывания материала на открытом воздухе составляет 1 месяц для материалов с остаточной прочностью более 80%, 2 недели – для материалов с остаточной прочностью от 60% до 80%, и 1 день для материалов с остаточной прочностью менее 60%. Остаточная прочность определяется после проведения испытания по ГОСТ 32804.

ТБО превышают 30 лет. На объектах накапливаются десятки миллионов кубических метров отходов, высота толщи полигона может превышать 30 метров. Испытания на прочность геосинтетических материалов проводятся максимум на 25 лет.

Учитывая специфику функционирования полигонов ТБО и негативное воздействие их на окружающую среду, необходимо проводить испытания геосинтетических материалов, предназначенных для использования в защитных экранах объектов захоронения отходов, на микробиологическую устойчивость, устойчивость к агрессивным средам, устойчивость к расслоению, прочность швов и соединений на разрыв, прочность при продавливании, водопроницаемость к плоскости поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по проектированию, строительству и рекультивации полигонов ТБО. М.: ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова. 2009 г. - 28 с.
2. ГОСТ 33068-2014 Материалы геосинтетические для дренажных систем. Общие технические требования. М: Стандартинформ, 2014 – 52 с.

УДК 504:34

Вопросы охраны окружающей среды в некоторых распространенных терминах**В.В. Кирсанов, профессор**ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»,
vvkirsanov2@gmail.com*Аннотация*

Представлена информация о наиболее распространенных терминах в области защиты окружающей среды, раскрыт смысл терминов с точки зрения автора о воздействии на окружающую природную среду и человека. В последнее время все чаще в средствах массовой информации и в научно-технической литературе, стали появляться определения и терминологии, мало имеющие отношение к реально осуществляемой деятельности в обозначаемой области деятельности по охране окружающей среды.

О «безотходной» или «экологически чистой технологии (продукции)»

В торговых брендах, в СМИ и, даже в публикациях, все чаще стало появляться определения (термины) «безотходная», «экологически чистая технология (продукция)».

Происходит массовая дезориентация населения, причины которой для товаропроизводителей, пытающихся с помощью рекламы извлечь максимум прибыли, вполне понятны. Для доказательства сомнительности вышеуказанных терминологий можно привести известное всем второе начало термодинамики, опровергающее возможность создания вечного двигателя 2-го рода (работающей без потерь системы, технологического процесса и т.д.) по причине того, что часть подводимой к двигателю (системе, процессу) теплоты, неизбежно рассеивается в окружающую среду (КПД всегда меньше 1). Потерянная теплота, преобразованная из механической, электрической, ядерной, химической, солнечной и ветровой энергии, изменяет естественный тепловой баланс окружающей среды, являясь по существу загрязняющим физико-химическим фактором [2].

Кроме того, для изготовления любого технического устройства, производящего «экологически чистый продукт», требуется металл, смазочные масла и другие материалы, на получение которых израсходованы природные ископаемые ресурсы, тепло-, электроэнергия, также полученная из изъятых из природы источников и нанесенная ей безвозвратных потерь. Известно, что именно при добыче сырья происходит наибольшая деградация природы, поэтому добывающие отрасли, стройиндустрия, теплоэнергетическая отрасль, как показали исследования ведущих специалистов мира, опережают по уровню деградации природы и величине отходов химическую отрасль в несколько раз.

Терминология, связанная с защитой окружающей среды, как и сама природа, должна быть взвешенной и деликатной, ибо необъективное трактование является не просто заблуждением, но и вредоносным, так как не позволяет комплексно решать экологические проблемы по всей технологической цепочке от добычи сырья до рециклинга всех видов технологических отходов. В принятой в 1990 г в странах ЕС «Стратегии обращения с отходами» изложены основные принципы системы управления отходами на перспективу, к которым относятся следующие: минимизация образования отходов; снижение опасности для окружающей среды отходов и их компонентов; совершенствование инженерных способов утилизации отходов.

Авторы не применили в данной «Стратегии» терминов «безотходная технология» или «экологически чистая продукция», заменив их терминами «минимизация», «снижение опасности», «совершенствование», прекрасно сознавая невозможность, даже в перспективе, достижения «безотходности», «экологической чистоты».

О сжигании отходов

При термической деструкции бытовых и производственных отходов всегда возникает более сложно решаемая (по сравнению с самим процессом сжигания) в технологическом и техническом (аппаратурном оформлении) проблема утилизации вторично образуемых следующих отходов:

- сточные воды, образуются: при очистке газов; при выгрузке шлака из шлаковой ванны после шлаковывалкивателя (влажность составляет 20-22%); при воздействии атмосферных осадков на открытые приемники отходов, золо- и шлакоотвалы. Сточные воды содержат тяжелые металлы, высокотоксичные, канцерогенные и мутагенные соединения;

- твердые отходы в виде шлака и летучей золы (количество зависит от исходного состава, схемы очистки отходящих газов, оборудования и режима сжигания; количество летучей золы достигает 3,6% объема отходов), в состав которых входят тяжелые металлы и их оксиды, диоксины и фураны. Исследованиями установлено: 78% кадмия, 43% свинца, 38% цинка, поступивших с отходами на сжигание, адсорбируется на частицах золы; содержание диоксинов в летучей золе достигает 10–20 мкг/кг;

- газообразные выбросы, в состав которых входят диоксины и фураны, обладающие высокой токсичностью, стойкостью и способностью накапли-

ваться в организме человека. Диоксиноподобные соединения еще недостаточно изучены и число их возможных изомеров превышает одну тысячу. ПДК в атмосферном воздухе в РФ составляет $0,5 \cdot 10^{-12}$ мкг/м³, в США – $0,02 \cdot 10^{-12}$ мкг/м³. В РФ только 6 лабораторий имеют сертификаты, соответствующие международному стандарту на проведение анализов по диоксинам и фуранам (стоимость одного анализа составляет около 1000 долларов США и время его проведения не менее 10 час, что исключает мониторинг выбросов после сжигания даже для крупных столичных мусоросжигательных заводов). Диоксины, фураны образуются при сжигании галогеносодержащих соединений, которые всегда в той или иной концентрации присутствуют как в коммунальных, так и в промышленных твердых отходах, например, в бумаге (для отбеливания применяется хлор), в упаковке (пленка, бутылки, контейнеры), в бытовой технике, специальных охлаждающих жидкостях и т.д. (Немецкие специалисты называют мусоросжигательные установки «помойками на небе»). В США действуют требования к эксплуатации МСЗ: температура в печи 1200 °С; время пребывания в печи – 2 с; избыточное содержание кислорода – 3%; высокая турбулентность (число Рейнольдса $Re > 50000$); деструкция диоксинов и фуранов – 99,9999%. Но в промышленных установках выполнение данных параметров практически невозможно по разным технологическим причинам, одной из которых является обратно пропорциональная зависимость между временем пребывания и турбулентностью. Кроме указанных параметров, для предотвращения выделения диоксинов и фуранов, должна быть безукоризненно обеспечена предварительная сортировка отходов и непрерывная их подача в печь. В РФ на всех существующих мусоросжигательных заводах необходимые условия предотвращения выброса диоксинов и фуранов не задаются проектом на стадии проектирования (не предусмотрены нормативными требованиями) и, соответственно – при эксплуатации. Даже на самом современном МСЗ №3 в Москве применяется технология деструкции диоксинов не в печи (т.к. температура сжигания не более 1000°С), а «у конца трубы», т.е. многоступенчатая очистка газовых выбросов абсорбцией активированным углем, известковым раствором, бикарбонатом натрия, аммиачной водой, на рукавных фильтрах [1].

