

**ЖУРНАЛ
ЭКОЛОГИИ И
ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

1'2016

ЖУРНАЛ ЭКОЛОГИИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

№ 1 (65), 2016

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
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, руководитель федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Москва)
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 контрольно-аналитического управления Росприроднадзора (Москва)

© 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/ecoidsaf/>

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

Салиева Р.Н. Мониторинг состояния недр: вопросы законодательного обеспечения	4
Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Боровский М.Я. Применение мобильных геоэлектрических методов для оперативного обнаружения и картирования подземных водных потоков	8
Боровский М.Я., Богатов В.И., Филимонов В.Н., Фахрутдинов Е.Г. Геофизическое изучение участка проектируемой железной дороги	13
Боровский М.Я., Богатов В.И., Филимонов В.Н., Фахрутдинов Е.Г. Оценка естественной защищенности недр по гравиметрическим данным	17
Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Павлова О.Г., Бортникова Н.В., Валетдинов А.Р. Использование данных гидрометеорологических исследований при планировании работ на водных объектах	21
Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф., Магдеева А.Р., Амирянова Г.Ф., Шагидуллин Р.Р., Шагидуллина Р.А. Общая характеристика источников загрязнения атмосферного воздуха г. Казань	25
Магдеева А.Р., Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф., Амирянова Г.Ф., Шагидуллин Р.Р., Шагидуллина Р.А. Оценка выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов автотранспортом на территории г. Набережные Челны	29
Минакова Е.А., Шлычков А.П. Загрязнение атмосферного воздуха г. Казани в современный период	32
Насыров И.А. Применение расчетного метода для оценки загрязнения атмосферного воздуха от иловых полей	36
Рысаева И.А. Оценка качества вод бассейна р. Свияга в пределах Республики Татарстан	40
Мельникова А.В., Ильясова А.Р. Экологическое состояние озера Изумрудное	43
Кузнецова Т.В., Петров А.М., Князев И.В., Шагидуллин Р.Р. Влияние техногенного пресса нефтехимического комплекса на почвенные микробоценозы	46
Муфазалов Р.Ш. Научные основы создания энергосберегающих технологий, обеспечивающих экологическую безопасность для топливно-энергетического комплекса	49
Муфазалов Р.Ш. Инновационные технологии для обеспечения экологической безопасности в топливно-энергетическом комплексе	53
Сотников А.В., Балымова Е.С. Новые технологии на страже окружающей среды предприятия	57
Саетшин А.А., Матухин Е.Л., Валишина З.Т., Косточко А.В. Исследование морфологии волокна целлюлозы как возобновляемого источника растительного сырья	60
Сабирова Д.И., Романова С.М., Мадякина А.М. Метод утилизации нитратцеллюлозных порохов, с истекшим сроком хранения	62
Борбузанов В.Г., Ахмадуллин И.Н., Гиниятов Н.Х., Бадькова Г.И., Матухин Е.Л. Инновационная модернизация производственно-технологического комплекса на казанском пороховом заводе	65
Бадькова Г.И., Гиниятов Н.Х., Матухин Е.Л., Косточко А. В. Создание, развитие и будущие технологии: системно-эволюционный подход	68
Мухутдинова Т.З., Мухутдинова Д.М. Подготовка специалистов в условиях конкурентной и изменяющейся окружающей среды	71

УДК 349.6; 34.07

Мониторинг состояния недр: вопросы законодательного обеспечения**Р.Н. Салиева**, д.ю.н., зав. лабораторией

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: sargus6@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ законодательства, регламентирующего порядок проведения мониторинга состояния недр, выявлены вопросы законодательного обеспечения в сфере создания фонда данных государственного экологического мониторинга. Сформулированы предложения по актуализации и совершенствованию законодательного обеспечения мониторинга состояния недр.

Ключевые слова: государственный экологический мониторинг, состояние недр, фонд данных государственного экологического мониторинга

В целях обеспечения экологических прав, закрепленных в Конституции, государству необходимо осуществлять мероприятия по наблюдению за состоянием окружающей среды и принимать необходимые меры для поддержания экологически безопасного состояния природы. В этих целях проводится постоянный мониторинг. Мониторинг (от лат. *monitor* — напоминающий, надзирающий) - наблюдение, оценка и прогноз состояния окружающей среды в связи с хозяйственной деятельностью человека [1].

В соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» [2] под государственным экологическим мониторингом (государственным мониторингом окружающей среды) понимаются комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды.

В соответствии со статьей 5 Закона «Об охране окружающей среды» основные полномочия по организации и осуществлению мониторинга выполняют органы государственной власти Российской Федерации. Они устанавливают порядок осуществления государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), порядок организации и функционирования единой системы государственного экологического мониторинга, формируют государственную систему наблюдений за состоянием окружающей среды и обеспечивают функционирование такой системы, а также устанавливают порядок создания и эксплуатации государственного фонда данных государственного экологического мониторинга, перечень видов включаемой в него информации, порядок и условия ее представления, а также порядок обмена такой информацией.

В порядке, установленном нормативными правовыми актами Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации участвуют в осуществлении государственного экологического мониторинга с правом формирования и обеспечения функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации, являющихся частью единой системы государственного экологического мониторинга.

Получаемая в процессе мониторинга информация образует Единую систему государственного экологического мониторинга. Как определено в законе Единая система государственного экологического мониторинга включает в себя 15 подсистем (государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды; государственного мониторинга атмосферного воздуха; государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации и др.), в том числе включает и подсистему государственного мониторинга состояния недр.

Наблюдение за состоянием недр является важной задачей государства - собственника недр - в области охраны и рационального использования недр, а также прогнозирования происходящих в них процессах.

Статья 36.2. Закона РФ «О недрах», введенная Федеральным законом от 21.11.2011 №331-ФЗ [3], согласована со статьей 63.1. Федерального закона от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и закрепляет правило о том, что государственный мониторинг состояния недр является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Государственный мониторинг состояния недр осуществляется федеральным органом управления государственным фондом недр в соответствии с законодательством Российской Федерации. Порядок осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации установлен в Приказе МПР РФ от 21.05.2001 N 433 «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» [4]. Отдельные правила ведения мониторинга установлены в ведомственных актах. Например, в Постановлении Федерального горного и промышленного надзора России от

4 февраля 2002 г. №8 "Об утверждении Правил промышленной безопасности при освоении месторождений нефти на площадях залегания калийных солей" [5] определено, что на территории разрабатываемых месторождений нефти мониторинг состояния недр, включающий гидрогеологические исследования, инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности, контроль изменения геомеханического и геодинамического состояния недр, проводится за счет средств недропользователя. При этом научно-исследовательские работы по проблемам совместного освоения месторождений нефти и калийных солей, а также оценке влияния техногенных факторов на недр, выполняемые за счет государственных средств, осуществляются в установленном порядке.

Следует отметить, что мониторинг подземных вод осуществляется в рамках государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации. Организационно-функциональная структура государственного мониторинга состояния недр включает 1 федеральный, 7 региональных и 76 территориальных (в субъектах РФ) центров ведения мониторинга [6].

Необходимо обратить внимание на то, что вышеуказанные подзаконные нормативные правовые акты были приняты до введения общего порядка осуществления государственного экологического мониторинга и формирования Единой системы государственного экологического мониторинга. В связи с этим необходимо сформулировать в вышеуказанных актах современные правила исходя из того, что государственный мониторинг состояния недр является частью (подсистемой) государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

Общий порядок осуществления государственного экологического мониторинга установлен Постановлением Правительства РФ от 09.08.2013 N 681 [7]. В настоящее время в российском законодательстве создается правовая основа организации и функционирования эффективной системы мониторинга состояния недр. Например, в Распоряжении Правительства РФ от 21.06.2010 N 1039-р «Об утверждении Стратегии развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года» [8] отмечено определяющее значение государственного сектора геологической отрасли, который призван обеспечивать выполнение государственного мониторинга состояния недр. В целях обеспечения комплексного геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Российской Федерации на основе передовых геологических, геофизических и геохимических технологий, государственного мониторинга состояния недр было

образовано на базе открытого акционерного общества "Центргеология" открытое акционерное общество "Росгеология", 100 процентов акций которого находится в федеральной собственности [9].

Необходимо отметить, что государственный фонд данных государственного экологического мониторинга (далее в тексте используется сокращенное название – государственный фонд), создаваемый при проведении мониторинга, в целом и его подсистемы, создаваемые на основе мониторинга в отдельных сферах (например, в сфере мониторинга состояния недр, состояния атмосферного воздуха и т.д.) имеют специальный правовой режим.

Во-первых, государственный фонд является федеральной информационной системой, обеспечивающей сбор, обработку и анализ данных в соответствии с законодательством об охране окружающей среды, природоресурсным законодательством, а также включающей в себя комплекс таких данных, как: данные, содержащиеся в базах данных подсистем единой системы мониторинга; результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды и государственного экологического надзора; данные государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. В целях формирования государственного фонда министерства и ведомства предоставляют необходимую информацию, в частности, Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) предоставляет информацию, полученную при осуществлении государственного мониторинга состояния недр: результаты наблюдений за состоянием недр; результаты учета состояния недр по объектам недропользования, запасов подземных вод и их движения; результаты анализа и оценки состояния недр по результатам наблюдений; прогноз развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние недр.

Во-вторых, информация, содержащаяся в государственном фонде, как в государственной информационной системе, относится к государственным информационным ресурсам. Правовой режим информационных ресурсов (порядок создания, использования) определяется законодательством об информации, информационных технологиях и о защите информации [10]. В связи с этим в сфере правореализации и в сфере законодательного обеспечения возникают вопросы, связанные с правом на информацию и с доступом к информации; вопросы обеспечения конфиденциальности информации, предоставления информации, распространения информации, а также вопросы, связанные с вводом в эксплуатацию информационной системы

в целом как объекта отношений. Для успешного разрешения указанных проблем необходимо создание непротиворечивой правовой основы, в которой нормы экологического, информационного законодательства, а также законодательства о недрах и недропользовании были бы взаимосвязаны и объединены единой понятийной основой.

Оптимальное законодательное обеспечение может быть сформировано с учетом опыта правового обеспечения в зарубежных государствах. Наиболее эффективным представляется норвежский опыт создания юридических механизмов, особенно учитывающих специфику нефтяной отрасли на всех уровнях администрирования. Так, отношения, связанные с предоставлением информации урегулированы таким образом, чтобы имелся доступ должностных лиц к информации и документации компаний. Как отмечает директор проекта по международному сотрудничеству Норвежского нефтяного директората СтэйнарНье «в норвежском нефтяном законодательстве предусмотрены требования к владельцам лицензий и операторам проектов, касающиеся предоставления необходимой информации» [11].

Здесь можно привести также пример законодательного определения объектов мониторинга в сфере недропользования, который сложился в законодательстве стран СНГ. Так, например, в целях осуществления мониторинга недр Кабинет Министров Республики Узбекистан утвердил Положение о порядке осуществления мониторинга недр Республики Узбекистан [12], в котором содержатся понятие мониторинга состояния недр, цель и задачи мониторинга, структура мониторинга, порядок ведения мониторинга. В пункте 6 названного Положения определено, что объектами мониторинга являются экзогенные и эндогенные процессы, подземные воды (включая термальные и минеральные), перспективные участки и месторождения всех видов полезных ископаемых, сейсмически активные районы и районы развития экзогенных геологических процессов. А согласно пункту 8 структура системы мониторинга состоит из следующих подсистем: подземные воды; опасные экзогенные геологические процессы; эндогенные геологические процессы; перспективные участки и месторождения твердых полезных ископаемых и углеводородного сырья; участки недр, используемые для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых.

В Модельном кодексе о недрах стран СНГ [13] в статье 34 содержится определение государственного мониторинга недр, как системы регулярных наблюдений за состоянием недр с целью своевременного выявления изменений в их состоянии,

оценки этих изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов и явлений. В Модельном кодексе предлагается в законодательстве о недрах государств предусматривать следующие положения, направленные на регулирование отношений по мониторингу за состоянием недр: включать в содержание лицензии на пользование недрами условия выполнения установленных законодательством государства, стандартами (нормами, правилами) требований по охране недр и окружающей природной среды, горно-экологическому мониторингу, технологии производства и безопасному ведению работ (ст.78); устанавливать в лицензии на добычу твердых полезных ископаемых, нефти и газа условия отбора подземных вод при разработке месторождений, а также определять условия проведения геоэкологического мониторинга в соответствии с установленным порядком в пределах предоставленного участка недр и зоны влияния эксплуатации объекта (ст.83); оговаривать условия проведения мониторинга подземных вод и сроки передачи информации в систему государственного мониторинга геологической среды (ст.84); относить к основаниям для прекращения, приостановления или ограничения действия лицензии наряду с другими основаниями также и такое основание, как систематическое нарушение пользователем недр правил пользования недрами и их охраны, а также охраны и мониторинга окружающей природной среды, установленных действующим законодательством, стандартами (лимитами, правилами, нормами), включая правила консервации предприятий (ст.102); предусмотреть создание горно-экологического мониторинга для прогноза и контроля состояния природной среды в районах длительно и интенсивно разрабатываемых и крупномасштабно осваиваемых месторождений углеводородов, углей, руд, драгоценных камней и металлов (ст.139); устанавливать дополнительные требования к осуществлению прогнозной оценки техногенных воздействий на окружающую природную среду в районе проектируемого горного предприятия и иного объекта недропользования, в том числе предусматривать проведение дополнительного мониторинга (ст.180).

При обосновании целесообразности внесения дополнений в систему мониторинга состояния недр необходимо учесть также высказанные в литературе предложения о создании единой информационной системы «Мониторинг недропользования», включающей такие блоки информации, как: о состоянии недр; о государственном геологическом изучении недр; о разработке недр [14].

В правоприменительной сфере отсутствие норм о правах и обязанностях участников в сфере осуществления мониторинга приводит к спорным ситуациям. Например, непредставление предприятием «Гидроспецгеология» первичной документации по проводимым работам по мониторингу состояния недр послужило основанием для составления управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования акта от 18.03.2008 г. №0.3/02 о невыполнении обязанностей. Предприятие «Гидроспецгеология» заявило требования о признании недействительными распоряжения управления от 18.02.2008 № 26 и акта проверки управления от 18.03.2008 № 0.3/02. Определением ВАС РФ от 29.01.2009 № 17602/08 по делу №А73-3892/2008-29 [15] в передаче дела по заявлению о признании недействительными актов уполномоченного органа для пересмотра в порядке надзора судебных актов отказано, так как обязанность пользователей недрами представлять контролирующему органу документы, относящиеся к предмету проверки, установлена п. 14 Положения о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр, утвержденного актом Правительства РФ от 12.05.2005 № 293, однако, такая обязанность заявителем не была исполнена.

Выводы. 1. В целях регулирования порядка взаимодействия органов исполнительной власти при осуществлении мониторинга целесообразно было бы принятие соответствующих административных регламентов взаимодействия участников государственного мониторинга в случаях пересечения их полномочий.

2. Необходимо согласовать нормы законодательства, определяющие виды мониторинга состояния недр и полномочия соответствующих органов власти и управления и других участников отношений в сфере осуществления мониторинга, т.к. на уровне закона виды мониторинга и полномочия участников отношений в сфере осуществления мониторинга не определены. Также целесообразно определить в Законе «О недрах» полномочия органов государственной власти Российской Федерации и субъектов федерации в сфере организации и осуществления мониторинга за состоянием недр на федеральном, региональном, территориальном (административно - территориальном) уровнях и определить права и обязанности недропользователей при осуществлении объектного (локального) мониторинга за состоянием недр. В частности, целесообразно было бы статью 11 Закона РФ «О недрах» дополнить нормой о включении в содержание лицензии на пользование недрами условия выполнения установленных законодательством госу-

дарства, стандартами (нормами, правилами) требований по горно-экологическому мониторингу.

3. В целях установления системных связей необходимо привести в соответствие с действующим законодательством нормы, содержащиеся в Приказе МПР РФ от 21.05.2001 № 433. В частности, целесообразно указать перечисленные в Постановлении № 681 виды информации, которые рассматриваются как подсистемы единой системы государственного экологического мониторинга.

4. В целях создания непротиворечивой согласованной системы представляется необходимым определить в законе объекты мониторинга, а также структуру (виды) мониторинга, систему наблюдений. Важно также определить субъектов, выполняющих работы (или услуги) по мониторингу состояния недр в зависимости от вида мониторинга. Следовало бы дополнить также правила о процедуре непосредственного оформления результатов мониторинга: режим наблюдений, каким образом фиксируются результаты мониторинга, ответственность в случае нарушения порядка осуществления мониторинга.