Но главный и основной недостаток данной технологии в том, что диоксины, фураны не уничтожаются, а лишь перераспределяются между выбросами в атмосферный воздух, сбросами в воду и твердыми отходами – золой и шлаком, на поверхности которых, как на твердой матрице в присутст-

вии металлических катализаторов образуются диоксины и фураны. В индустриально развитых странах Запада интенсивно исследуются методы снижения образования диоксинов, фуранов не только при сжигании отходов, но и в сталелитейном, цементном производствах (на долю которых, например, в США приходится около 35% выбросов указанных супертоксикантов).

До разработки высокоэффективной технологии и аппаратов, позволяющих с безопасностью для биоты утилизировать твердые отходы, в настоящее время раздельный сбор и сортировка на всех стадиях образования является наиболее оптимальным способом решения вопроса.

Полигоны

Полигон – техническое сооружение, минимизирующее воздействие токсикантов на человека и природную среду, предназначенное для сбора, сортировки, размещения, хранения отходов производства и потребления, последующего сбора, утилизации, образующихся при хранении отходов, и деструкции загрязняющих веществ фильтрата, полигонного газа, остаточной смеси.

Полигон можно назвать «неподвижным реактором», в котором загрязняющие вещества (прежде всего – их органическая составляющая) в аэробных и анаэробных условиях в водной среде атмосферных осадков, биохимически изменяются и переходят в растворенную часть (фильтрат) и полигонный газ. Содержание высокотоксичных компонентов в фильтрате и полигонном газе, как показали данные исследований, превышают в десятки и сотни раз ПДК. Хотя понятно, что данные химического анализа по отдельным показателям являются всего лишь «маркерами» химического загрязнения, до сих пор в стране не решена проблема обоснованного выбора информативных экологических показателей для оценки влияния полигонов на окружающую среду. Полигоны должны обеспечивать охрану окружающей среды по следующим показателям вредности: органолептическому, общесанитарному, фитоаккумуляционному, миграционно-водному, миграционно-воздушному, санитарно-токсикологическому.

Из кратких приведенных требований к полигону видно, что полигонов, в полной мере отвечающих вышеуказанным требованиям, в стране практически нет, и под благозвучным названием «полигон» маскируется обычная санкционированная свалка. (В качестве примера можно привести свалки в районе Самосырово или в районе Бобьельского оврага с северо-восточной стороны ОАО «Казаньоргсинтез», куда свозятся из Казани отходы неизвестного класса опасности и сваливаются в овраг, дно которого не экранировано и имеет выход в р.

Казанку и далее – в Волгу). Но почему-то упорно продолжают обычные свалки называть полигонами?

Нанотехнологии

Нано – (от греч. nanos – карлик) приставка для образования наименований дольных единиц, по размеру равных одной миллиардной доле исходной единицы. $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$; (размер атома – 10^{-8} см или $0,1 \text{ нм}$). В последнее время приставка «нано» стала своего рода данью моде, стала употребляться часто и повсюду. Создаются всевозможные центры, институты и различные бюджетные организации по нанотехнологиям, средства пропаганды преподносят населению радужные перспективы процветания страны с помощью нанотехнологий, как единственной альтернативы. Исследования биологов и биохимиков Канады, Японии, США показали крайне высокую опасность взаимодействия наночастиц с живыми организмами, которое прежде всего влияет на продолжение рода. Опасность наночастиц усугубляется не только их поверхностной активностью, но и чрезвычайно высокой проникающей способностью частиц сквозь кожу или искусственные фильтрующие элементы, в том числе и плотную спецодежду, вызывая заболевания внутренних органов человека и животных.

Формально в РФ разработаны отдельные нормативно-технические документы для оценки уровня безопасности нанопродуктов и даже есть отдельные аккредитованные лаборатории и организации, уполномоченные следить за производством и распространением нанопродуктов. Но реальный механизм этого контроля не прописан, а поэтому пока что не действует.

Для аналогии можно привести пример с ядерной энергией. В 1911 г Резерфордом было открыто атомное ядро, в 1932 г. была предложена протонно-нейтронная модель ядра, научно доказавшая существование в атомном ядре принципиально нового типа связи с сильным взаимодействием. Разрушение ядра сопровождается высвобождением ядерной энергии, которая стала впоследствии использоваться в созидательных и разрушительных целях. Ядерный экстаз продолжался и был отрезвлен (но не остановлен!) только Хиросимой, Чернобылем, Фукусимой. Сегодня мы видим повальное увлечение нанотехнологиями и наноматериалами. Вокруг наночастиц формируется особая «экосреда», благодаря которой материалы становятся суперактивными. Суперактивность наночастиц (известна более 50 лет) может быть созидательной, т. е. создаются новые материалы с уникальными свойствами или разрушительной, что обуславливается высочайшей токсичностью наночастиц, осо-

бенно в соединениях с тяжелыми металлами и металлоидами.

Примеры канцерогенной токсичности наночастиц: ингаляция тонких волокон хризотилового асбеста (диаметр волокон на уровне размера наночастиц - около 26 нм), вызывает рак легких и плевры. Благодаря мельчайшим размерам волокна асбеста обладают высочайшей проникающей способностью и диффузией на большие расстояния. Например, волокна хризотилового асбеста найдены даже во льдах Гренландии. Патолого-анатомические исследования, проведенные в 50 городах США, установили, что практически у всех жителей в легких присутствуют волокна асбеста. Поэтому во многих странах введены жесткие предельно допустимые концентрации асбестовой пыли и запрещено производство некоторых видов асбестоцементных изделий. Другим примером токсичности частиц на уровне наноразмеров являются частицы диоксида титана при порошковом окрашивании, частицы оксидов кремния в металлургии и литейном производстве.

«Парниковый» эффект

Помимо солнечного излучения главным фактором, определяющим климат Земли, является давление земной атмосферы. Чем плотнее атмосфера (чем выше ее давление), тем теплее климат. Теплообмен в плотной атмосфере, прилегающей к земле (тропосфере, $H = 10 - 12 \text{ км}$), осуществляется в основном благодаря конвективному перемешиванию (конвекции) воздушных слоев (масс). Конвекцией тепло переносится из тропосферы к нижнему основанию («подошве») стратосферы, в стратосфере и далее тепло переносится за счет радиации. Т. е. распределение температуры T в тропосфере с давлением p можно описать с помощью адиабатического закона:

$$T = C p^{\alpha} \quad (1),$$

где α – показатель адиабаты, зависящий от теплоемкости газовой смеси (воздуха) тропосферы;

C – поправочный коэффициент, учитывающий испарение влаги, конденсацию влаги в тропосфере (облачность); от интенсивности испарения и конденсации зависит альbedo Земли (альbedo – коэффициент диффузионного отражения Земли или отношение отраженного (рассеянного в атмосфере) потока теплового излучения к падающему от Солнца излучению).

В соответствии с зависимостью (1) с увеличением концентрации CO_2 в атмосфере, температура будет не повышаться (как это принято декларировать), а понижаться, так как, во-первых, α для $\text{CO}_2 = 0,1428$, а для азотно-кислородной атмосферы $\alpha = 0,1905$; во-вторых, молярная масса: $\text{CO}_2 = 44$; $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 28,29$.

Насыщение земной тропосферы углекислым газом вызовет похолодание на планете, что обусловлено более низкой теплоемкостью по сравнению с теплоемкостью азотно-кислородной смеси. Как известно, Мировой океан является основным резервуаром свободного CO₂, количество которого в 60-90 раз превышает содержание в атмосфере. При повышении температуры на планете (характерно для данного периода), растворимость CO₂ понижается и увеличивается концентрация газа в атмосфере, что в свою очередь, вызывает постепенное понижение температуры. Таким образом, не увеличение концентрации CO₂ является причиной повышения температуры на Земле, а наоборот. Современное потепление имеет в основном природное происхождение, а не техногенное и в дальнейшем наступит фаза похолодания, как это было (доказано специалистами-исследователями) неоднократно с периодичностью в 100-120 тыс. лет. Основными причинами изменения климата являются колебания инсоляции (облучение солнечной радиацией) Земли, за счет разных биохимических (связывание атмосферного азота азоторедущими бактериями и перевод его в осадки), физических факторов и главного фактора – изменения уг-

ла вращения (угла прецессии – принцип вращения волчка вокруг вертикальной оси и конусообразное отклонение оси вращения от вертикальной оси – с уменьшением скорости вращения угол отклонения возрастает). Известно, что повышение концентрации CO₂ в атмосфере увеличивает скорость созревания и продуктивность сельского хозяйства, лесов, повышает засухоустойчивость злаковых.

Можно сделать вывод, что Киотский протокол не способствовал решению экологических проблем на Земле, дезориентировал общественное мнение в научно неверном направлении. Можно с большой долей уверенности говорить об отвлечении значительных денежных средств, которые можно было бы направить на актуальные нужды экологии. Кроме того, просматривается попытка экономического сдерживания развивающихся стран.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04 186-89. – М. 1991.- 693с.
- 2.Кирсанов В.В. Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов: Монография. Казань: Изд-во Казан. гос.техн. ун-та, 2011. 480 с.

УДК 66.002.68

Модернизация производственно-технологического комплекса на основе создания ресурсосберегающих технологий: научно-инновационные подходы и модели развития

В.Г. Борбузанов, И.Н. Ахмадуллин, Г.И. Заббарова, Н.Х. Гиниятов, А.И. Туюшева, Е.Л. Матухин

ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», г.Казань, kazanpowder@KGTS.ru

Аннотация. Работы, проводимые в ходе реализации проектов модернизации производства должны базироваться на научно-инновационных методологических подходах, новейших достижениях в области создания опережающих технологий производства, импортозамещения.

Обосновывается применение мультиагентного методологического подхода в процессе модернизации производства. Создание сетевой мультиагентной системы взаимодействия учреждений образования и производственных предприятий соответствует созданию и самоорганизации современной интеллектуальной организации.

Определены основные направления реконструкции и модернизации производства. В рамках Федеральной целевой программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2020 годы» предусмотрено выполнение данных работ по созданию производства по модульной технологии, модернизации и техническому перевооружению производства, модерни-

зации испытательно-лабораторного комплекса, проведению мероприятий для обеспечения безопасности предприятия.

Ключевые слова: производственно-технологический комплекс, научно-методологические подходы, мультиагентная модель, реконструкция и модернизация производства.

Конструктивные решения по выводу из кризиса многих отраслей промышленности должны базироваться на комплексных системных проектах, предусматривающих реализацию ряда технических мероприятий прежде всего по базовым и критическим технологиям, используемым различными предприятиями, инновации и развитие новых технологий, приводящих к повышению экологических требований к производству (энергосбережение и альтернативные источники энергии, ресурсосбережение, внедрение «зеленых технологий» и т.п.) [1-3].

Среди приоритетов социальной и экономической политики в Концепции долгосрочного соци-

ально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р) выделены:

- содействие модернизации высокотехнологичных отраслей экономики;
- выход на мировые рынки с новыми высокотехнологичными продуктами;
- улучшение состояния окружающей среды, повышение экологических стандартов и др.

Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. N 2227-р, определены основы действующей национальной инновационной системы, сформулирована система мер по развитию сектора исследований и разработок, инновационной инфраструктуры, образовательной среды.

Работы, проводимые в ходе реализации проектов модернизации производства должны базироваться на научно-инновационных методологических подходах, новейших достижениях в области создания опережающих технологий производства, импортозамещения, освоения экспортоориентированной продукции.

В процессе модернизации производства нами применяется мультиагентный подход. Мультиагентные системы представляют собой коллективные формирования нескольких агентов. Мультиагентная система является системой взаимосвязанных пространственно- и/или функционально-распределенных агентов, состоящих из чисто искусственных агентов или включать в себя также человека.

Мультиагентные системы являются «термином, применяющимся для названия систем, предназначенных для организации взаимодействия с разнородными источниками информации».

Представление мультиагентной системы основывается на следующем кортеже [4,]:

MAS =<A, E, R, ORG, ACT, COM, EV>,

- где **A** – характеризуется как множество агентов;
- E** – среда, в которой функционируют агенты;
- R** – отношения взаимодействующих друг с другом агентов;
- ORG** – организация (организационная структура) образованная агентами;
- ACT** – набор индивидуальных и совместных действий агентов (стратегий поведения и поступков);
- COM** – возможные коммуникативные действия;
- EV** – возможные эволюции системы.

Создание сетевой мультиагентной системы взаимодействия учреждений образования и производственных предприятий соответствует созданию

и самоорганизации современной интеллектуальной организации и в целом интегрированного интеллектуального сообщества [5], включающего активно взаимодействующие «научно-образовательные» агенты и «производственные» агенты на основе развития интеллектуальных способностей и инициативы личности.

Необходимость восстановления и технического перевооружения производства и сборки изделий на многих отечественных предприятиях вызвана моральным и физическим износом устаревшего оборудования, необходимостью повышения уровня безопасности процессов, оптимизацией количества используемого оборудования и производственных площадей, снижения производственных затрат и повышения эффективности производства, обеспечения качества выпускаемой продукции на уровне лучших мировых аналогов [6-8].

Современная технология изготовления продукции и сборки изделий должна удовлетворять ряду требований:

- технологическая и техническая безопасность;
- экологическая чистота и безопасность;
- конкурентоспособность, включая технико-тактические данные;
- ресурсосбережение, соотношение цены к качеству продукции и др.;
- рецептурная и номенклатурная гибкость;
- резервирование мощности и низкие затраты на поддержание избыточной производительности;
- адаптация к штатным производственным комплексам;
- открытое архитектурное построение и готовность к инновациям.