В целом следует отметить, что приведенные примеры законодательного обеспечения мониторинга состояния недр как части государственного экологического мониторинга свидетельствуют о целесообразности проведения систематизации нормативных правовых актов, регламентирующих отношения в сфере осуществления мониторинга, в целях актуализации, устранения противоречий и создания эффективной системы государственного мониторинга. Очевидно, что в этой сфере законодательного обеспечения требуется проведение специальных исследований, дополнительных научных работ, которые способствовали бы как научному обоснованию системы и содержания законодательного обеспечения в сфере осуществления мониторинга, так и созданию эффективной непротиворечивой законодательной основы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большой энциклопедический словарь. М., 1991.- С.831.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 12.03.2014) «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. 14.01.2002. № 2. ст. 133.
3. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» // Ведомости Съезда народных депутатов РФ и Верховного Совета РФ от 16.04.1992, N 16, ст. 834.
4. Приказ МПР РФ от 21.05.2001 № 433 «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 33. 13.08.2001.
5. Постановление Федерального горного и промышленного надзора России от 4.02.2002 г. № 8 «Об утвер-

ждении Правил промышленной безопасности при освоении месторождений нефти на площадях залегания калийных солей» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти № 11 от 18.03.2002.

6. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 №1235-р « Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года».

7. Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 № 681 «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)» // Собрание законодательства РФ. 19.08.2013. № 33. ст. 4383.

8. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2010 № 1039-р «Об утверждении Стратегии развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. 28.06.2010. № 26. ст. 3399.

9. Указ Президента РФ от 15.07.2011 № 957 «Об открытом акционерном обществе «Росгеология»» // Собрание законодательства РФ. 18.07.2011. №29. ст. 4423.

10. Федеральный закон от 27.07.2006 №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства РФ. 31.07.2006. № 31 (1 ч.), ст. 3448.

11. СтэйнарНье. Эффективность нефтяного администрирования // Проблемы привлечения инвестиций в освоение ресурсов нефти и газа / Матер.Международ.научн. конф. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. С.34.

12. Положение о порядке осуществления мониторинга недр Республики Узбекистан // Собрание законодательства Республики Узбекистан. 19.05.2014 г. №20. ст. 225.

13. «Модельный кодекс о недрах и недропользовании для государств-участников СНГ» // Информационный бюллетень. Межпарламентская Ассамблея государств-участников Содружества Независимых Государств. 2003. № 30 (часть 2). С. 5-218.

14. Стратегия государственного управления недропользованием в Российской Федерации. – (Практические предложения, подготовленные с применением приемов системного анализа) - Тюмень.-2009.-С.61.

15. Определение ВАС РФ от 29.01.2009 №17602/08 по делу №А73-3892/2008-29//СПС «Консультант Плюс».

УДК 550.831

Применение мобильных геоэлектрических методов для оперативного обнаружения и картирования подземных водных потоков

С.П. Левашов¹, Н.А. Якимчук¹, И.Н. Корчагин², М.Я. Боровский³, к.г.-м.н., ген. директор

1 Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, г. Киев

2 Институт геофизики НАНУ им. С.И. Субботина, г. Киев,

3 ООО «Геофизсервис», г. Казань

Введение. Мобильные геоэлектрические методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (экспресс-технология СКИП-ВЭРЗ) [1, 3, 4] уже около двадцати лет активно применяются для оперативного решения различных геолого-геофизических задач, в том числе и поисков рудных и горючих полезных ископаемых. На протяжении этого времени технология СКИП-ВЭРЗ в комплексе с методами сейсмоакустического и георадарного зондирования широко использовалась при решении разнообразных задач приповерхностной геофизики. В частности, методы СКИП и ВЭРЗ неоднократно применялись для: а) поисков и картирования водоносных и водонасыщенных горизонтов, залежей минеральных вод; б) выявления и картирования зон повышенного увлажнения грунтов, подземных водных потоков техногенного и естественного происхождения, утечек из подземных водных коммуникаций [5]; в) обследования инженерно-геологических и гидрогеологических условий и мониторинга за их изменением на территориях расположения исторических и архитектурных памятников, зданий и заповедников [6]; г) проведе-

ния инженерно-геологических исследований на площадках строительства мостов, линий метро приповерхностного залегания, промышленных сооружений, жилых зданий и объектов социального и культурного назначения [2]; д) картирования зон загрязнения нефтепродуктами [7], и т.д. Большой объем выполненных работ на различных приповерхностных объектах позволяет резюмировать следующее.

1) Результаты выполненных исследований достаточно рельефно и убедительно демонстрируют негативное (разрушающее) воздействие подземных вод (потоков) на строящиеся объекты транспортной инфраструктуры, производственных и жилых комплексов, а также расположенные вблизи них здания и сооружения.

2) Имеются веские основания для достаточно обоснованных выводов о том, что при проведении проектных работ под строительство зданий, промышленных сооружений и объектов транспортной инфраструктуры необходимо в обязательном порядке принимать во внимание и учитывать подземные водные потоки. Игнорирование подземных потоков во многих случаях приводит к существенным потерям времени и финансовых ресурсов.

3) Обнаружение и картирование подземных водных потоков и участков повышенного увлажнения грунтов может оперативно осуществляться комплексом геоэлектрических методов СКИП, ВЭРЗ и георадарного зондирования. Эти практически апробированные мобильные методы могут также использоваться для решения специфических инженерно-геологических задач при строительстве жилищных комплексов, новых линий метрополитена приповерхностного залегания, других объектов культурного и промышленного назначения, а также для регулярного мониторинга инженерно-геологического состояния среды в районах уже построенных и введенных в эксплуатацию объектов.

Ниже анализируются результаты геофизических исследований с использованием геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ, а также георадарного зондирования на участке строительства жилого комплекса в г. Киеве, проведенных в феврале 2016 г.

Объект и задачи исследований. Участок строительства расположен на пересечении улиц В. Липковского, Механизаторов, Кавказская и Соломенская. На время проведения исследований в центральной части участка был вырыт котлован глубиной 5-6 м. На дне котлована появились истоки подземной воды, которые увлажняли почву и затрудняли проведение строительных работ. Откачка воды положительных результатов не дала, уровень воды в котловане быстро восстанавливался.

Основная задача исследований заключалась в оперативном обнаружении и картировании зон повышенного увлажнения грунтов, сформированных за счет подземных водных потоков. В процессе проведения работ осуществлялось также прослеживание путей миграции подземных водных потоков и выяснялись возможные источники их формирования.

Методы исследований. Геофизические исследования на участке строительства проведены с использованием геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ, а также георадарного зондирования разреза антенным блоком АБ 250 МГц. Отличительные особенности этих мобильных методов охарактеризованы в [1, 3, 4], а многочисленные результаты их практического применения описаны в [2, 5-7].

Съемка СКИП применялась для картирования зон повышенного увлажнения почв, определения путей миграции водных потоков. Методы электро-резонансного и георадарного зондирования использовались для определения глубин залегания и мощностей зон повышенного увлажнения и построения вертикальных разрезов увлажненных горизонтов.

Исходные материалы. До начала работ на участке строительства проведен весь необходимый комплекс инженерно-геологических изысканий, предусмотренный соответствующими нормативными документами. В процессе проведения изысканий на обследованной строительной площадке выполнены: а) рекогносцировочное обследование территории; б) механическое ударно-канатное бурение скважин; в) отбор проб почв (нарушенной и ненарушенной структуры) и воды; г) статическое зондирование грунтов; д) лабораторные испытания грунтов; е) стандартный химический анализ воды; з) камеральная обработка полевых и лабораторных данных; и т.д. Расположение инженерно-геологических скважин и разрезов, а также пунктов статического зондирования грунтов показано на рис. 1.

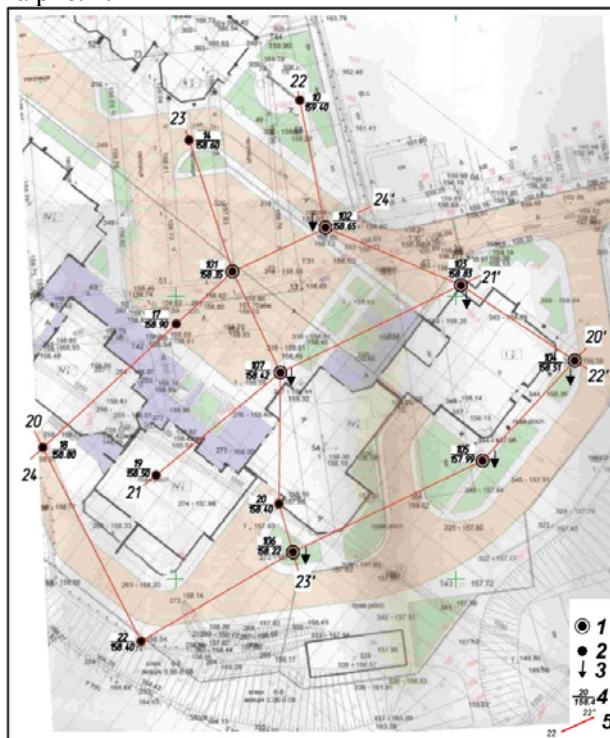


Рис. 1. Схема расположения инженерно-геологических скважин и пунктов статического зондирования грунтов. Масштаб 1:500. 1 – инженерно-геологическая скважина; 2 – скважина для инженерно-геологических изысканий; 3 – точка статического зондирования грунтов; 4 – номер скважины (точки зондирования) / абсолютная отметка устья; 5 – линия инженерно-геологического разреза

Рельеф участка характеризуется перепадом абсолютных отметок в пределах 157.50-169.30 м (в среднем, на большей части участка изменяется в интервале 158.00-161.00 м).

Геологический разрез участка исследований, на разведанную глубину до 35 м, представлен четвертичными отложениями, залегающими на сильно размытой поверхности толщи неогеновых «пестрых» глин, подстилаемых породами полтавской

серии миоцена (по архивным данным в юго-западной части участка неогеновые глины и породы полтавской серии полностью размыты и замещены четвертичными отложениями). Нижняя часть геологического разреза представлена породами харьковской серии палеогена. С поверхности верхнечетвертичные отложения перекрыты мощным слоем насыпных грунтов. В пределах разведанной глубины (35 м) гидрогеологические условия участка изысканий характеризуются наличием двух горизонтов подземных вод.

Результаты геофизических работ. По данным геоэлектрических исследований на участке строительства обнаружено и закартировано пять зон повышенной фильтрации грунтовых вод, обусловленных подземными водными потоками (рис. 2, 3).

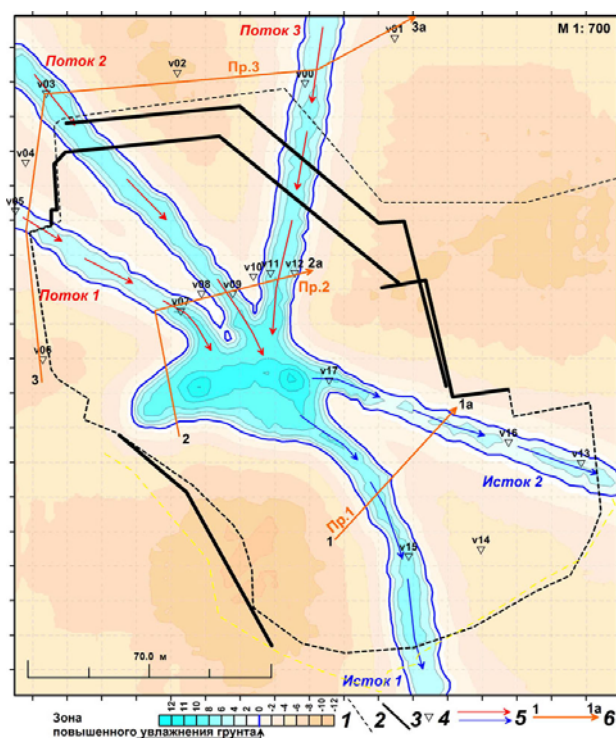


Рис. 2. Карта зон повышенной фильтрации грунтовых вод на участке строительства жилого комплекса в городе (по данным геофизических исследований на период 20.02.2016 г.). 1 – условные единицы относительного увлажнения грунтов; 2 – стена в грунте; 3 – ограждение строительного участка; 4 – точки зондирования ВЭРЗ; 5 – направления фильтрации грунтовых вод; 6 – георадарные профили № 1-3.

Три первых фильтрационных зоны (Потоки 1, 2, 3) связаны с миграцией подземных вод с северо-западной и северной сторон от участка строительства. Миграция осуществляется в юго-восточном и южном направлениях. Потоки пересекают улицу Кубанская, направляются в зону строительства и в центральной части участка объединяются, формируя значительную зону увлажненных пород. Ши-

рина потоков колеблется в интервале 5-8 м. Размеры зоны увлажнения – $55 \times 40 \text{ м}^2$. В этой зоне на период проведения работ был вырыт котлован, на дне которого наблюдались истоки подземной воды.

На участке обследования определены два подземных потока, которые отводят воду с обнаруженной зоны увлажнения в юго-восточном направлении.

Отбор воды из котлована уменьшал естественный отток воды, но не уменьшал ее поступления в котлован. Наиболее значительный вклад в отвод воды с участка сносит поток «Исток-1». Ширина данного потока приближается к 10 м. По зоне данного потока мигрирует основная масса воды, которая попадает на участок с южного склона балки. Зона «Исток-2» частично отводит воду в сторону улицы Кавказская.

В районе дома № 13 по этой улице сформировалась большая (крупная) зона увлажнения почвы (рис. 3). Зона формируется тремя подземными потоками. Данные потоки мигрируют с северной и северо-западной сторон.

На участке строительства обследование увлажненных зон проводилось методами георадарного и вертикального электрорезонансного (ВЭРЗ) зондирования. Положение георадарных профилей и пунктов вертикального зондирования показано на рис. 2. По данным зондирования построены вертикальные разрезы вдоль трех профилей. Разрез вдоль профиля 3 приведен на рис. 4.

Зондированием ВЭРЗ в вертикальном разрезе участка выделено два водоносных горизонта (рис. 4). Первый водный горизонт начинается с глубины около 6 м. Мощность горизонта не равномерна. На участке строительства в зонах фильтрационных потоков средняя мощность первого водного горизонта около 3.0 м. Абсолютные отметки кровли составляют 153-154 м, подошвы 150-151 м.

На части площади, за пределами водных потоков первый водный горизонт отсутствует, либо имеет небольшую мощность, до 0.5 м. Второй водный горизонт расположен на глубине 19-21 м. Средняя мощность второго горизонта около 2.0 м.

Основные проблемы при строительстве обусловлены зонами повышенной фильтрации первого водного горизонта.

С северной стороны участка строительства фильтрационные потоки прослежены на 50-60 м (рис. 3). Далее зоны увлажнения до улицы В. Липковского не регистрируются. Это дает основания предположить, что подземные потоки имеют техногенный характер происхождения и сформировались за счет утечек из подземных водных коммуникаций.

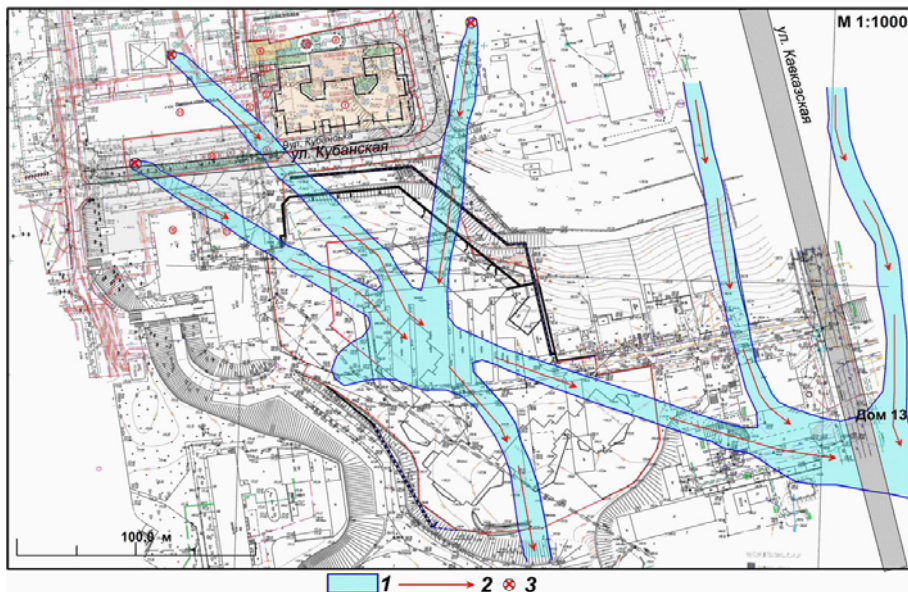


Рис. 3. Схема подземных водных потоков на плане участка строительства жилого комплекса в городе. 1 – участки повышенного увлажнения грунтов; 2 – направления миграции грунтовых вод; 3 – места возможных утечек из подземных водных сетей.