Разработка нового высокопроизводительного оборудования производится на основе, прежде всего, обеспечения технической, технологической и экологической безопасности, снижения рисков опасных операций, сокращения опасных зон и вывода обслуживающего персонала из них, локализации внештатных ситуаций.

Разработка и создание производственного комплекса по утилизации изделий производится с необходимостью обеспечения полной автоматизации и роботизации наиболее опасных операций.

Важным является разработка технологии и создание специального оборудования по демонтажу, утилизации замещаемого устаревшего технологического оборудования, ветхих зданий и сооружений, рекультивации земель, высвобождаемых в ходе оптимизации и концентрации производства.

Требуется разработка специальных мероприятий по экологической безопасности производства, по оценке, снижению производственных рисков,

контролю и выводу обслуживающего персонала из опасных зон производства.

Необходимым является создание и развитие корпоративной интегрированной системы непрерывного профессионального образования и повышения квалификации специалистов на производственно-технологической базе Центра дополнительного профессионального образования ОПК при ФКП «КГ КПЗ» с участием ГОУ ВПО «КНИТУ» и других заинтересованных организаций.

На ФКП «КГКПЗ» завершены работы по реконструкции производства переработки отработанных кислотных смесей. Внедрение вихревых концентраторов серной кислоты – совместная разработка завода и Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ) позволило в 2 раза сократить производственные площади, сократить материальные затраты на изготовление оборудования в 12 раз, снизить затраты на монтаж и обслуживание оборудования в 15 раз, уменьшить энергопотребление, снизить газовые выбросы в 3-4 раза и решить экологические проблемы, традиционно сопровождающие эти производства, коренным образом улучшить условия работы работников цеха.

Созданы и осваиваются непрерывные производственные комплексы модульного типа на базе современного технологического оборудования с комплексом автоматики. Внедрение нового оборудования на операции подготовки сырья уплотненной физической формы значительно расширило возможности в переработке целлюлозы различных поставщиков, повысило производительность труда, снизило трудоемкость процесса на данном участке.

Впервые в России освоен производственный комплекс непрерывного совмещенного водоотжима и спиртозамещения нитратов целлюлозы на основе пульсирующей центрифуги, совмещающей две операции (водоотжима и спиртового обезвоживания) в одном аппарате для замены ранее существующих трудоемких процессов водоотжима и обезвоживания, осуществляемых в отдельных зданиях на центрифугах периодического действия устаревшего типа с ручной загрузкой.

Внедрение технологического комплекса разработки ФКП «КГКПЗ», включающего ряд непрерывно действующих аппаратов на основных операциях производства позволило сократить технологический процесс изготовления продукции в 2 раза, исключить межфазную транспортировку продукции, осуществлять дистанционное управление технологическим процессом и вывести работающих из опасной производственной зоны.

В рамках программы реструктуризации производства на заводе продолжают работы по модернизации отдельных фаз основных и вспомогательных производств.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2020 годы» предусмотрено выполнение данных работ для создания производства по модульной технологии, модернизации и технического перевооружения производства, модернизации испытательно-лабораторного комплекса, проведения мероприятий для обеспечения безопасности функционирования предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р);
2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р);
3. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537).
4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения /Пер. с англ. М.: Конкорд, 1992.-519 с.
5. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика - М.: Эдиториал УРСС, 2002. 352 с
6. Матухин Е.Л., Ахмадуллин И.Н. Обеспечение экологической и промышленной безопасности производства // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума: «Безопасность и связь». Часть II. /Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Р.Н. Минниханова. - Казань: ГБУ «Научный центр безопасности и жизнедеятельности», 2014.- 940 с. – С.760-76.
7. Матухин Е.Л., Заббарова Г.И. Стратегия обеспечения экономико-технологической безопасности промышленного предприятия // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума: «Безопасность и связь». Часть I. /Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Р.Н. Минниханова. - Казань: ГБУ «Научный центр безопасности и жизнедеятельности», 2014.- 808с. – С.319-324.
8. Гиниятов Х.З., Яруллин Р.Н., Матухин Е.Л. Концепция и стратегия развития современного порохового производства // Современные проблемы технической химии: матер. докл. Всерос. науч.-техн. и метод. конф., Казань 7-9 октября 2009 года, Секции 1-4. – Казань: Изд-во Казан.гос. технол.ун-та, , 2009.-480 с. С.19-21.

УДК 658.562

Инновационные модели и образовательные технологии обучения учащихся, рабочих и специалистов в области техносферной безопасности на основе интеграции науки, образования и производства

Р.Ш. Ахмадиева¹, д.п.н., директор, **Е.Л. Матухин**², д.т.н., г.н.с., **Л.Б. Шигин**¹, д.т.н., зам.директора, **М.В. Кильдеев**¹, к.с.н., г.н.с., **Е.Е. Воронина**¹, к.п.н., зам.директора, **А.И. Туюшева**³, аспирант

¹ ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», г.Казань, goza79@mail.ru.

² ФКП «Казанский государственный пороховой завод», г. Казань, kazanpowder@KGTS.ru

³ ИПШ ПО РАО, г.Казань

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к разработке инновационных моделей и образовательных технологий обучения учащихся, рабочих и специалистов в области техносферной безопасности и безопасности жизнедеятельности на основе интеграции науки, образования и производства применительно к внутрифирменному, дополнительному обучению, к компетентностному подходу в профессиональном образовании. В особенности это относится к обеспечению безопасности на дорогах и на опасных производственных химических объектах.

Государственным учреждением «Научный центр безопасности жизнедеятельности» совместно с Управлением ГИБДД по Республике Татарстан с 1997 года осуществляются комплексные научно-методические разработки по проблематике обеспечения безопасности жизнедеятельности на дорогах.

Научным центром разработана «Концепция обеспечения безопасности жизнедеятельности на дорогах в Республике Татарстан до 2020 года», в ходе подготовки и реализации которой разработаны и опубликованы более 150 наименований научно-методических, учебных материалов и книг по вопросам безопасности жизнедеятельности. Концепция устанавливает 7 последовательных ступеней обучения правилам безопасного поведения в транспортной среде, охватывающих все возрастные группы населения. Авторами предложена ступенчатая модель системы обучения безопасному поведению на дороге, позволяющая научно обосновать и определить границы предметной области, задачи каждого уровня образования, принципы и условия реализации модели в соответствии с разработанными образовательными программами.

Другим важным направлением разработанного проекта является обеспечение повышения техносферной безопасности промышленных химических объектов с повышенной опасностью производств за счет реструктуризации и модернизации существующих производств и организации внутрифирменного обучения в соответствии с реализуемыми инвестиционными проектами на производственно-

технологической базе Федерального казенного предприятия «Казанский государственный казенный пороховой завод» (ФКП «КГКПЗ»).

Профессиональное образование, подготовка рабочих и специалистов в области обеспечения техносферной безопасности функционирования сложных производственно-технологических объектов ФКП «КГКПЗ» должно осуществляться в рамках профессиональной деятельности и создавать базу для обучения через всю жизнь, что обуславливает необходимость интеграции образования с наукой и производством как условие формирования профессиональной компетентности, обеспечения качества профессиональной подготовки специалистов на основе программ внутрифирменного дополнительного образования.

Организация дополнительного профессионального образования на основе интеграции компетентностного, партисипативного и проектно-целевого подходов может быть представлена разными моделями в зависимости от уровня, профиля, типа переподготовки и подготовки, построенных на следующих основополагающих принципах:

1. *Принцип интеграции*, основанный на взаимодействии ДПО с наукой и производством; интеграция форм и методов обучения; общего и профессионального знания; теории и практики; научного и технического знания; дидактических концепций и т.д.

2. *Принцип креативности*, основанный на развитии интегративных качеств личности, влияющих на ее самоопределение и самосовершенствование, творческого характера деятельности, способности к поиску принципиально новых подходов к решению возникающих проблемных задач.

3. *Принцип акмеологичности обучения*, который состоит в определении индивидуальной траектории профессионального роста каждого специалиста, в формировании его готовности по собственной дорожной карте обучаться в течение всей жизни.

4. *Принцип опережающего обучения*, обеспечивающего конкурентоспособность специалиста, целеориентированный характер повышения квалификации и профессиональной переподготовки спе-

циалистов с учетом перспективных задач, необходимости обеспечения безопасности ведения технологического процесса.

Роль и сила компетентностного подхода заключаются в том, что он "разворачивает" и детально описывает компетентности, а также указывает на конкретные педагогические технологии и методики, позволяющие эффективно формировать (развивать) компетентности обучающихся.

На основе системного объединения образовательного и производственного процессов авторами предложена многоагентная модель формирования корпоративных профессиональных компетенций организационно-личностной направленности в области обеспечения техносферной безопасности производства в условиях внутрифирменной системы ДПО.

Реализация на ФКП «КГКПЗ» многоагентной модели формирования корпоративных профессиональных компетенций организационно-личностной направленности позволяет обеспечить следующие результаты для предприятия:

- адаптацию вновь принятого персонала и сокращение сроков ввода в должность, снижение затрат на обучение, повышение производительности труда новичков и т.д.;

- само промышленное предприятие за счет интеграционных процессов в системе производствознаука и образование можно рассматривать как самообучающуюся современную интеллектуальную организацию, обладающую специальными организационными компетенциями и капиталом производственных знаний;

- в целом, обеспечивается синхронизация процесса профессиональной внутрифирменной подготовки рабочих и специалистов и процессов реструктуризации и модернизации производства на основе внедрения современных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий.

Разрабатываемые авторами научно-методические материалы находят применение в учебной и практической подготовке учащихся, рабочих и специалистов в области безопасности.

Результаты исследований, отраженные в методических материалах, в публикациях и докладах на конференциях и семинарах различного уровня, могут представлять научно-практический и методический интерес в плане организации учебной и практической подготовки учащихся, рабочих и специалистов в области техносферной безопасности на разнообразных объектах современной эко-

номики и обеспечения безопасности жизнедеятельности на дорогах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности на дорогах как направление современных психолого-педагогических знаний: Учебно-методическое пособие / Научн. ред. Мухаметзянова Г.В. – Казань: ГУ «НЦ БЖД», 2010. – 120 с.

2. Научно-методические основы формирования безопасности жизнедеятельности личности на дорогах: учебно-методическое пособие / Научн. ред. Минниханова Р.Н. – Казань: ГУ «НЦ БЖД». 2011. – 160 с.

3. Основные вопросы организации юидовского движения (на примере Республики Татарстан) / Р.Ш. Ахмадиева и др. / под общей ред. Минниханова Р.Н. – Казань: ГУ «НЦ БЖД», 2010. – 68 с.

4. Минниханов Р.Н., Ахмадиева Р.Ш. У истоков становления научного подхода к решению вопросов безопасности дорожного движения в Республике Татарстан // Казанский педагогический журнал. 2013. № 3 (98). – С. 15-20.

5. Ахмадиева Р.Ш. Технология формирования компетенции безопасности жизнедеятельности на дорогах у будущего педагога // Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 7. – С. 259-267.

6. Матухин Е.Л. и др. Проблема обновления содержания высшего технического образования в связи с реализацией приоритетных направлений науки, технологий и техники // Читалин Н.А., Чугунов А.В., Матухин Е.Л. // Высшее образование в России, №7, 2008, с.30-35.

7. Матухин Е.Л., Сафронова З.С. Особенности взаимодействия образовательной и производственной систем на современном этапе развития экономики // Высшее образование в России, №8, с.15-20.

8. Матухин Е.Л., Туюшева А.И. Корпоративная подготовка персонала на основе компетентностного подхода: менеджмент качества продукции / М.: ГНЦП РФ ФГУП «ЦНИИХМ» - Боеприпасы - 2012. - №1. - С.90-94.

9. Матухин Е.Л., Туюшева А.И. Проведение эксперимента по созданию Центра дополнительного профессионального образования на производственно-технологической базе Федерального казенного предприятия оборонно-промышленного комплекса / М.: ГНЦП РФ ФГУП «ЦНИИХМ» - Боеприпасы. - 2012. - №1. - С.94-103.

10. Матухин Е.Л., Ахмадуллин И.Н. Обеспечение экологической и промышленной безопасности производства // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума: «Безопасность и связь». Часть II. /Под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Р.Н. Минниханова. - Казань: ГБУ «Научный центр безопасности и жизнедеятельности», 2014.- 940 с. – С.760-763.

УДК 658.562

Обеспечение экологической безопасности производства

И.Н. Ахмадуллин, В.Г. Борбузанов, Н.Х. Гиниятов, Е.Л. Матухин

ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», г.Казань, kazanpowder@KGTS.ru

ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», основанный в 1788 году, ранее в течение более 100 лет производил черные пороха и более чем 125 лет нитраты целлюлозы различных марок, пироксилиновые пороха и осуществлял сборку различных зарядов. В настоящее время завод выпускает пироксилиновые пороха и заряды практически ко всем видам вооружения, лаковые коллоксилины, пластифицированную нитроцеллюлозу, порошковую целлюлозу, охотничьи и спортивные пороха, лакокрасочные материалы. На предприятии осуществляется полный цикл разработки и изготовления зарядов: от получения нитроцеллюлозы и производства порохов до сборки и испытания метательных зарядов.

В результате длительного (100 и более лет) воздействия агрессивных сред (кислоты, окислы азота и серы, высокие температуры и др.) некоторое количество зданий пришло в ветхое и аварийное состояние, списано с производственных мощностей и представляет собой источник повышенной производственной и экологической опасности. Кроме ликвидации таких зданий, требуется проведение особых мероприятий по рекультивации загрязненных территорий, на которых расположены данные здания, переносу и оптимизации технологических сетей.