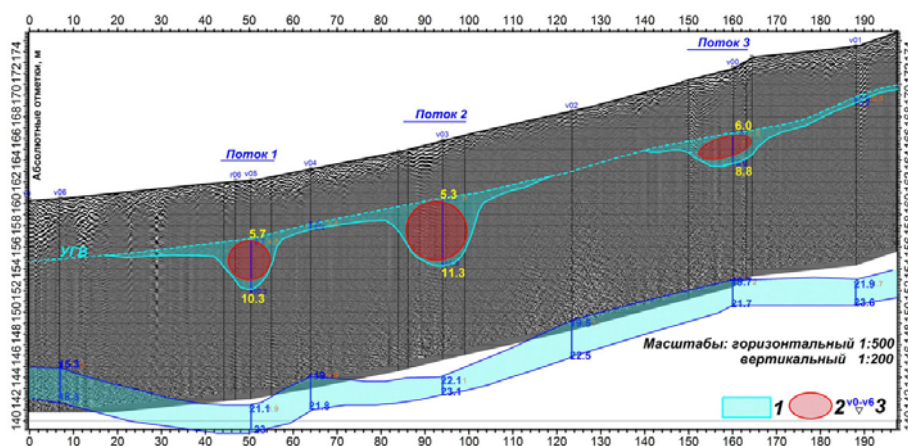


Рис. 4. Вертикальный разрез зоны увлажненных грунтов на строительном участке жилого комплекса в городе. Профиль 3. 1 – зона повышенного увлажнения грунтов; 2 – зоны повышенной фильтрации грунтовых вод (техногенные водные потоки); 3 – точки вертикального зондирования.

Выводы и рекомендации. Оперативно проведенные исследования показали, что основной причиной увлажнения грунтов на площадке строительства жилого комплекса является наличие трех подземных водных потоков техногенного происхождения. Они формируются за счет утечек из водных коммуникаций севернее и северо-западнее от участка строительства. Миграция воды осуществляется вниз по склону балки в центральную часть строительной площадки, в результате чего происходит увлажнение грунтов в интервале глубин 6-9 м. В пределах подземных водных потоков вполне вероятно развитие суффозионных процессов, что может привести к проседанию почв.

Для ликвидации опасных последствий увлажнения грунтов рекомендуется, по возможности,

определить и ликвидировать утечки из подземных водных коммуникаций, расположенных в верхней части балки. Однако ликвидация утечек не полностью решает проблему увлажнения грунтов. Если вдоль фильтрационных потоков сформировались суффозионные каналы, то они все время будут подпитываться ливневыми и талыми водами.

Наиболее оптимальным решением проблемы является строительство дренажной системы, которая позволит отводить грунтовые воды и направлять их в ливневый коллектор, находящийся на территории строительства жилого комплекса.

Обсуждение результатов. Материалы полевых работ свидетельствуют, что задача обнаружения и картирования подземных водных потоков в районе участка строительства решена оперативно, эффек-

тивно и в полном объеме. Анализируя приведенные конкретные результаты, а также многочисленные материалы практического применения мобильных геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ при решении других задач приповерхностной геофизики акцентируем внимание на следующие принципиальные моменты.

1. Выше мы уже отмечали, что на площадке строительства жилого комплекса в полном объеме выполнены инженерно-геологические изыскания в соответствии существующими на данный момент строительными нормами и требованиями, которые зафиксированы в соответствующих нормативных документах. Об объеме выполненных работ дает представление рис. 1, на котором представлена схема расположения инженерно-геологических скважин и пунктов статического зондирования грунтов. Следует акцентировать особое внимание на то обстоятельство, что в пределах участка выполнен значительный объем буровых работ. Бурением также выявлены и установлены два водоносных горизонта (об этом упоминалось выше). Однако водные потоки (и, в частности, их площадное положение, направление фильтрации, мощности потоков) в результате выполнения традиционного комплекса инженерно-геологических работ не были выявлены. Но именно подземные потоки являются основной разрушающей силой, недоучет которой уже привел к существенным проблемам на начальном этапе строительства жилого комплекса. К еще большим проблемам эти потоки могут привести в дальнейшем, если не выполнить необходимых технических мероприятий по их перехвату и отводу (нейтрализации).

2. В какой-то степени проблему выявления и установления параметров подземных водных потоков можно решить традиционными гидрогеологическими методами, путем наблюдений за перемещением грунтовых вод в скважинах. Однако эти методы исследований дорогостоящие, требуют значительных затрат времени на их проведение и не позволяют получить необходимую информацию о водных потоках в полном объеме.

3. Задачи практического обнаружения и картирования подземных водных потоков могут решаться (и решаются) в настоящее время также и традиционными (классическими) геофизическими методами, электрическими и электромагнитными, в частности. Однако решаются эти задачи в этих случаях опосредовано. В электрических (электромагнитных) методах, например, это осуществляется через выделение в соответствующих частях разреза зон (участков) пониженного сопротивления (повышенной проводимости) горных пород. В большинстве случаев 2Д и 3Д модели распределения

проводимости (сопротивления) в изучаемых фрагментах разреза получают в результате решения обратных задач геоэлектрики. Детальность и точность таких решений зависит от объема и схемы геоэлектрических измерений, проводить которые в условиях городской застройки и интенсивных помех очень сложно. Более того, при использовании классических геоэлектрических технологий этапы выполнения полевых измерений и последующей интерпретации данных разделены во времени, что не всегда позволяет оперативно оптимизировать схему измерений. Все это, в принципе, существенным образом снижает эффективность классических геоэлектрических (геофизических) методов при решении задач обнаружения и картирования подземных водных потоков.

4. Приведенные результаты, а также материалы исследований на других объектах [1-2, 5-7], свидетельствуют, что проблема обнаружения и картирования подземных водных потоков и водоносных горизонтов решается прямопоисковыми методами СКИП и ВЭРЗ эффективно, оперативно и в достаточном для принятия конкретных инженерных решений объеме. Этот комплекс позволяет оперативно и эффективно а) выделять зоны повышенного увлажнения грунтов; б) определять направления и пути миграции фильтрационных водных потоков естественного и техногенного происхождения; в) устанавливать глубины залегания и мощности обводненных горизонтов пород; г) определять по площади мощности рыхлых отложений, кровли дресвы и гранитного основания; д) выделять и трассировать в пределах участка работ тектонические нарушения, и т.д. Отдельные методы этого комплекса, а также весь комплекс в целом могут применяться для мониторинговых наблюдений на площадках строительства с целью определения влияния строящихся объектов на инженерно-геологические условия, как на участках застройки, так и на близлежащих территориях.

Заключение. Представленные материалы исследований изыскательского характера достаточно наглядно демонстрируют разрушающее воздействие подземных водных потоков на различные объекты современного города. Они также указывают на объективную необходимость выявления и картирования разрушительных подземных потоков еще на этапах проведения инженерно-геологических изысканий под строительство инженерных сооружений, зданий и объектов различного назначения. Игнорирование этой необходимости в большинстве случаев приводит к колоссальным временным и материальным затратам.

С другой стороны, результаты оперативных геофизических исследований, проведенных с использованием прямопоисковых геоэлектрических методов становления короткоимпульсного электромагнитного поля, а также вертикального электрорезонансного и георадарного зондирования, свидетельствуют об эффективности этого оперативного геофизического комплекса в решении задач обнаружения и картирования подземных водных потоков. Практическое применение этой технологии при проведении инженерно-геологических исследований под строительство крупных инженерных объектов может принести существенный экономический эффект за счет значительного сокращения длительности изыскательских работ и существенного уменьшения объемов бурения.

Многолетний положительный опыт успешного применения мобильных геоэлектрических методов СКВИ и ВЭРЗ для решения разнообразных практических задач позволяет констатировать об их существенном вкладе в становление «вещественной» парадигмы геофизических исследований, в рамках которой осуществляется «прямой» поиск конкретного физического вещества: газа, нефти, газогидратов, воды, рудных минералов и пород (золото, платина, серебро, цинк, уран, алмазы, кимберлиты, и т.д.). Эффективность геофизических методов, базирующихся на принципах этой парадигмы, выше традиционных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Электрорезонансное зондирование и его использование

для решения задач экологии и инженерной геологии // Геологический журнал. - 2003. - № 4. - С. 24-28.

2. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М. Оперативное проведение инженерно-геологических изысканий под застройку мобильными геоэлектрическими методами // Геоинформатика. – 2009. – № 4. – С. 33-37.

3. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований // Геофизический журнал. – 2012. – Т. 34, № 4. – С. 167-176.

4. Шуман В.Н., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояние и перспективы // Геоинформатика. – Киев, 2008. – № 2. – С. 22-50.

5. Bokovoy V.P., Levashov S.P., Yakymchuk M.A. Korchagin I.N., Yakymchuk Ju.M. Mudslide area and moistening zones mapping with geophysical methods on the slope of the Dniper river in Kyiv. 65nd EAGE Conference and Technical Exhibition. Stavanger, Norway, 2–5 June 2003. Extended Abstracts P208, 4 p.

6. Levashov S.P., Yakymchuk M.A. Korchagin I.N., Pyschaniy Ju.M., Yakymchuk Ju.M. Geophysical investigations on the Sophia Kyivska cathedral territory in Kyiv. Near Surface 2004 - 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Utrecht, The Netherlands, 6-9 September 2004a. Extended Abstracts P033, 4 p. <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=1805>.

7. Levashov S.P., Yakymchuk M.A. Korchagin I.N., Pyschaniy Ju.M. Oil polluted zones mapping by geoelectric methods. Near Surface 2004 - 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Utrecht, The Netherlands, 6-9 September 2004b. Extended Abstracts P002, 4 p. <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=1774>.

УДК 550.83.04

Геофизическое изучение участка проектируемой железной дороги

М.Я. Боровский, к.г.-м.н., ген. директор, **В.И. Богатов**, вед. геофизик, **В.Н. Филимонов**, вед. геофизик, **Е.Г. Фахрутдинов**, геофизик

ООО «Геофизсервис», г. Казань, e-mail: lilabor@mail.ru

При строительстве и эксплуатации инженерных сооружений важную роль играют быстро развивающиеся экзогенные геологические процессы. В Поволжском регионе, по интенсивности проявления, к числу таких процессов относятся, прежде всего, карст и оползни.

Практикуемое в большинстве случаев разбуривание отдельных участков по густой сети не всегда оправдывает себя, поскольку вероятность выявления карстовых полостей отдельными скважинами чрезвычайно мала; отсюда оценка закарстованности оказывается неполной и субъективной, что приводит в дальнейшем к осложнению эксплуатации инженерных сооружений.

Значительную помощь в оценке развития карстово-суффозионных процессов оказывают [1-5] методы разведочной геофизики. Известно использование геофизических методов для изучения карста с 30-х годов прошлого столетия.

Согласно ТСН 22-308-98 НН [6], геофизические исследования карста являются наиболее эффективными и экономичными методами в комплексе инженерных изысканий. Их применение целесообразно при оценке карстовой опасности на эксплуатируемых объектах, а также при проектировании новых зданий и сооружений первого и второго уровней ответственности. Геофизические работы должны предшествовать полевым опытным работам и бурению скважин.

Эффективным методом информационного обеспечения инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях служит [6] высокоточная гравиразведка. Последняя выполняется в микрогальном варианте. Имеется опыт проведения высокоточных гравиметрических измерений [4, 5] при изучении карстовых явлений на железной дороге.

Инженерно-геологическое истолкование данных высокоточной гравиразведки базируется на следующем.

Известно [1-5,7-14], что карстовые процессы, приводят к снижению плотности пород. В гравитационном поле это находит отражение в виде отрицательных локальных аномалий различной интенсивности.

Использование гравиразведки для поисков и разведки карстовых образований определяется глубиной залегания карстовых полостей и составом заполняющего их материала (табл.) [1].

Карстовые зоны разуплотнений представляют собой объекты [5], характеризующиеся неравномерной плотностью по всем направлениям и не имеющие четких границ раздела плотностей; эти зоны разуплотнения достаточно уверенно локализируются гравитационными аномалиями интенсивностью от 0,03 до 0,15 мГал. В условиях Поволжья основной гравитирующей границей в верхней части геологического разреза служит «контакт карстующихся и перекрывающих пород».

При инженерно-геологическом истолковании принято во внимание, что зоны развития карстующихся пород контролируются [7-9] зонами повышенной трещиноватости (зонами разуплотнения) осадочного покрова. Критериями выделения карстовых зон разуплотнения и зон повышенной трещиноватости являются [1-5,7-14] локальные минимумы силы тяжести.

Таблица

Плотности карбонатных пород и возможных заполнителей карстовых полостей (по Б.К. Матвееву)

Карбонатные породы и заполнители карстовых полостей	Плотность г/см ³		
	минимальная	максимальная	средняя
Карбонаты	2,3	3,0	2,7
Глина	1,5	2,2	1,9
Песок	1,4	2,0	1,7
Почва	1,1	2,0	1,5
Вода	1,0	1,19	1,1
Воздух	-	-	0,0013

На одном из участков проектируемой желез-

ной дороги Поволжского региона для оценки карстоопасности проведены высокоточные профильные гравиметрические измерения: шаг съемки 10 м, на отрезках сложного геофизического поля осуществлена детализация с расстоянием между пунктами наблюдений 5 м. Точность выполненной гравиметрической съемки обеспечивает выявление аномалий интенсивностью 0,04 мГал. Общая протяженность профилей 5870 пог. метров.

При определении методики выполнения геофизических работ приняты во внимание выводы О.В. Юргина [5] «Малые глубины залегания пород, разуплотненных суффозионно-карстовым процессом, требует высокой детальности гравиметрических наблюдений. Выполнение площадных съемок с шагом 5-10 метров очень трудоемко, поэтому на практике, чаще всего, применяется гравиметрическая съемка по отдельным профилям. В этом случае количественная интерпретация аномалий силы тяжести теряет смысл, так как взаимное расположение профиля и центра аномального тела остается неизвестным».

Ниже рассматриваются результаты инженерно-геологической интерпретации материалов высокоточной гравиразведки. Анализируются графики аномалии силы тяжести в редукции Буге, вычисленные с плотностью промежуточного слоя 1,8 г/см³, а также кривые остаточных аномалий. Исходные значения гравитационного поля приведены в условном уровне.

Полевые высокоточные гравиметрические измерения выполнены приборами ГНУ-КВ в профильном варианте, шаг по профилю 10 м. Детализация произведена с шагом 5 м.

Точность выполненной гравиметрической съемки обеспечивает выявление аномалий интенсивностью 0,04 мГал.

Применен следующий набор приемов качественной интерпретации, позволяющей выявить зоны разуплотнения, которые могут осложнить строительство основания земляного полотна железной дороги.

В результате обработки полевых гравиметрических измерений построены (Рис.1) кривые (в условном уровне) аномалий силы тяжести в редукции Буге.

Данные профильных высокоточных гравиметрических наблюдений, выполненных с шагом 10 м и 5 м, трансформированы. Такое преобразование способствует более четкому выделению локальных аномалий, отвечающих зонам разуплотнения коренных пород в верхней части геологического разреза.