К настоящему времени отсутствуют специальные технологические регламенты по обезвреживанию, приведению в неопасное состояние и демонтажу устаревшего технологического оборудования на данных производственных объектах, безопасному сносу таких зданий и ликвидации образующихся опасных отходов, что требует проведение специальных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Предлагается провести НИОКР «Разработка технологии и оборудования для ликвидации устаревших опасных производственных объектов порохового производства» с последующим внедрением результатов работ.

В рамках направления «*Ликвидация прошлого экологического ущерба*» разработаны следующие мероприятия:

1. Реконструкция отстойника (шламового пруда) сточных вод после станции нейтрализации.

Основное назначение шламового пруда - отстаивание нейтрализованных кислых сточных вод, в процессе эксплуатации которого происходит осаждение взвеси и осадка. Учитывая, что шламовый пруд сохраняется как резервный отстойник (с 1971 г.), то для повышения работоспособности, необходимо произвести его реконструкцию, требующую подключения спецтехники.

2. Реконструкция отстойника («эфирное озеро») промышленных сточных вод.

Назначение этого отстойника - отстаивание промышленных сточных вод, сбрасываемых цехами основного производства. Длительное использование данного отстойника приводит к его заиливанию. Для повышения его работоспособности также необходимо произвести реконструкцию (чистку) с применением спецтехники.

3. Восстановление сетей канализации промстоков и хозяйственных сточных вод. Учитывая большую изношенность сетей канализации (завод существует с 1878 г.) для исключения аварийных ситуаций сброса сточных вод на рельеф местности разработаны предложения по восстановлению старых сетей канализации.

В рамках направления «*Регулирование качества окружающей среды*» предлагается осуществление следующих мероприятий:

1. Реконструкция ловушечного хозяйства цехов.

Отходящие сточные воды от пенных фильтров улова спецпродукта основных участков сборочного цеха после предварительного отстаивания проходят очистку в ловушке, требующей к настоящему времени реконструкции для повышения качества улова загрязняющих вредных веществ.

2. Замена существующих установок (абсорберов) по улову загрязненного воздуха от паров азотной кислоты и диоксида азота на новые, более эффективные.

Для соблюдения норм выброса паров азотной кислоты и диоксида азота из источников и повышения эффективности очистки установок от указанных ингредиентов необходимо произвести замену существующих абсорберов на новые более эффективные с учетом измененной производительности производства.

3. Внедрение установок по перекачке кислых сточных вод от технологического оборудования в отстойник.

Производится разработка более эффективной системы перекачки кислых сточных вод от технологического оборудования в отстойник.

4. Требуется проведение научно-исследовательских работ по внедрению современного метода очистки промышленных сточных вод от сульфатов, нитратов, нитритов, селитры. При обработке промышленных кислых сточных вод щелочью на станции нейтрализации при доведении концентрации ионов водорода (рН) до нормы 6,5-8,5 происходит образование сульфатов, нитратов, нитритов, нормы которых на выходе с завода не должны превышать ПДК.

5. Проведение технического перевооружения рекуперационных установок регенерации спирта и эфира.

6. Необходима установка улова выбросов загрязняющих веществ после котлов ТЭЦ.

При работе ТЭЦ выбрасывается определенное количество оксида углерода и оксидов азота. Для снижения этих выбросов необходима реализация внедрения установки улова выбросов загрязняющих веществ после котлов ТЭЦ.

7. Внедрение новых методов измерения для определения состава отходящих газов в атмосферный воздух.

Для быстрого и качественного определения состава выбрасываемых веществ в атмосферный воздух и сточные воды предлагаем включить данное мероприятие в ФЦП.

В рамках *направления отходы* предлагается осуществление следующих мероприятий:

1. Разработка газоочистного оборудования для установок уничтожения отходов при утилизации боеприпасов.

Предлагается провести ОКР «Разработка газоочистного оборудования для установок уничтожения отходов взрывоопасных производств в зависимости от типа перерабатываемых материалов»

2. Разработка проекта и строительство установки по предварительной переработке черных и цветных металлов.

3. Разработка и строительство установки по предварительной переработке древесных отходов.

С целью оптимизации производства и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду

предприятием в рамках Федеральных целевых программ производится модернизация и реконструкция основных производственных участков на основе внедрения современных модульных ресурсосберегающих технологий и автоматизированных производственных комплексов.

На предприятии подготовлены материалы и получена следующая разрешительная документация по обеспечению экологической безопасности производства:

- о предоставлении водных объектов в пользование на основании договора водопользования;
- о продлении разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу;
- о продлении разрешения на сброс загрязняющих веществ в водные объекты;
- о продлении лимитов на размещение отходов;
- о получении лицензии на деятельность по обращению с отходами производства и потребления.

На предприятии осуществлены разработка и согласование:

- планов природоохранных мероприятий;
- регламента производственного экологического контроля.
- планов природоохранной деятельности предприятия на 1 год и 5 лет;

Организованы работы по разработке и согласованию необходимой проектной природоохранной документации (ПДВ, НДС, ПНООЛР, СЗЗ, ООС, ОВОС и пр.).

Организовано документооборот и ведение журналов первичного учета на производственных объектах (формы ПОД-1, ПОД-2, ПОД-3, журналы учета водопотребления, водоотведения, качества сбрасываемых сточных вод, журнал учета образования и движения отходов и пр.), в том числе внесение изменений в должностные инструкции об ответственности специалистов за ведение учета.

Производится подготовка и своевременное предоставление в природоохранные органы государственной статистической отчетности по охране окружающей среды (формы 2тп-воздух, 2тп-водхоз, 2тп-отходы, 4-ОС, 6-ОС, 18-КС и др.).

Природоохранными органами за деятельностью предприятия осуществляется государственный и экологический контроль и надзор в установленном порядке.

УДК 621.3:338

Экологические основы природопользования для учащихся СПО

Т.З. Мухутдинова, д. пед. н., чл.-кор. РАЕ, профессор, Д.М. Мухутдинова, студент

ФГБОУ ВПО «КНИТУ», г.Казань, tamara@kstu.ru

В соответствии с Конституцией Российской Федерации и законом «Об охране окружающей среды» каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации [1].

В главе «Основы формирования экологической культуры» статья 71 «Всеобщность и комплексность экологического образования» декларирует следующее: «В целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды устанавливается *система всеобщего и комплексного экологического образования*, включающая в себя общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и дополнительное профессиональное образование специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма (Статья введена с 1.09.2013 законом от 2.07.2013 № 185-ФЗ.). Этим же законом утратила силу статья 72 «Преподавание основ экологических знаний в образовательных учреждениях».

В законе действует статья 73 «Подготовка руководителей организаций и специалистов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности» с пунктами:

1. Руководители организаций и специалисты, ответственные за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны иметь подготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности.

2. Подготовка руководителей организаций и специалистов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности, ответственных за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, осуществляется в соответствии с законодательством.

Также действует статья 74 «Экологическое просвещение» с пунктами:

1. В целях формирования экологической культуры в обществе, воспитания бережного отношения к природе, рационального использования природных ресурсов осуществляется экологическое просвещение посредством распространения экологических знаний об экологической безопасности, информации о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов.

2. Экологическое просвещение, в том числе информирование населения о законодательстве в области охраны окружающей среды и законодательстве в области экологической безопасности, осуществляется органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями, средствами массовой информации, а также организациями, осуществляющими образовательную деятельность, учреждениями культуры, музеями, библиотеками, природоохранными учреждениями, организациями спорта и туризма, иными юридическими лицами.

Необходимо отметить, что российские законы имеют стабильную особенность постоянно и часто меняться. Поэтому необходимо обращаться к вариантам законов с последними изменениями. Ряд понятий из закона № 7-ФЗ удалены.

Но нам хотелось бы вернуться к ряду понятий, которые присутствовали и имеются в различных экологических законах и справочниках и которые весьма необходимы в процессе воспитания и обучения молодого поколения страны, поскольку формирование и развитие экологической культуры общества реализуется через систему экологического воспитания, образования и просвещения.

Экологическое воспитание – основа и неотъемлемая часть экологической культуры; процесс непрерывного, систематического и целенаправленного формирования сознательного, нравственного, гуманного и бережного отношения человека к природе и морально-этических норм поведения в окружающей среде, организованных путем воздействия на чувства людей, их сознание, взгляды и представления.

Экологическое воспитание начинается в семье, продолжается в детских образовательных учреждениях (детский сад, начальная и средняя

школа). Оно должно продолжаться в течение всей жизни, поскольку изменяются условия жизнедеятельности и экономика.

Экологическое образование – целенаправленный, непрерывный и комплексный процесс воспитания, обучения, самообразования и развития личности с целью формирования экологической культуры общества, взаимодействия в системе «человек – общество – природа»; процесс, направленный на формирование ценностных ориентаций и норм поведения (социально ценного опыта) в области культурного природопользования и охраны окружающей среды; процесс и результат усвоения систематических знаний, умений и навыков в области воздействия на окружающую среду, состояния окружающей среды и последствий изменения окружающей среды.

Экологическое образование осуществляется в школе, средних образовательных учреждениях (специальных, профессиональных), в высшем образовании, при дополнительном профессиональном образовании.

Экологическое просвещение – духовное, нравственное совершенствование людей путём распространения и правильного использования экологических знаний. Информирование экологическое или экологическая пропаганда – распространение исчерпывающей достоверной экологической информации, идей охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов с целью формирования у людей экологического сознания (повышения уровня экологической культуры).

Непрерывное экологическое образование – реализация экологического образования в течение всей жизни человека, поскольку именно оно в состоянии обеспечить преодоление экологического кризиса и обеспечить коэволюцию биосферы и человечества. Необходимость непрерывного экологического образования диктуется также сменами парадигмы экологической.

Образование экологическое специальное (профессиональное) – экологическое образование, обеспечивающее возможность квалифицированной профессиональной деятельности, связанной с проблемами охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Этика экологическая (лат. *ethica* от гр. *ethos* – нрав, характер) – учение о должном в отношениях человека, его хозяйственной деятельности и природы, основанное на внутренних самоочевидных нравственных принципах. Этика экологическая – современное направление философии, морали, связанное с изучением и познанием при-

чин, последствий экологического кризиса, а также поиском социально-приемлемых способов его разрешения. В основе концепции экологической этики лежат ориентация на будущее и утверждение органической связи человека с природой. На первый план при этом выступают такие общечеловеческие ценности, как выживание, обеспечение безопасности, повышение качества жизни людей и охрана окружающей среды.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Устойчивое развитие – такое развитие общества, при котором улучшаются условия жизни человека, а воздействия на окружающую среду остаются в пределах хозяйственной емкости биосферы так, что не разрушается природная основа функционирования человечества. При устойчивом развитии удовлетворение потребностей осуществляется без ущерба для будущих поколений.

Нами было предложено понятие *регионализации непрерывного экологического образования*, которое исследовалось в свое время в работе [2].

Регионализация непрерывного экологического образования – это включение в структуру и содержание образовательной технологии региональных детерминантов – анализа влияния социально-экономических, национально-исторических, социокультурных и этноландшафтных условий развития региона на его экологическую ситуацию. Под социально-экономическими факторами подразумевается, прежде всего, промышленный потенциал региона в его развитии и воздействии на качество окружающей среды, т. е. *промышленные и региональные аспекты экологии*. Региональные детерминанты оказывают существенное влияние на формирование и развитие духовных и материальных аспектов экологической культуры населения региона.

В соответствии с предложенным определением регионализация непрерывного экологического образования предусматривает совершенствование и модернизацию технологий экологического образования на основе анализа экологической ситуации во взаимосвязи биологических и геологических аспектов с социально-экономическими, национально-историческими, социокультурными и этноландшафтными особенностями региона и внедрение знаний о них в

структуру и содержание непрерывного экологического воспитания, образования и просвещения.

Непрерывное региональное экологическое образование – непрерывное экологическое воспитание, образование и просвещение специалиста и широких слоев населения в течение всей их жизни с учетом региональных детерминантов (анализа влияния социально-экономических, национально-исторических, социокультурных и этноландшафтных условий развития региона на его экологическую ситуацию).

Главной целью региональной системы непрерывного экологического образования специалиста является обеспечение соответствия ее содержания и структуры динамично развивающимся условиям развития региона, потребностям в подготовке социально востребованных специалистов.

Проектируемые содержание и структура региональной системы непрерывного экологического образования – совокупность структуры и содержания ее гибких подсистем для формирования у специалиста системных многопрофильных природоохранных знаний, умений и навыков с учетом динамики, тенденций и перспективы социально-экономического развития региона.

Региональная система непрерывного экологического образования действует на основе целого ряда *подходов и принципов* [2], из которых *здесь назовем* следующие.

1. Непрерывное, преемственно-взаимосвязанное экологическое воспитание, образование и просвещение на разных ступенях (подсистемах) региональной системы экологического образования позволяют интегрированно формировать и развивать духовные и материальные аспекты экологической культуры специалиста.

2. Целенаправленная экологическая активность специалиста, проявляющаяся в процессе его учебной и профессиональной деятельности, а также при взаимодействии с окружающей природной средой, формируется на деятельностной основе.

3. Мотивационный подход в экологическом воспитании, образовании и просвещении формирует и закрепляет разнообразные побудительные мотивы в сознании специалиста, стимулирует и активизирует его познавательную и природоохранную деятельность на региональном уровне и внутри каждого предприятия.

В своих исследованиях мы подчеркивали и подтверждали, что структура и содержание региональной системы непрерывного экологического образования специалиста эффективны, ес-

ли при этом используются *региональные детерминанты* – анализ влияния социально-экономических, национально-исторических, этноландшафтных и социокультурных условий развития региона на его экологическую ситуацию.

Казанский национальный исследовательский технологический университет в последние годы в рамках Института непрерывного образования развивает среднее профессиональное образование (СПО) в самых разных направлениях:

технология производства и переработки пластических масс и эластомеров,

технология молока и молочных продуктов,

технология мяса и мясных продуктов,

технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий

технология продукции общественного питания,

гостиничный сервис,

полиграфическое производство и ряд других.