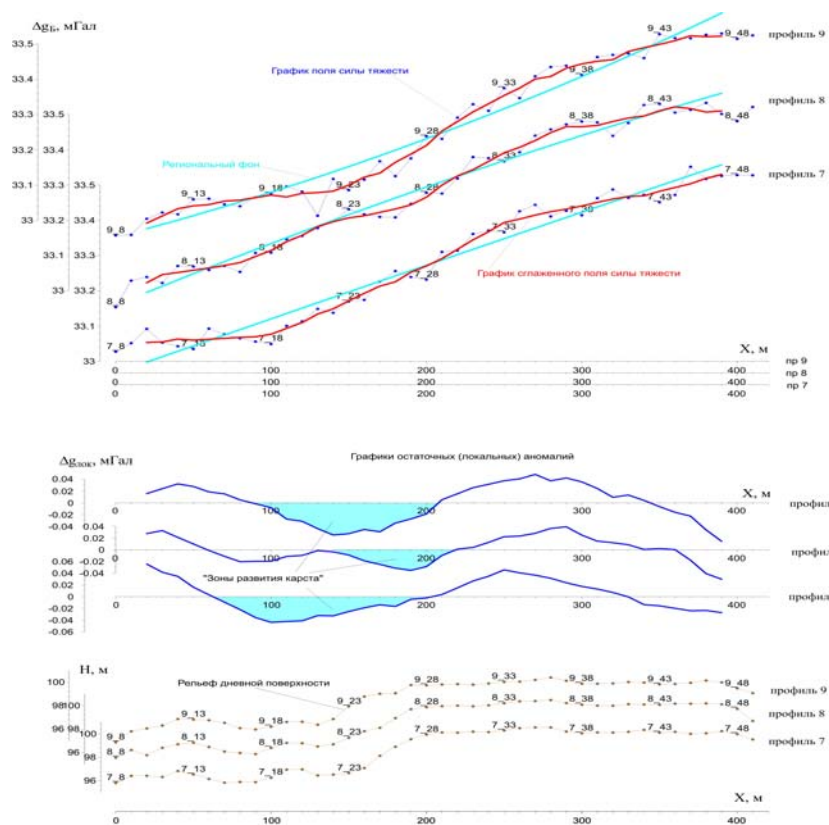


Рис.1 Графики гравиметрических аномалий ($\sigma=1,8 \text{ г/см}^3$, уровень условный)

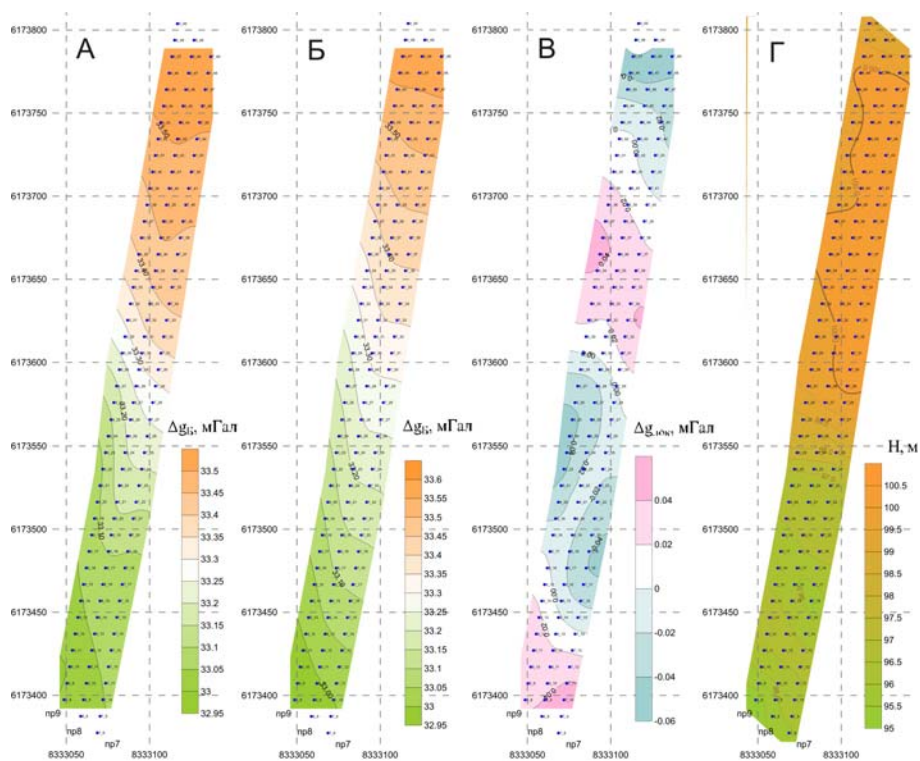


Рис. 2 Данные обработки гравиметрических измерений (профили 7,8,9)

А - аномалии (сглаженные по 5 точкам) силы тяжести в редукции Буге, плотность промежуточного слоя 1,8 г/куб.см; Б - региональный фон (поверхность 2-го порядка); В - локальные (остаточные) аномалии; Г - рельеф

Использован следующий алгоритм преобразования исходного поля силы тяжести Δg_b :

- Выполнено для подавления помех, обусловленных погрешностями наблюдения и влия-

нием мелких плотностных неоднородностей, усреднение в скользящем окне размером пять точек (радиус осреднения – 20 м).

- Вычислен по каждому из профилей нелинейный региональный фон полиномом второй степени, коэффициенты которого определены методом наименьших квадратов (исходная, сглаженная и фоновая составляющие поля показаны в верхней части рисунка 1).

- Рассчитаны остаточные (локальные) аномалии:

$$\Delta g_{\text{ост}} = \Delta g - \Delta g_{\text{р.фон.}}$$

Для иллюстрации характера изменения поля силы тяжести построено отображение геофизических и гипсометрических параметров (аномалий силы тяжести в редукции Буге, сглаженные по 5 точкам); регионального фона; локальных (остаточных) аномалий; рельефа дневной поверхности по данным топографо-геодезического обеспечения в плане (Рис. 2).

Гравиметрические измерения проведены по трем профилям субмеридианального направления. Общая протяженность профилей 1230 м. Особен-

ности геологического строения приповерхностной части разреза (Рис. 3) характеризуются материалами инженерно-геологических скважин.

Гравитационное поле участка монотонно возрастает (Рис. 1, 2) с юга на север. Значения аномалий силы тяжести в редукции Буге варьируют от 32,9 мГал до 33,5 мГал. На профилях выделяются локальные минимумы силы тяжести различной амплитуды. Данные возмущения геофизического поля наиболее четко отмечаются на графиках остаточных аномалий. Интенсивные (0,035-0,05 мГал) отрицательные аномалии фиксируются (Рис. 1) на профиле 7, профиле 8 и профиле 9. В пределах локальных минимумов (центральные части профилей 7, 8, 9) фиксируются (Рис. 4) сгущения отрицательных элементов рельефа дневной поверхности в виде воронок и впадин, свидетельствующих об активном проявлении экзогенных геологических процессов.

Общая длина прогнозируемых зон разуплотнения (наиболее интенсивные отрицательные аномалии) 345 м, что составляет 28% от общей (1230 м) протяженности профилей.



Рис. 3 Геолого-литологическая колонка инженерно-геологической скважины.

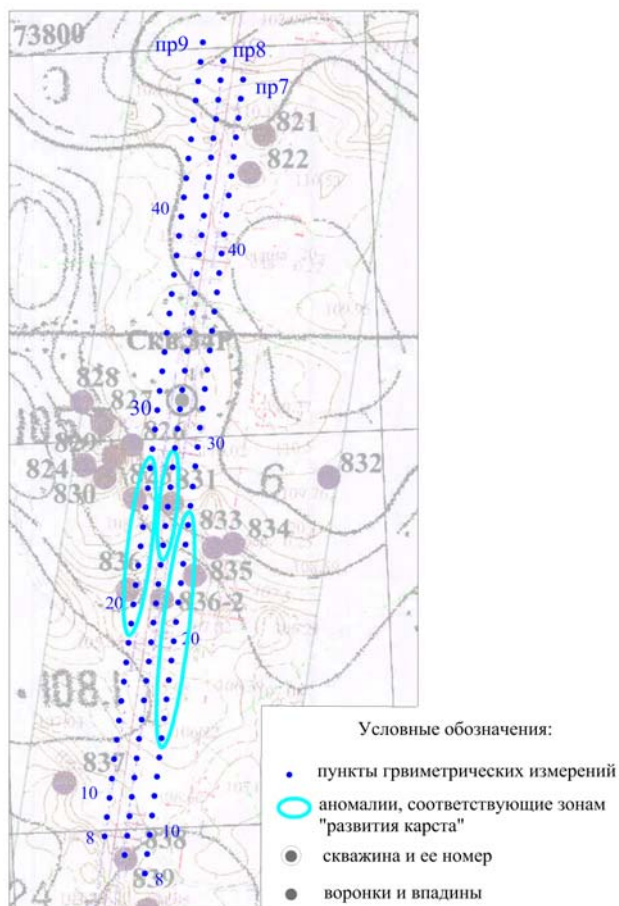


Рис. 4 Схема расположения зон повышенной трещиноватости и закарстованности по данным высокоточной гравиметрической (профили 7, 8, 9)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневицкий П.В., Пинягина Л.В. Применение геофизических методов для изучения закарстованности месторождений карбонатных пород // Обзор. Сер. IX. Регион., разв. и промысл. геофизика. М.: ВИЭМС, 1975.– 48 с.
2. Ляховицкий Ф.Н., Хмелевской В.К., Яценко З.Г. Инженерная геофизика. – М.: Недра, 1989. – 252 с.
3. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. – М.: Недра, 1990. – 501 с.
4. Леоненко М.В. Методика оценки карстоопасности территории по результатам геофизических исследований (на примере Нижегородской области) // Автореф. дисс. к.г.-м.н.– М.: ПНИИИС, 1996. – 23 с.

5. Юргин О.В. Высокоточная гравиметрия при измерении гравитационных эффектов малоглубинного происхождения // Автореф. дисс. к.т.н. Пермь: ГОУВПО «Пермский государственный университет, 2006. – 23 с.
6. ТСН 22-308-98 «Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области». Система нормативных документов в строительстве. Территориальные строительные нормы Нижегородской области. – Нижний Новгород, 1999.
7. Слепак З.М. Применение гравиметрии для изучения нефтегазоносных структур. – М.: Недра, 1980. – 152 с.
8. Слепак З.М. Геофизический мониторинг при сохранении памятников архитектуры на примере Казанского Кремля – Казань: Изд-во Казанского университета, 1999. – 176 с.
9. Слепак З.М. Геофизика для города – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2007. – 247 с.
10. Боровский М.Я. Плотностные неоднородности верхней части разреза // Разведочная геофизика – Л.: 1984, вып. 99. – С. 110-112.
11. Боровский М.Я., Газеев Н.Х., Нургалиев Д.К. Геоэкология недр Республики Татарстан: Геофизические аспекты. – Казань: Экоцентр, 1996. – 316 с.
12. Боровский М.Я., Кузнецов Г.Е., Хасанов Д.И. Геофизические поиски минерального строительного сырья. – Казань: изд-во «Плутон» АН РТ, 2003.– 176 с.
13. Гравиметрия. Справочник геофизика / Под ред. Е.А. Мудрецовоной. – М.: Недра, 1981. – 397 с.
14. Сафронова И.Б., Голосов В.П. и др. Геофизические методы исследования карстово-суффозионных зон, ВИЭМС, М, 1986
15. Инструкция по гравиметрии. – М.: Недра, 1980. – 80 с.
16. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. – М.: Недра, 1997. – 51 с.
17. Методические рекомендации по изучению инженерно-геологических явлений, связанных с карстом.– М.: ротاپринт ВСЕГИНГЕО, 1971.– 65 с.
18. Методические рекомендации по изучению карста при поисках и разведке месторождений карбонатных пород.– Казань, 1987.– 97 с.
19. Никитин А.А. Статистические методы выделения геофизических аномалий. – М.: Недра, 1979. – 280 с.
20. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований. М., Госстрой РФ, 2004

УДК 550.831

Оценка естественной защищенности недр по гравиметрическим данным

М.Я. Боровский, к.г.-м.н., ген. директор, **В.И. Богатов**, вед. геофизик, **В.Н. Филимонов**, вед. геофизик, **Е.Г. Фахрутдинов**, геофизик

ООО «Геофизсервис», г. Казань, e-mail: lilabor@mail.ru

На территории Татарстана одним из негативных процессов являются перетоки жидкости, возникающие при разработке залежей нефти. Они приводят к значительным изменениям геологической

среды, вызывают загрязнение пресных поверхностных и подземных вод. Этому способствует [1] наличие путей перетока: незацементированное кольцевое пространство скважин, дизъюнктивные

нарушения и литологические «окна». В качестве последних при оценке защищенности пресных подземных вод снизу и рассматривается, обычно, наличие карста (Рис. 1) в нижнепермской водоупорной карбонатно-сульфатной толще.

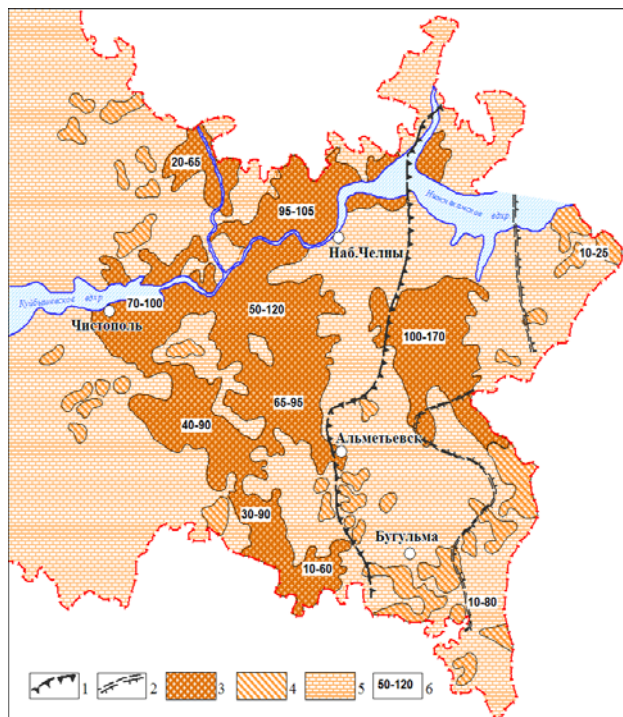


Рис.1. Карта закарстованности нижнепермской сульфатно-карбонатной толщи [1]

Границы распространения отложений: 1 - артинских и нижнекунгурских, 2 – верхнекунгурских. Защищенность пресных подземных вод снизу в зависимости от развития карста: 3 – плохая (1 балл), закарстована вся или большая часть нижнепермской толщи; 4 – слабая (2 балла), закарстована кровля нижнепермской толщи; 5 – удовлетворительная (3 балла), карст не развит; 6 – суммарная толщина закарстованных пород, м

Загрязнение приповерхностной части разреза осуществляется со стороны подошвы пласта, когда пьезометрический уровень (пластовое давление) верхнего водоносного горизонта оказывается меньше, чем нижележащего, при отсутствии между ними надежного водоупора.

При бурении глубоких скважин в нефтяных районах Татарстана в закарстованных породах трудно добиться подъема цемента за кондуктором до устья скважины: именно здесь больше всего необходимы защита обсадной колонны от наружной коррозии и разобщение водоносных пластов друг от друга. В нижнепермских отложениях распространены слабо минерализованные (3-5 г/л) сульфатные кальциевые воды, непригодные для хозяйственно-питьевых целей. При отсутствии или недостаточной высоте подъема цемента за кондукто-

ром возникают заколонные перетоки этих вод вверх до горизонтов пресных вод с изливом на поверхность. Карстовые воды также часто содержат сероводород, поэтому скорость коррозии металла значительно возрастает. Неподъем цемента в интервале развития карста приводит к преждевременному нарушению герметизации колонны.

Предотвратить перетоки может лишь полное перекрытие затрубного пространства. Надежному подъему цемента за кондуктором до устья скважины наряду с карстом в нижнепермских отложениях препятствуют доплиоценовые речные врезы глубиной до 180 метров. Пластичные глины с прослоями рыхлых песков, которые выполняют палеодолины, не держат стенки скважин при бурении, препятствуют спуску кондуктора и подъему цемента до устья. В этом случае для надежной изоляции пресных вод требуется спуск дополнительной колонны.

Заколонные перетоки жидкости вероятны (Р.Л. Ибрагимов, А.Г. Пухов, 1989) при определенном перепаде пластовых давлений между отдельными горизонтами при наличии тектонических нарушений (разломов, зон повышенной тектонической трещиноватости). Следует иметь в виду, что оценка естественной защищенности пресных подземных вод снизу представляет значительные трудности.

Геофизическому изучению карста уделяется (Ф.М. Ляховицкий и др., 1989; А.А.Огильви, 1990) достаточно много внимания. Разработаны технологии исследования карстоопасных зон и массивов. В частности, при оценке влияния зон развития карста на результаты высокоточных гравиметрических измерений в одном из районов Чистопольского Закамья Татарстана использованы (М.Я. Боровский и др., 1996) материалы сейсмокаротажа структурно-параметрических скважин. Определение плотности осуществлялось по корреляционной связи между плотностью и скоростью, установленной В.М. Березкиным. В верхней части разреза выделен сильный плотностной контакт (со значением эффективной плотности - $0,19 \text{ г/см}^3$) между закарстованными образованиями и неизменными породами нижнего отдела пермской системы. По данным гравитационного моделирования амплитуда локальных гравитационных минимумов может достигать 1 мГал и более.

Совместное использование материалов бурения и гравиразведки позволяет построить карты изопакит, обладающих большей детальностью (Рис. 2а), чем аналогичные карты, составленные (Рис. 2б) только по данным бурения. Это дает возможность прогнозировать участки с развитым карстом.