Каждый год открываются новые специальности, удовлетворяющие потребностям предприятий республики в экономическом развитии. Практически по всем специальностям в учебный план включена дисциплина «Экологические основы природопользования».

Обучающиеся СПО получают знания о природных ресурсах и экологических аспектах природопользования в соответствии с Законом №7-ФЗ и рабочими программами. Обучение начинается с рассмотрения основных понятий, таких как:

окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

природная среда (далее также – природа) – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;

компоненты природной среды – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

естественная экологическая система – объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют, как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией;

охрана окружающей среды – деятельность органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (далее также – природоохранная деятельность);

качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью;

благоприятная окружающая среда – окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов;

негативное воздействие на окружающую среду – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды;

природные ресурсы – компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность;

использование природных ресурсов – эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот, в том числе все виды воздействия на них в процессе хозяйственной и иной деятельности;

загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

загрязняющее вещество – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

наилучшая доступная технология – технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники

и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения;

вред окружающей среде – негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий;

стационарный источник загрязнения окружающей среды (далее – стационарный источник) – источник загрязнения окружающей среды, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника загрязнения окружающей среды;

передвижной источник загрязнения окружающей среды – транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником загрязнения окружающей среды; и др.

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и (или) иной деятельности являются компоненты природной среды, природные объекты и природные комплексы.

Далее с обучающимися рассматриваются *основные принципы* охраны окружающей среды, на основе которых осуществляется хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти РФ, субъектов и местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду:

соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;

обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;

научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;

охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

ответственность органов государственной власти РФ, субъектов и местного самоуправле-

ния за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;

платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;

презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;

соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством;

ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды;

организация и развитие системы экологического образования, воспитания и формирования экологической культуры;

участие граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в решении задач охраны окружающей среды;

международное сотрудничество Российской Федерации в области охраны окружающей среды;

обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, которая приводит или может привести к загрязнению окружающей среды, мер по предотвращению и (или) уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия; и др.

Обучение осуществляется с использованием российского и регионального законодательства и учебно-методических материалов. Например, авторское учебное пособие «Экономика природопользования» [3] включает наряду с глобальными и федеральными, также и региональные материалы о природных ресурсах, их использовании в экономике и быту, экологических аспектах природопользования. Используется также изданное большим тиражом совместно с Министерством экологии и природных ресурсов РТ учебное пособие на русском и татарском языках «Основы и менеджмент промышленной экологии» [4], переданное образовательным учреждениям республики (школы, училища, техникумы, вуза и т.д.)

Модульное содержание учебных пособий позволяет использовать модули с определенной вариацией для различных специальностей СПО. Учебное пособие содержит следующие модули: Природные ресурсы и их рациональное использование; Экономическая оценка природных ре-

сурсов; Загрязнение окружающей среды; Экономический ущерб, причиняемый окружающей среде; Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды; Управление состоянием окружающей среды; Экономический механизм природопользования; Экономический механизм охраны окружающей среды; Природоохранная и экологическая деятельность предприятий; Определение предотвращенного экологического ущерба; Эффективность природоохранных (средозащитных) мероприятий; Стимулирование охраны окружающей среды и рационального природопользования; Международное сотрудничество в области охраны природы; Стандартизация и сертификация в природоохранной деятельности.

Для лучшего понимания и восприятия знаний обучающиеся изучают темы о природных ресурсах, природопользовании и экологических основах и по Республике Татарстан. Изучение природных ресурсов, природных благ и красоты родной местности способствует также воспитанию *патриотизма*. Изучение возможностей улучшения качества окружающей среды на основе получаемых знаний и их применения на практике позволяет воспитывать у молодежи *активную гражданскую позицию*. Такое воспитание в настоящее время представляет большую *социальную значимость и ценность*.

Предлагаемые и используемые нами при обучении элементы народной экологии, афористической педагогики дают синергетический эффект. Обучающаяся молодежь активно ищет и находит у старшего поколения пословицы, поговорки, стихи, песни, былины, сказки и т.п., относящиеся к *воспитанию и передаче жизненного опыта* по сохранению и преумножению природных ресурсов и богатств, *пониманию чувства* полезности, необходимости, красоты родного края, *умению бережно и рационально использовать* природные ресурсы.

В зависимости от специальности студентам предлагаются дополнительно или для самостоятельного рассмотрения актуальные темы, такие как:

- экологические аспекты производства, эксплуатации и утилизации транспортных средств,
- автомобиль сегодня: экономика и экология,
- экология жилища и офисных помещений
- экологические требования к продуктам питания.

Следует отметить, что рассмотрение современных экологических и социальных проблем транспорта вызывает значительный интерес, такие занятия проходят очень активно. Обучаю-

щиеся анализируют использование природных ресурсов в транспортных технологиях, разнообразные экологические аспекты при эксплуатации транспорта, особенно автомобильного, а также предлагают множество своих предложений для решения выявленных проблем на современном технологическом уровне [5].

В результате изучения дисциплины, обучающиеся СПО начинают понимать, что современное состояние и нацеленность экономики на инновационное технологическое развитие предприятий усиливают региональные и глобальные экологические проблемы, противоречия между природой и человеком и требуют использования надежных и экологически безопасных технологий, современных способов и средств рационального природопользования для обеспечения устойчивого развития регионов.

Преодоление противоречий между природой и человеком в период доминанты человека над природой возможно лишь путём претворения в жизнь принципов устойчивого развития. Для этого необходимо повышение экологической грамотности и экологической культуры специалистов и населения до такого уровня, когда производственная деятельность и поведение человека в быту будут способствовать рациональному

природопользованию и гармоничному развитию окружающей природной среды.

Для эффективного инновационного развития регионов необходима подготовка вузами совместно с предприятиями инновационно ориентированных специалистов и повышение экологической культуры специалистов предприятий и населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7-ФЗ (с изменениями на 13 июля 2015 года).
2. Мухутдинова Т.З. Формирование и развитие региональной системы непрерывного экологического образования специалиста. Дисс. ... д-ра пед.н. Казань, Казан. гос. технол. ун-т. 2005.- 460 с.
3. Мухутдинова Т.З. Экономика природопользования: курс лекций. Мин-во обр. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во Казан. нац. исслед. технол. ун-та, 2013. – 520 с.
4. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К. Основы и менеджмент промышленной экологии. Учебное пособие. Под ред. проф. Мухутдинова А.А. Казань: Магариф, 1998. – 403 с.
5. Мухутдинова Т.З. Автомобиль – не роскошь. Основа безопасной эксплуатации транспорта – экологическая культура населения //Вестник НЦБЖД, № 4 (10), 2011, С. 92–99.

Издательство «Экоцентр»
Без объявл. – 2015

Отпечатано с готового оригинал-макета. Печать RISO.

Бумага офсет. Формат 60*84 1/8.

Объем 16,5 п.л. Тираж 350 экз. Заказ 1.

Отпечатано на полиграфическом участке изд-ва «Экоцентр»
г. Казань, ул. Короленко 120, А21 №5