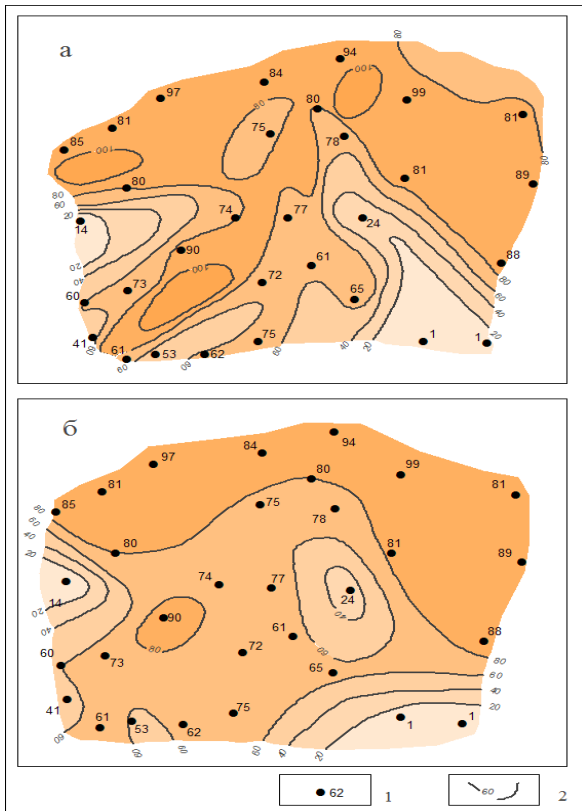


Рис.2. Карты изопачит выщелоченных пород нижней перми, по данным бурения (б), бурения и гравirazведки (а)
 1 – структурные скважины и мощность выщелоченных пород (в метрах); 2 – изопачиты закарстованных пород нижней перми

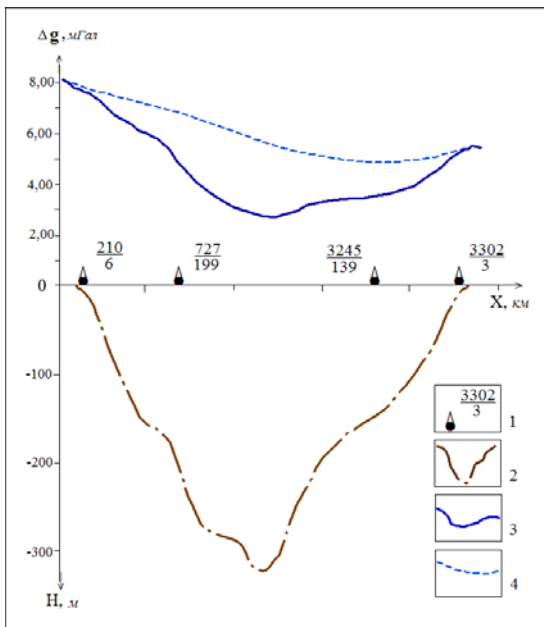


Рис.3. Отображение неогеновой долины в поле силы тяжести (по Н.И. Тюрину, Л.А. Жарковой)
 1 – скважины: в числителе номер скважины, в знаменателе мощность неогеновых отложений; 2 – подошва неогеновых отложений; 3 – аномальная кривая Δg; 4 – восстановленный, с учетом мощности неогеновых отложений, региональный фон

Благоприятные физико-геологические предпосылки (Л.Д.Немцов,1967; Н.И. Тюрин, Л.А. Жаркова,1978) позволяют с большой достоверностью (Рис.3) выявлять и картировать зоны и участки развития четвертично-неогеновых отложений увеличенной мощности.

В настоящее время разработан методический подход (М.Я. Боровский, Н.Х. Газеев, Д.К. Нургулиев, 1996) для оценки природной защищенности геологической среды сверху. Имеются (З.М. Слепак, 1989, 2015; В.П. Степанов и др., 2005; В.М. Березкин, 1973) формулы для вычисления плотности в условиях естественного залегания горных пород.

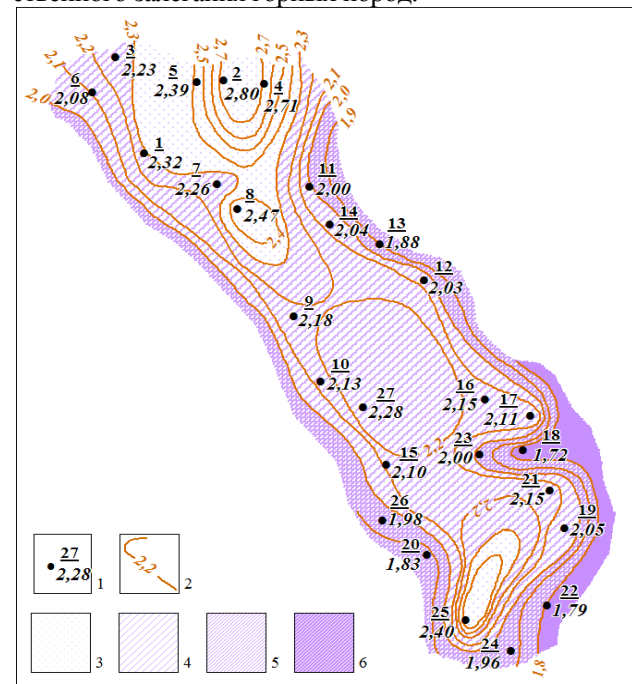


Рис.4 Карта оценки защищенности пресных подземных вод сверху по данным гравirazведки Мамадышский участок, Республика Татарстан
 1 – изоденсы (линии равных плотностей, г/см³;
 2 – пункты определения плотности и ее значения;
 Защищенность: 3 – хорошая, 4 – удовлетворительная, 5 – слабая, 6 - плохая

Составленная (Рис.4) карта поверхностных пород Мамадышского участка Татарстана (В.П. Степанов, В.В.Дорофеев, И.Н. Стефанов, 1970) впервые в 1996 году использована для оценки естественной защищенности пресных подземных вод сверху. В зависимости от плотности пород, слагающих дневной рельеф, М.Я. Боровским выделены четыре категории защищенности вод:

- хорошая, комплексы пород, характеризующиеся высокой плотностью ($\sigma_m = 2,3 \text{ г/см}^3$), т. е. приповерхностная часть разреза сложена слабо проницаемыми низкопористыми отложениями;
- удовлетворительная ($\sigma_m = 2,30-2,00 \text{ г/см}^3$);
- слабая ($\sigma_m = 2,00 -1,80 \text{ г/см}^3$);
- плохая ($\sigma_m < 1,80 \text{ г/см}^3$) – комплексам пород свойственны высокая проницаемость и пористость.

Изучением зон трещиноватости методами геофизической разведки занимались многие исследователи (Б.А. Андреев, 1960; З.М. Слепак, 1980-2015; В.П. Боронин, В.П. Степанов, Б.Л. Гольштейн, 1982; В.П. Степанов, В.П. Боронин и др., 1983; В.П. Степанов, 2002). Представительная информация по методике изучения проявлений диастрофизма земной коры дана в обобщающей сводке А.В. Петухова (2002).

Результаты экспериментальных геофизических измерений в области сочленения Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода (Лангуевское, Урмышлинское месторождения нефти) позволили М.Я. Боровскому, Р.З. Мухаметшину, Б.В. Успенскому еще в 1991 году для центральных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции рекомендовать высокоточную гравиразведку в качестве одного из ведущих методов подготовки месторождений углеводородного сырья к разработке. В дальнейшем методология применения гравиразведочных работ для этапов освоения залежей нефти и природных битумов авторами уточняется и дополняется.

Использование высокоточной гравиразведки, как мобильного, “малозатратного” метода в новом качестве (для решения экологических задач) базируется на следующих положениях.

- Тектоническая природа гравитационных аномалий над зонами развитой трещиноватости осадочной толщи подтверждается данными других геолого-геофизических методов (Рис.5) и результатами математического моделирования.
- Наличие узких зон повышенной трещиноватости надфундаментного разреза требует применения плотных систем наблюдений (гравиразведка 3D): 50×50 м,

50×100 м, 50×150 м. Оптимальный вариант – регулярная квадратная сеть измерений.

- Интенсивность аномалий силы тяжести, обусловленных зонами повышенной тектонической трещиноватости, достигает значительных величин: возможно применение серийно выпускаемых гравиметров ГНУ-КВ и др.

- Методика полевых наблюдений предполагает: измерения на прямолинейных и протяженных профилях; соответствие масштаба съемки размерам изучаемых объектов; выход гравиметрического профиля в нормальное поле силы тяжести (т.е. за пределы аномалиеобразующего объекта), что способствует повышению достоверности геологических результатов.

- Интерпретация гравиметрических данных выполняется по методике «ГОНГ» (И.Н. Михайлов, 1983).

- Получение информации в сложных поверхностных условиях: застроенность местности, присутствие металлических и энергопроводящих сооружений и т.п.

- Экологическая приемлемость: отсутствие негативного воздействия на окружающую среду.

- Подготовка геолого-геофизической основы для последующего геофизического мониторинга при контроле за добычей углеводородного сырья, эксплуатации подземных газовых хранилищ, водозаборных сооружений, полигонов твердых бытовых отходов и т.д.

Реализация гравиметрического метода как основы оперативного прогнозирования природных факторов естественной защищенности геологической среды способствует уменьшению или предотвращению негативных последствий геологоразведочного процесса в районах освоения минерально-сырьевых ресурсов и территорий интенсивного гражданского и промышленного строительства.

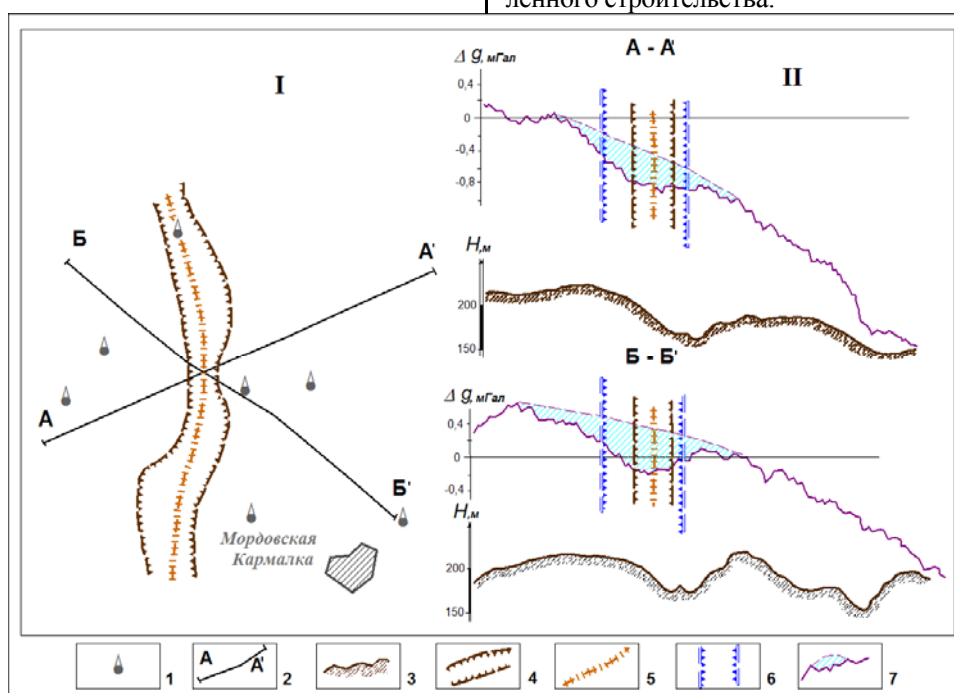


Рис.5. Выделение зон повышенной тектонической трещиноватости по данным высокоточной гравиразведки Урмышлинское месторождение нефти
I – схема расположения геофизических профилей; II – гравитационные аномалии по профилям AA¹, BB¹:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Б.В., Ибрагимов Р.Л., Пухов А.Г. Основные принципы типизации геологической среды нефтедобывающих районов в природоохранных целях // Пути повышения эффективности геологоразведочных работ в ТАССР. - Бугульма, ТатНИПИнефть. Вып. 60. 1987. – С. 60-74.

2. Боровский М.Я., Газеев Н.Х., Нургалиев Д.К. Геоэкология недр Республики Татарстан: геофизические аспекты. Казань: Экоцентр, 1996. – 316с.

3. Боровский М.Я., Мухаметшин Р.З. Геофизическая разведка – важнейший элемент эффективного освоения месторождений нефти горизонтальными скважинами // Разработка нефтяных месторождений горизонтальными скважинами: Материалы семинара-дискуссии, Альметьевск, 24-26 июня 1996 года. – Казань: Новое Знание, 1998. – С. 149-153.

4. Методология изучения строения кристаллического фундамента и осадочного чехла Волжско-Камской антеклизы по комплексу геолого-геофизических данных. / В.П. Степанов, А.В. Степанов, И.В. Степанов – Казань: Плутон, 2005. – 428 с.

5. Слепак З.М. Гравиразведка в нефтяной геологии. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2005. – 224 с.

6. Боровский М.Я., Богатов В.И., Борисов А.С., Фахрутдинов Е.Г. Методические основы прогнозирования естественной защищенности недр по данным структурной гравиразведки // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М.: ВНИИОЭНГ. – 2011. – №8. – С. 40–46.

7. Боровский М.Я., Борисов А.С., Богатов В.И., Фахрутдинов Е.Г. Высокоточная гравиразведка в природоохранных целях // Теория и практика нефтяной геофизики: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 90-летию А.К. Урупова (21–22 ноября 2013 г.) / гл. ред. В.И. Костицын; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2013. – С. 60–66.

8. Боровский М.Я., Богатов В.И., Ефимов А.А. Гравиметрическая разведка – эффективный инструмент оценки естественной защищенности геологической среды // Инженерная и рудная геофизика: тезисы докладов третьей Международной научно-практической конференции, Геленджик. 23-27 апреля 2007 года. Геленджик: EAGE, 2007.- С. 177-178.

9. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики / А.А. Огильви. – М.: Недра, 1990. – 501 с.

УДК 556.5.06

Использование данных гидрометеорологических исследований при планировании работ на водных объектах

А.Т. Горшкова, к.г.н., зав. лабораторией, **О.Н. Урбанова**, с.н.с., **О.Г. Павлова**, м.н.с., **Н.В. Бортникова**, н.с., **А.Р. Валетдинов**, к.т.н., с.н.с.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: agorshkova@gmail.com

При планировании различного рода работ на водных объектах, начиная с разработки строительной проектной документации и самого процесса строительства (новое строительство, расширение или реконструкция предприятий и сооружений), возникает потребность получения необходимых и достаточных материалов для принятия обоснованных проектных решений. Обязательными являются сведения о гидрографической сети района изысканий; основных чертах режима водных объектов; климатических условиях и метеорологических характеристиках; опасных процессах и явлениях, в том числе и техногенных; использовании водных ресурсов и хозяйственной деятельности в бассейнах рек; о местах размещения постов и створов наблюдений Росгидромета, других министерств и ведомств, а также наличии материалов этих наблюдений, материалов гидрометеорологических изысканий прошлых лет и возможности их использования при решении конкретных задач [1].

Рассчитать обеспеченные значения необходимых гидрологических характеристик в определенном створе реки или ее участка, можно используя, в первую очередь, материалы многолетних наблюдений, полученных на постах Росгидромета. Для

этого нужна достаточно густая сеть пунктов, ведущих наблюдения за стоком рек в течении длительного периода. Однако, в ходе своего развития стационарная гидрометрическая сеть постоянно преобразовывалась – число станций и постов то увеличивалось, то уменьшалось. Причиной этому явилось то, что преобладающее число гидрологических пунктов наблюдений открывались для решения конкретных вопросов по использованию речных вод в отдельных районах и не предназначались для систематического изучения речного стока и выяснения зависимости его от физико-географических факторов. В пунктах, являющихся замыкающими для крупного бассейна, сочетание физико-географических факторов водосбора обычно оказывает компенсирующее влияние на величину стока. В настоящее время государственная гидрометеорологическая стационарная сеть очень ограничена, и даже намечена тенденция ее дальнейшего уменьшения, что создает «информационный голод» в отношении гидрологических объектов конкретной территории, не позволяющий надежно определить их гидрологические характеристики.

Необходимость постоянного обновления различных данных и сведений обо всех значимых

процессах и явлениях, учитываемых при планомерном освоении конкретной территории, и, в первую очередь, при проектировании различных водохозяйственных мероприятий, решается проведением полевых рекогносцировочных и специализированных гидрологических обследований. Рекогносцировочное обследование, которое выполняется независимо от степени изученности территории, является первым необходимым этапом самого общего ознакомления с гидрологическим объектом, результатом которого является своего рода «инвентаризация» всех значимых особенностей территории. Специализированные обследования требуют гораздо больше усилий и времени на свое проведение, так как они всегда являются комплексными, позволяющими получить не только количественные характеристики гидрологического объекта, важность которых для территории была оценена на рекогносцировочном этапе, но и сведения геологического, геодезического и экологического плана [2].

В процессе рекогносцировочного обследования выбирается водный объект или его участок для водопользования; площадка для строительства сооружения; выявляются участки проявления опасных гидрометеорологических процессов и явлений; уточняются гидравлические характеристики русел рек и их пойменных участков, а также выполняются и некоторые виды инструментальных геодезических и гидрометрических работ - измерение расходов воды, отбор проб на химический и бактериологический анализы, нивелирование месток высоких вод, продольных уклонов воды и поперечных профилей русла реки, ее долины и т.д.

Весной 2016 года авторы приняли участие в рекогносцировочном обследовании ряда малых рек Республики Татарстан с целью обоснования принятия проектных решений и разработки мероприятий по охране окружающей среды в рамках проведения «Года водоохранных зон в Татарстане». По программе благоустройства водоохранных зон было запланировано обустройство 19 объектов в 19 муниципальных образованиях республики, для чего необходимо было разработать ряд мероприятий «по привлечению внимания общества к вопросам сохранения и восстановления водных объектов, сохранения среды обитания водных биологических ресурсов, создания комфортных условий для населения» [3,4].

В ходе рекогносцировочного обследования рек Саба, Казанка и Ошма был собран, систематизирован, обработан и проанализирован материал гидрометеорологических наблюдений; сделана оценка современного состояния компонентов природной среды, режима водных объектов и условий обу-

ройства береговой полосы; разработаны экологические рекомендации, а также меры по восстановлению и оздоровлению природной среды. Полученные материалы были использованы при разработке проектов по обустройству береговых зон. На реке Саба предусматривалось строительство «Набережной «Реки Саба»», на р. Ошма сооружение «Парка «Мамадыш»», на реке Казанка – «Парк «Пляжная зона».

Река Саба является 8 правым притоком р. Казанка (19 правый приток р. Меша). Занесена в Государственный водный реестр РФ под кодом 11010000312112100004228. Течет с севера на юг почти в меридиональном направлении через пгт Богатые Сабы. При общей длине реки в 15.8 км, в пределах пгт Богатые Сабы находится только 4.44 км русла водотока. Суммарная длина береговой линии в пределах поселка равна 11.75 км и при нормативе ширины водоохранной зоны в 100 м [5], площадь водоохранных зон должна достигать 1175 м². Но соблюдение норматива 100 м ширины водоохранной зоны отмечено только на протяжении 1.76 км длины реки, а на протяжении 2.68 км в пределах поселка водоохранная зона составляет в среднем 15 м. Постоянные гидрометрические наблюдения на р. Саба не ведутся. Однако, в ходе неоднократных полевых обследований выявлено, что питание у реки смешанное, с преобладанием снегового (до 75 %). Гидрологический режим характеризуется высоким половодьем и очень низкой меженью. Средний многолетний слой годового стока в бассейне составляет 134 мм, слой стока половодья 100 мм. Средняя скорость течения реки составляет 0.25 м/сек. Модуль подземного питания составляет 0.5-1.0 л/сек*км². Река соответствует 2-ой рыбохозяйственной категории.

Литогеологические, гидрогеологические и геоморфологические условия бассейна р. Саба способствуют развитию эрозионных процессов, представленных в виде обваливания (при крутизне склонов 50-55°), осыпания (при крутизне склонов не менее 35°), оползания склонов и берегов (на склонах с крутизной более 7-8°). Эти процессы усиливаются во время весенних половодий, особенно на незадернованных склонах южной и западной экспозиций, сложенных рыхлыми слабосцементированными породами.

Районный центр Богатые Сабы расположен по обоим берегам р. Саба. Территория поселка в целом характеризуется сложным рельефом с общим уклоном 2⁰ в сторону реки и абсолютными отметками 125-180 м. Сложность рельефа территории поселка формируется наличием большого количества оврагов, глубиной от 6 до 15 м и протяженностью от 80 м до 3 км. Все овраги нахо-

дятся в неактивной стадии, склоны их задернованы и не требуют специальных мероприятий по благоустройству [6]. Такой рельеф придает территории поселка, охваченного интенсивным хозяйственным освоением, не только определенную красоту, но и оказывает негативное воздействие на строительные объекты и жизнедеятельность людей. В то же время и хозяйственная деятельность способствует развитию эрозионных процессов.

По данным рекогносцировочного обследования даны следующие экологические рекомендации: расчистить русло р. Саба от мусора, а на периодически затапливаемой пойме произвести частичную вырубку кустарниковой растительности; предусмотреть благоустройство (при необходимости ремонт) магистрального каркаса (пешеходные и транспортные мосты) в местах пересечения речного русла и водоохраных зон р. Саба; в целях предотвращения возникновения оползневых процессов необходимо укрепить правый берег на расстоянии 200 м бутовым камнем.

Река Ошма является *67 правым притоком р. Вятка*. Занесена в Государственный водный реестр РФ под кодом 1001030001211110040752. Течет в юго-восточном направлении, впадая в р. Вятка в г. Мамадыш. При общей длине реки 30.0 км, в пределах города расположено только 6.87 км русла водотока. Суммарная длина береговой линии в пределах г. Мамадыш равна 13.74 км и при нормативе ширины водоохраной зоны в 100 м [5], площадь водоохраных зон должна достигать 1374 м². Но соблюдение норматива 100 м ширины водоохраной зоны отмечено только на протяжении 2.08 км длины реки, а на протяжении 4.79 км в пределах города водоохранная зона составляет в среднем 8 м. Постоянные гидрометрические наблюдения на р. Ошма никогда не проводились. Но, в ходе неоднократных полевых обследований выявлено, что питание у реки смешанное, с преобладанием снегового (до 64 %). Гидрологический режим характеризуется высоким половодьем и очень низкой меженью. Средний многолетний слой годового стока в бассейне составляет 137 мм, слой стока половодья 88 мм. Средняя скорость течения реки составляет 0.36 м/сек, но в устьевой зоне она слишком уменьшается в результате подпора течением р. Вятка. Модуль подземного питания составляет 1.0-8.0 л/сек*км². Река соответствует 2-ой рыбохозяйственной категории.

Город Мамадыш вытянут в меридиональном направлении вдоль р. Вятка, а р. Ошма, протекающая в широтном направлении на восток, делит его на два жилых массива - северный и южный. Местоположение города на правом высоком берегу

р. Вятка способствует развитию на его территории современных эрозионных процессов, проявляющихся в виде оползней, промоин, подмыва берегов. В пределах города выявлены территории сезонного затопления (весной частично затапливается правый берег р. Ошмы). Качество воды р. Ошма в летнюю межень соответствует 4 и 5 классу – грязная, что требует строительства очистных сооружений.

По данным рекогносцировочного обследования даны следующие экологические рекомендации: поскольку благоустройство береговой полосы р. Ошма (строительство парка) является логическим продолжением строящейся в рамках федерального проекта набережной р. Вятка, то и устье р. Ошма необходимо зафиксировать в бетонные берега; наземные растительные формации необходимо постричь, разрядить, оформить в аллеи; предусмотреть строительство пешеходного моста и ремонт транспортного моста в местах их пересечения с руслом Ошмы; запланировать строительство очистных сооружений для приведения качества сточных вод, поступающих в р. Ошма, к нормативным показателям; канализовать город, ликвидировать источники загрязнения с локальных выбросов (обязать каждое предприятие-водопользователь обзавестись очистными сооружениями).

Река Казанка является *63 левым притоком р. Волга (Куйбышевское водохранилище)*. Занесена в ГВР РФ под кодом 11010000112112100003182. Река течет в юго-западном направлении, впадая в Куйбышевское водохранилище у г. Казань. Длина р. Казанка 140 км, в пределах г. Арска, расположенного в 106 км от устья, расположено 9.24 км русла водотока. Суммарная длина береговой линии в пределах г. Арск равна 18.48 км и при нормативе ширины водоохраной зоны в 200 м [5], площадь водоохраных зон должна достигать 3696 м². Но соблюдение норматива 200 м ширины водоохраной зоны отмечено только на протяжении 7.58 км длины реки, а на протяжении 1.66 км в пределах города водоохранная зона составляет в среднем 100 м. Гидрометрические наблюдения на р. Казанка проводились на 11 гидрологических поста, 9 из которых вели наблюдения в течение 1-5 лет. Материалы этих наблюдений не были опубликованы в Гидрологических ежегодниках и в большинстве своем остаются неизвестными широкому кругу специалистов. В настоящее время наблюдения за режимом ведутся на станции у г. Арска (с 1934 года). Питание реки смешанное, в летний период - устойчивое подземное. Модуль подземного питания в бассейне составляет 0.5-5.0 л/сек*км², а в низовьях - до 10.0 л/сек*км². Основным элементом, определяющим характер подземного питания рек бассейна р. Казанки, при прочих однородных гео-

лого-почвенных условиях, являются тектонические особенности рельефа кровли нижнеказанских отложений, а степень его зарегулированности — развитием карстовых явлений в бассейне, наличием постоянного глубинного питания. Река имеет характерный гидрологический режим: высокое половодье с интенсивным поднятием уровней воды, непродолжительным максимумом половодья и сравнительно быстрым его спадом и устойчивую продолжительную межень. Средняя скорость течения реки составляет 0,35 м/сек. Река соответствует I рыбохозяйственной категории.

По данным рекогносцировочного обследования даны экологические рекомендации, изменяющие концепцию строительства «Парка «Пляжная зона», предусматривающего сооружение дамбы и соответствующих гидротехнических сооружений на Казанке, т.е. по сути, создание большого нового пруда в русле реки, являющейся объектом ООПТ. Новый пруд явился бы аккумулятором загрязнений, которые будут поступать сюда со сбросами воды из расположенных выше по течению рыбохозяйственных прудов и с активным рассеянным стоком с высокого участка густонаселенного водосбора, что не гарантировало бы качество воды, пригодного для купания людей. Рекомендовано создать искусственный проточный (сток в Казанку по уклону местности) водоем, наполнение которого возможно за счет родниковых вод, гарантирующих и высокое качество воды, пригодное для целей рекреации и купания, и отсутствие дополнительного воздействия на реку — объект ООПТ. Водоем расположить на удалении 127 м от нижней (по течению реки) границы предполагаемого участка изысканий. Указанная территория геоморфологически считается правосторонней поймой реки, подтапливаемая весной, и сохраняющая повышенную увлажненность в летнюю межень (местами заболачивается). Эта территория не котируется перспективной под селитебное строительство из-за свойств аккумулятивности грунтов, представленных нерасчлененным комплексом четвертичных аллювиальных поверхностей (подвижности и предрасположенности к смыву двухметрового поверхностного слоя земли). Однако по геоморфологическим свойствам она может рекомендоваться для использования в виде самостоятельных зон общегородского значения с организацией планового корректного озеленения и благоустройства, конечно же, с организацией мер по их охране и поддержанию порядка. На территории периметром 704,4 м может быть размещены как искусственный водоем, наполняемый родниковыми водами, так и парковая рекреационная зона, а также игровые площадки, спорткомплексы на открытом про-

странстве и пр. Водоем можно делать как в пределах всего периметра, так и на отдельных участках территории, к которым легче подвести сток из родников.

Поскольку геологическую основу составляют глины, переслоенные известняками и песчаниками, то котлован под искусственный водоем оптимально следует углублять до глубин от 2,0 до 3,0 м, оставляя уровень дна над разрезом залегания плотных и твердых глин, гарантирующих надежный водоупорный слой для заданных объемов воды. К тому же при проектировании глубины водоёмов, наполнение которых будет производиться за счёт родниковой или артезианской воды, добываемой из скважин, следует учитывать скорость прогревания воды в резервуаре котлована, при этом, чем мелководней водоём, тем быстрее прогревается вода. Новый пруд предполагается проточным, т.е. излишки воды из него самотёком будут поступать в р. Казанку по тальвег притока из родника, как это осуществляется в настоящее время. Воздействие на окружающую среду минимальное. Авторами предложено несколько вариантов расчета заполнения разноразмерных заданных искусственных котлованов в районе правобережной поймы г. Арск.

Данные экологические рекомендации, направленные на планирование работ на реках Саба, Ошма и Казанка показывают необходимость и возможность использования данных гидрометрических наблюдений, полученных в ходе рекогносцировочных и специализированных обследований водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 11-103-97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP_1110397_Inzhenermogidromete.html. (дата обращения 20.07.2016).
2. Прикладная гидрология / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. — СПб.: СПбГЛТУ, 2014. — 196 с.
3. 2016 - Год водоохраных зон в Татарстане. Национальная электронная библиотека Республики Татарстан. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kitap.tatar.ru/ru/site/42318025-3/pages/water/> (дата обращения 22.07.2016).
4. Рустам Минниханов официально объявил 2016 год в Татарстане Годом водоохраных зон / Информационное агентство "Татар-информ". [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.tatarinform.ru/news/2015/12/09/483224/> (дата обращения 22.07.2016).
5. Водный кодекс Российской Федерации (в ред. федерального закона от 04.12.2006 № 201-ФЗ).
6. Ландшафты республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ // Под редакцией профессора Ермолаева / Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. — Казань: «Слово». — 2007. — 411 с.

УДК 504.3.054

Общая характеристика источников загрязнения атмосферного воздуха г. Казань

А.Р. Шагидуллин¹, к.ф.-м.н., с.н.с., **А.Ф. Гилязова**¹, м.н.с., **А.Р. Магдеева**¹, м.н.с., **Г.Ф. Амирянова**¹, м.н.с., **Р.Р. Шагидуллин**¹, д.х.н., директор, **Р.А. Шагидуллина**², д.х.н., начальник управления

¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: Artur.Shagidullin@tatar.ru

² Министерство экологии и природных ресурсов РТ, г. Казань, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru

Аннотация. В статье приводятся объемы выбросов стационарных и передвижных источников, функционирующих на территории г. Казани, компонентные составы выбросов, а также параметры источников.

Ключевые слова: стационарные источники, передвижные источники, загрязнение атмосферы.

Казань является крупным городом с развитой инфраструктурой, а также крупным промышленным центром химической и машиностроительной отраслей. Сложность проблемы загрязнения воздуха ан-

тропогенными источниками заключается в отсутствии четкой территориальной дифференциации промышленной и селитебной зон. Промышленные предприятия и группы предприятий располагаются в разных частях города, зачастую в непосредственной близости от жилой застройки.

В настоящее время Казань занимает первое место в Республике Татарстан по объему выбросов от автотранспорта и второе место по объему выбросов от стационарных источников (рис. 1) [1].

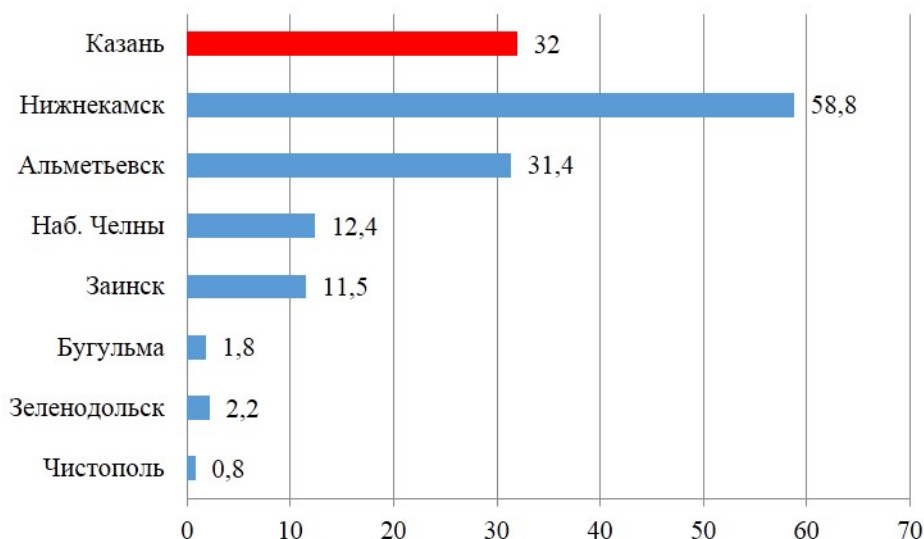


Рисунок 1. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников городов РТ, тыс. тонн

В 2015 г. по данным официальной статистики масса выбросов промышленных предприятий составила 32,0 тыс. тонн, причем в последние 3 года наблюдался рост этого показателя [1].

Пути распространения примесей в воздухе определяются текущими метеорологическими условиями, а также техническими параметрами выброса. Таким образом, общая характеристика источников загрязнения важна для понимания потенциала их воздействия на состояние атмосферного воздуха в городе и на прилегающих территориях. Характеристика источников загрязнения составлена на основе сводной базы данных параметров выбросов загрязняющих веществ в г. Казани [2]. На данный момент в базе данных учтены выбросы 271 наиболее значимого предприятия города (общее количество стационарных источников загрязнения – 10 029), а также выбросы автотранспорта при его движении по основным автодорогам (суммарная

протяженность исследованной улично-дорожной сети составила 399,5 км).

Наиболее распространенной формой выброса для стационарных источников является организованный выброс, доля которого в общей массе промышленных источников составляет около 75% (рис. 2).

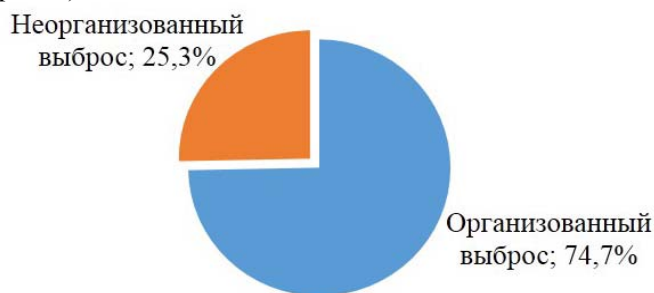


Рисунок 2. Соотношение организованных и неорганизованных стационарных источников загрязнения атмосферы г. Казань

Результаты ранжирования параметров организованных источников, проведенного в соответствии с РД 52.04.186-89 [3], приведены на рис. 3. Как видно из рисунка, наиболее многочисленны низкие холодные источники с малыми скоростями выхода

газо-воздушной смеси. Загрязняющие вещества, выбрасываемые источниками с такими параметрами, слабо рассеиваются до оседания в приземный слой воздуха. Максимумы концентраций достигаются вблизи источников.

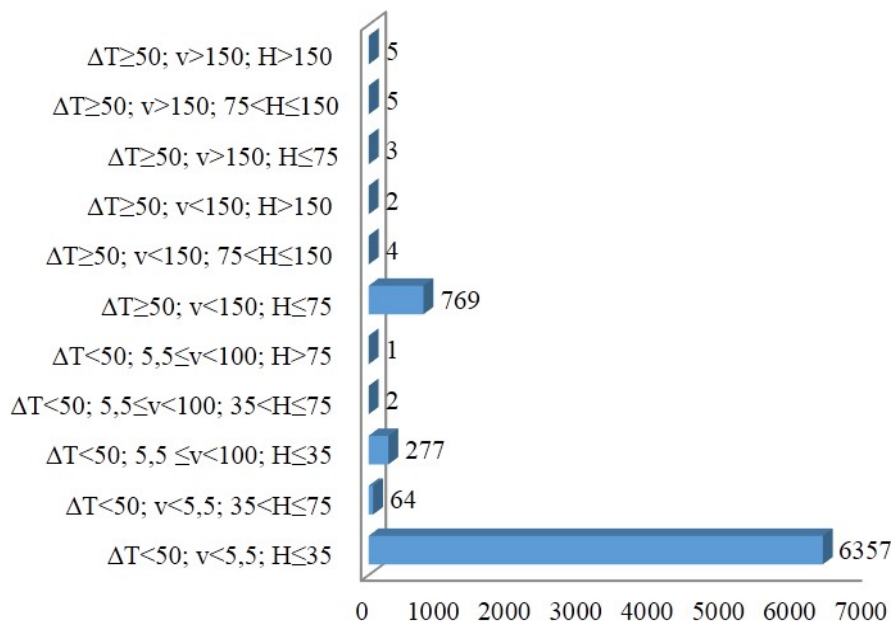


Рисунок 3. Распределение организованных источников по группам (ΔT – разница температур газо-воздушной смеси и окружающего воздуха, °С, v – объем газо-воздушной смеси, поступающей в атмосферу за единицу времени, м³/с, H – высота, м)

Не смотря на многочисленность источников с неблагоприятными параметрами для рассеивания загрязняющих веществ, их суммарный разрешенный валовый выброс составляет 9,6% от общей массы выбросов. Наиболее значимыми с точки зрения суммарной массы выбросов являются невысокие источники нагретых выбросов (30,9% общей массы выбросов) и высокие нагретые источники (13,3%) (Рис.4).

В соответствии с РД 52.04.186-89, под низкими источниками понимают такие, в которых выброс осуществляется ниже 50 м, под высокими – выброс выше 50 м. Как видно из рис. 5, к низким относится более 99% организованных источников. При этом около 60% организованных источников имеют высоту ниже 10 м.

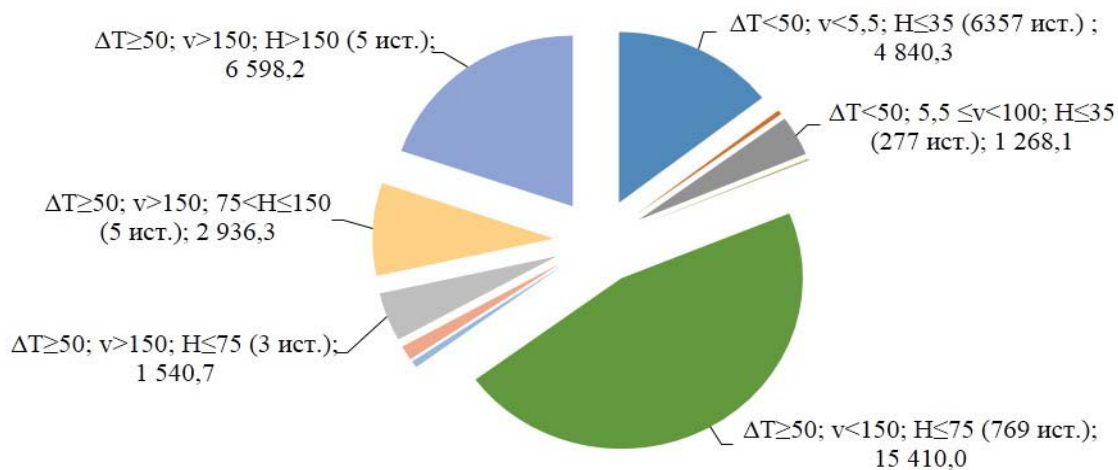


Рис. 4. Распределение суммарного валового выброса источников по группам

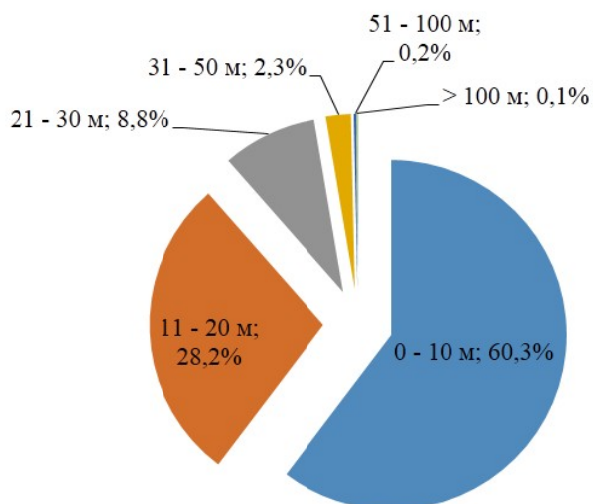


Рис. 5. Соотношение высот организованных источников

Суммарный разрешенный валовый выброс учтенных в сводной базе стационарных источников составил 49 804,8 т/год, что превышает выбросы 2015 г. (согласно данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по РТ по форме федерального статистического наблюдения № 2-ТП (воздух)) на 55,6%. Перечень выбрасываемых в атмосферу веществ насчитывает 390 наименований.

По массе основными веществами, загрязняющий атмосферный воздух г.Казань, являются: оксид углерода - 11,9 тыс. т/год, метан - 9,6 тыс. т/год, оксиды азота (диоксид и оксид азота) - 10,3 тыс. т/год, этен (этилен) - 5,4 тыс. т/год, смесь углеводородов предельных C1-C5, C6-C10, C12-19 суммарно - 4,1 тыс. т/год, диоксид серы - 2,7 тыс. т/год. Соотношение валовых выбросов по веществам представлено на рис. 6.

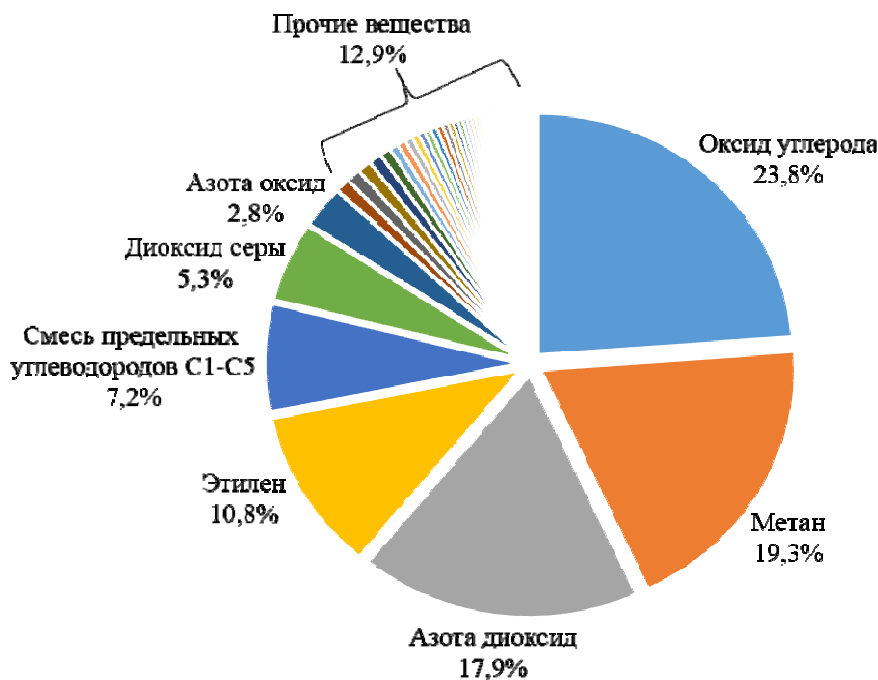


Рис.6. Соотношение валовых выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников г. Казань

Наибольший разрешенный валовый выброс среди промышленных предприятий г. Казань имеет ПАО «Казаньоргсинтез» - 28,5% от общей массы. На долю теплоэнергетических предприятий в сумме приходится 36% от общей массы разрешен-

ного валового выброса. 14,5% выбросов осуществляются предприятиями, складывающими отходы. Соотношение валовых выбросов представлено на рис. 7.

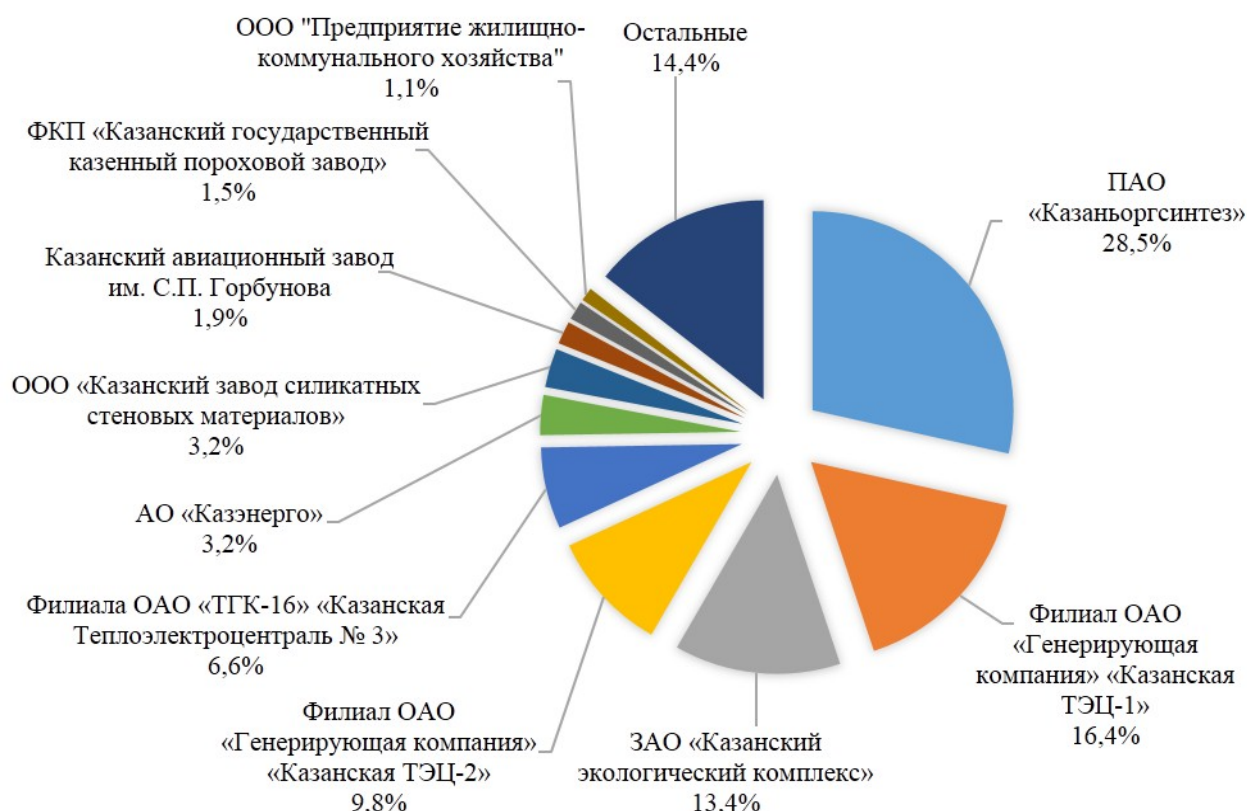


Рис. 7. Соотношение валовых выбросов предприятий г. Казань

В рамках сводных расчетов загрязнения атмосферы г. Казань в 2015 г. [2] была проведена инвентаризация выбросов вредных веществ автотранспортом, участвующем в дорожном движении. В исследуемые участки включено 266 наиболее значимых улиц, которые разделены на 573 участка, а также 51 перекресток, оборудованный светофорами. Суммарная протяженность исследованных автодорог составила 399,5 км. Средняя скорость движения транспорта по всем исследованным участкам составляет 42,79 км/час.

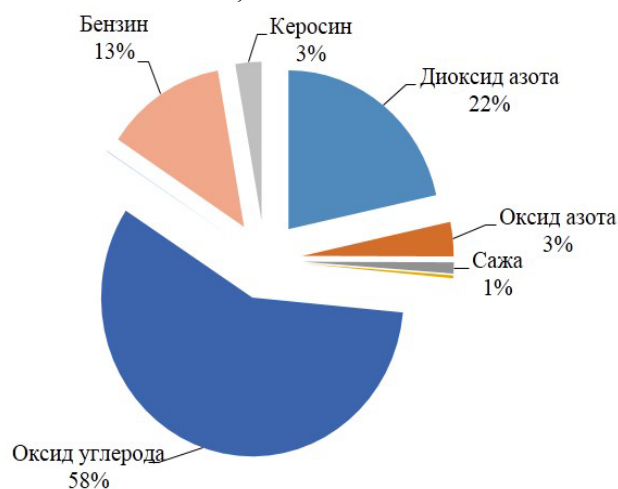


Рис.8. Соотношение валовых выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта г. Казани

По результатам расчетов, проведенных согласно [4], суммарный объем загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в составе выхлопных газов, составил 13 613,5 т/год. Полученное значение существенно отличается от данных об объеме валового выброса от передвижных источников в городе, представленных в государственном докладе [1]. Однако, результат этой оценки представляется более точным, так как он основан на детальных исследованиях транспортных потоков и современных экологических характеристик транспорта. Величина максимально разового выброса от автотранспорта по результатам проведенной инвентаризации составила 1008,4 г/с. Полученное соотношение валовых выбросов от автотранспорта по веществам представлено на рис. 8.

Таким образом, Казань является крупным развитым городом с разветвленной улично-дорожной сетью, на территории которого размещаются крупнейшие предприятия химической, машиностроительной и других отраслей. Ежегодно от этих предприятий, а также от передвижных источников, в атмосферу поступает значительное количество загрязняющих веществ. Проблема регулирования выбросов производств осложняется тем, что они располагаются в различных районах города и часто в непосредственной близости к жилым зонам. Поэтому, вопросам управления качеством воздуха

должно уделяться достаточно внимания при планировании дальнейшего развития города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2015 году. – Казань – 2016. - 505 с.

2. Ведение сводного тома предельно допустимых выбросов в атмосферу г. Казани. Отчет по государст-

венному контракту № 15 МЭ-28с от 05.10.2015 г. – Казань: ИПЭН АН РТ. - 2015. - 264 с.

3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М. - 1991. - 556 с.

4. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера». - 2010. - 15 с.

УДК 504.3.054

Оценка выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов автотранспортом на территории г. Набережные Челны

А.Р. Магдеева¹, м.н.с., А.Р. Шагидуллин¹, к.ф.-м.н., с.н.с., А.Ф. Гилязова¹, м.н.с., Г.Ф. Амирянова¹, м.н.с., Р.Р. Шагидуллин¹, д.х.н., директор, Р.А. Шагидуллина², д.х.н., начальник управления

¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: Artur.Shagidullin@tatar.ru

² Министерство экологии и природных ресурсов РТ, г. Казань, e-mail: Raisa.Shagidullina@tatar.ru

Аннотация. На основе результатов обследования состава и интенсивности транспортных потоков проведены расчеты количества загрязняющих веществ и парниковых газов, выбрасываемых в атмосферу с выхлопными газами автотранспорта в г. Набережные Челны. Общая масса загрязняющих веществ составила более 7 тыс. тонн в год, основная доля которых приходится на оксиды азота, оксид углерода и углеводороды. Общая масса выбросов парниковых газов составила более 235 тыс. тонн в CO₂-эквиваленте.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, выбросы автотранспорта, выхлопные газы, парниковые газы

Атмосферный воздух является важнейшей и неотъемлемой частью среды обитания. Уровень загрязнения атмосферы формируется в зависимости от химического состава, массы, технологических параметров промышленных источников эмиссии газовой смеси, выбросов автотранспорта, а также их распределения на территории города, природных условий и режима метеорологических величин и явлений. Степень загрязнения атмосферного воздуха относится к числу приоритетных факторов, влияющих на здоровье населения.

Концентрация промышленных производств и автотранспорта неминуемо приводит к загрязнению городской среды и ухудшению условий жизнедеятельности и безопасности здоровья горожан. В ряду проблем охраны атмосферного воздуха городов, одной из основных и наиболее серьезных остается загрязнение воздушного бассейна вредными веществами отработавших газов автомобилей. Специфика передвижных источников загрязнения (автотранспорта) проявляется в том, что их выбросы распределены по всей территории города и производятся на уровне органов дыхания, часто в непосредственной близости к жилым районам.

Набережные Челны – второй по величине город в Республике Татарстан. Набережночелнинский промышленный узел является одним из основных центров машиностроения России.

В 2015 году выбросы загрязняющих веществ в г. Набережные Челны составили около 49 тыс. тонн, при этом почти 75 % из них - выбросы от автотранспорта [1]. Особое опасение вызывает содержание в атмосфере диоксида азота, угарного газа и фенола. Однако уровень загрязнения атмосферы в г. Набережные Челны в 2015 году характеризовался как «низкий» (в 2014 г. – «повышенный») [1,2].

На протяжении последних лет происходит неуклонный рост количества транспортных средств индивидуальных автовладельцев, вследствие чего увеличивается негативное воздействие данного вида транспорта на атмосферный воздух города. Город располагает на значительной территории и располагает обширной сетью автомобильных дорог.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта зависит от режима и скорости движения транспорта, от интенсивности движения автомобилей, ширины и рельефа улицы, доли грузового транспорта и автобусов в общем потоке и других факторов. Качество топлива также обуславливает состав отработанных газов автотранспорта. Состав и свойства токсичных веществ, поступающих в атмосферу города с выхлопными газами, существенно зависят от типа, модели, технических параметров автомашин, в том числе от степени их изношенности [3].

Складывающиеся метеорологические условия, в свою очередь, могут являться причиной увеличения уровня загрязнения атмосферы при неизменных характеристиках выбросов. Территория г. Набережные Челны располагается в области повы-

шенного метеорологического потенциала загрязнения воздуха, следовательно, здесь преобладают процессы, способствующие накоплению выбросов промышленных предприятий и транспорта в приземном слое атмосферы [4].

Существуют различные методики расчета количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух с выхлопными газами автотранспорта, в основе которых лежит упрощенная либо детализированная схема расчетов. Упрощенная схема основывается на данных о суммарном потреблении топлива, структуре и численности эксплуатируемого автомобильного парка. Детализированная схема расчета позволяет учитывать выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух автотранспортными средствами при их движении по улично-дорожной сети. Помимо этого, детализированная расчетная схема дает возможность расчетной оценки выбросов ненормируемых в отработавших газах загрязняющих веществ. В основе расчета по детализированной схеме лежит исследование характеристик транспортных потоков. При определении удельных пробеговых выбросов учитываются экологический класс и виды потребляемого топлива, экологический класс и тип автотранспортных средств, а также категории городских дорог и режим движения.

В данной работе использовалась методика «Инвентаризация выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Метод расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов», разработанная ОАО «НИИАТ». Данная методика позволяет проводить расчеты по детализированной схеме, учитывает широкий спектр компонентов, экологический класс и тип автотранспортного средства, экологический класс и вид топлива, кроме этого, методика принимает во внимание классификацию городских дорог [5]. Следует отметить, что в настоящее время данная методика не является согласованной и утвержденной, поэтому использовалась лишь в научно-исследовательских целях. С использованием данной методики была поведена оценка воздействия транспортных потоков на состояние атмосферного воздуха г. Набережные Челны. Расчет количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, проводился на основе результатов исследования транспортных потоков, выполненных в рамках проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха г. Набережные Челны [6]. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта в г. Набережные Челны

Код вещества	Вещество	Максимальный разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год	Параметр ПВ
301	NO ₂	49,14	645,68	3228,39
303	NH ₃	4,04	53,12	265,62
304	NO	7,98	104,92	262,31
328	Сажа	1,48	19,38	129,22
330	SO ₂	0,58	7,56	15,13
337	CO	408,28	5364,86	1072,97
410	Метан	2,16	28,32	0,57
503	1,3-бутадиен	0,87	11,47	3,82
602	Бензол	3,08	40,47	134,91
616	Ксилол	4,96	65,20	326,02
620	Стирол	0,31	4,04	100,95
621	Толуол	5,70	74,90	124,83
703	Бенз/а/пирен	0,00	0,00	1118,48
1301	Акролеин	0,22	2,88	96,06
1317	Ацетальдегид	0,65	8,60	860,36
1325	Формальдегид	1,39	18,25	365,07
2704	Бензин	42,48	558,16	111,63
2732	Керосин	4,20	55,17	45,98
Сумма		537,52	7063,01	8262,29

Как видно из таблицы 1, общий валовый выброс загрязняющих веществ от передвижных источников составляет – 7063 т/год. Необходимо отметить, полученная масса выбросов существенно различается с цифрами, приводимыми в государственных докладах [1, 2]. Однако, результат этой оценки представляется более точным, так как он основан на детальном исследовании транспортных потоков и современных экологических характеристик транспорта.

Основными веществами, поступающими с выхлопными газами, являются – оксид углерода (76,0%), диоксид азота (9,1%) и бензин (7,9%). Загрязняющие вещества, поступающие от автотранспорта в больших количествах, способны оказывать негативное воздействие на состояние здоровья населения. Экстремальные концентрации примесей могут наблюдаться при повышенной антропогенной нагрузке на окружающую среду: в часы пиковой транспортной нагрузки.

Загрязняющие вещества различаются между собой по классу опасности и, следовательно, по токсичности и величине ПДК, поэтому величина валовых выбросов не дает полной оценки загрязнения атмосферы. Для оценки реального вклада отдельных веществ в общее загрязнение используется параметр потребления воздуха (ПВ) [7]. Параметр потребления воздуха представляет собой отношение величины валового выброса ингредиента к его ПДК и показывает объем изначально чистого воздуха, загрязняемого им до уровня ПДК. В данной работе используется параметр ПВ, вычисленный на основе максимальной разовой ПДК.

Согласно полученным результатам, наиболее значительной примесью в выхлопных газах является диоксид азота. Его параметр ПВ составляет 39% от суммы параметров по всем веществам. Для оксида углерода значение ПВ составляет 13% от суммы. Данный параметр характеризует степень негативного воздействия, которую примесь оказывает на прилегающие к автодорогам территории.

Автомобильный транспорт вносит существенный вклад в выбросы парниковых газов. В выбросах автомобилей присутствует значительное количество диоксида углерода (CO₂), метана (CH₄) и закиси азота (N₂O).

Углекислый газ – это наиболее эффективная движущая сила глобального потепления. Высокая продолжительность присутствия углекислого газа в окружающей среде играет значительную роль в процессах парникового эффекта.

Метан – второй по значимости после CO₂ парниковый газ. Сравнительно короткое время жизни в сочетании с большим парниковым потенциалом делает его кандидатом для смягчения последствий глобального потепления в ближайшей перспективе.

Закись азота (N₂O) – третий по значимости парниковый газ. На его роль приходится около 6% от общего эффекта глобального потепления.

В результате проведенных расчетов было установлено, что общая сумма валовых выбросов парниковых газов составляет почти 234 тыс. тонн в год (таблица 2).

Таблица 2

Выбросы парниковых газов от автотранспорта в г. Набережные Челны

Наименование вещества	Максимальный разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год	Валовый выброс в CO ₂ -эквиваленте, т/год
CO ₂	17790,26	233763,98	233763,98
N ₂ O	0,22	2,95	879,23
CH ₄	2,16	28,32	708,03
Сумма	17792,64	233795,25	235351,25

Так как парниковые газы различаются «силой» своего парникового эффекта, а также длительностью присутствия в атмосфере, для сравнения парникового воздействия различных газов вводится эквивалент: их эффект пересчитывается в эффект от наиболее распространенного парникового газа – углекислого газа CO₂. Численные оценки выбросов всех парниковых газов даются в тоннах CO₂ эквивалента, получаемых в результате такого пересчета. Выраженная в CO₂-эквиваленте годовая масса выбросов парниковых газов составила почти 235 тыс. тонн. Более 99% этой

массы приходится собственно на диоксид углерода и менее 1% - на закись азота и метан.

Таким образом, вместе с выхлопными газами автомобилей в атмосферу г. Набережные Челны выделяется около 7 тыс. тонн загрязняющих веществ, а именно оксиды азота, оксид углерода, бензин, аммиак, толуол, ксилол, керосин и т.д. Наиболее значимыми примесями являются диоксид азота и оксид углерода. На протяжении последних лет наблюдается устойчивая тенденция увеличения числа автомашин физических и юридических лиц, в связи с чем наблю-

дается рост количества выбросов от автотранспорта. Согласно проведенным расчетам, в составе выбросов автотранспорта в атмосферу также поступает около 235 тыс. тонн (в CO₂-эквиваленте) парниковых газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2015 году. – Казань – 2016. - 505 с.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2014 году. – Казань – 2015. - 531 с.

3. Степанова Н.В., Святова Н.В., Сабирова И.Х., Косов А.В. Оценка влияния и риск для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта // *Фундаментальные исследования*. – 2014. - № 10-6. – С. 1185-1190.

4. Генеральный план г.Набережные Челны. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и охрана окружающей среды. Пояснительная записка. – Казань. – 2005. – 219 с.

5. Инвентаризация выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Метод расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – Москва. – 2014. - 198 с.

6. Завершение разработки сводного тома предельно допустимых выбросов в атмосферу г. Набережные Челны для внедрения по городу системы определения расчетного фонового загрязнения. Отчет по государственному контракту №14 МЭ-8с от 25.03.2014 г. Казань: ИПЭН АН РТ. - 2014. - 218 с.

7. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М. - 1991.- 556 с.

УДК 504.3.054

Загрязнение атмосферного воздуха г. Казани в современный период

Е.А. Минакова¹, к.г.н., доцент, А.П. Шлычков², к.г.н., с.н.с.

1 Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, e-mail: 18ekologyhel@mail.ru

2 Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: anatoliy.shlychkov@yandex.ru

Уровень загрязнения урбоэкосистемы в первую очередь формируется в зависимости от химического состава, массы, технологических параметров источников эмиссии газовой смеси и их распределения на территории города (района) [1, 2]. Существенное влияние на пространственно-временную изменчивость уровня загрязнения атмосферы селитебных территорий и урбоэкосистем оказывают и другие экологические (биотические и абиотические) факторы ОС.

Наиболее остро вопрос повышения качества ОС стоит в условиях крупных промышленных центров. Негативные последствия загрязнения ОС оказывают значительное влияние на здоровье населения и, в конечном счете, на качество жизни человека. Оптимизация взаимоотношений в системе «природа – общество» будет способствовать обеспечению физиологических и производственно-социальных потребностей населения.

Успешное решение проблемы повышения качества ОС возможно путем эффективного управления качеством ОС, организацией ее охраны и рационального природопользования. При подготовке управленческих решений по размещению объектов экономики, составлению программ поэтапного снижения выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), оценке воздействия на окружающую среду, осуществлении мероприятий по природопользованию, обеспечению экологической безопасности необходима информация по комплексной оценке качества атмосферного воздуха в современный период.

Установление в 2014 и 2015 г.г. новых ПДК_{с.с.} на формальдегид и фенол [3, 4] привело к тому, что

нарушена однородность рядов данных по комплексной оценке качества атмосферного воздуха в г. Казани в ретроспективе лет, что может привести к ошибкам при планировании дальнейших мероприятий по снижению выбросов ЗВ.

Целью данной работы является комплексная оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и компонентного состава загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Казани в ретроспективе лет с учетом установления новых ПДК_{с.с.}.

Материалы и методы исследований. В качестве исходных данных использованы результаты систематических наблюдений ФГБУ УГМС РТ за состоянием загрязнения атмосферного воздуха в г. Казани, приведенные в [5].

В соответствии с рекомендациями, приведенными в [6, 7], выполнен расчет показателей комплексной оценки качества атмосферного воздуха (ИЗА₅) за период 2005-2014 г.г. с использованием ПДК_{с.с.} установленных в [3, 4]. Для получения статистически значимых характеристик обработка исходных данных проводилась с использованием методов анализа, приведенных в [8, 9].

Результаты и их обсуждение. Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани взвешенными веществами, формальдегидом, бенз(а)пиреном и диоксидом азота приведена на рис. 1-4.

Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани взвешенными веществами, приведена на рис. 1.

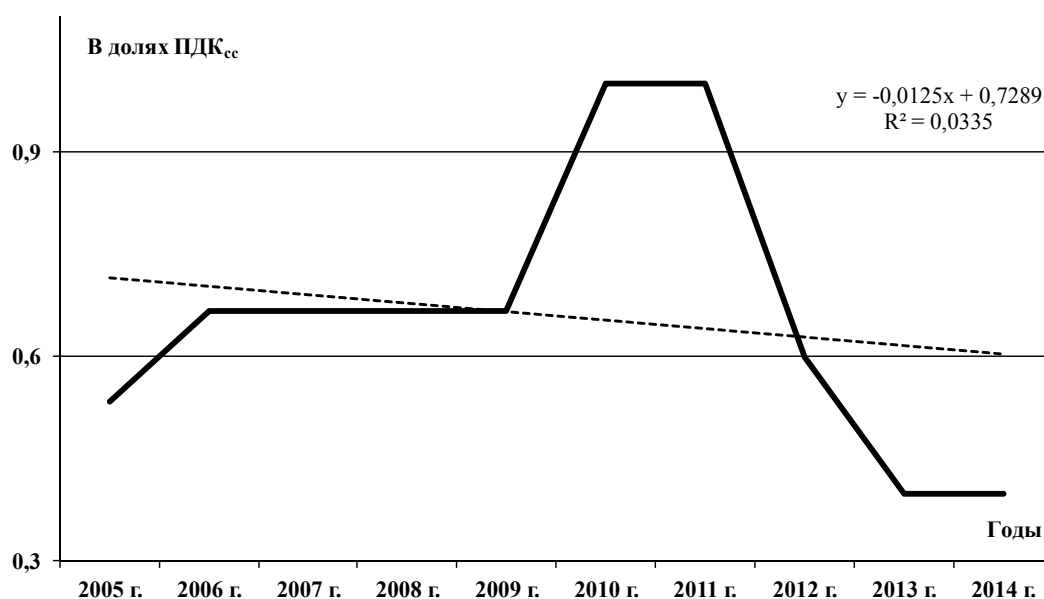


Рис. 1. Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани взвешенными веществами

За рассматриваемый период средние годовые концентрации взвешенных веществ изменялись в пределах 0,4-1,0 ПДК_{сс}. На уровне ПДК_{сс} концентрации взвешенных веществ зарегистрированы в 2010-2011 г.г., что наиболее вероятно обусловлено лесными пожарами в соседних регионах. Превышения санитарно-гигиенических нормативов не

зарегистрированы. Анализ рис. 1 показывает, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 г.г. тенденция изменения концентраций взвешенных веществ не выявлена.

Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани формальдегидом, приведена на рис. 2.

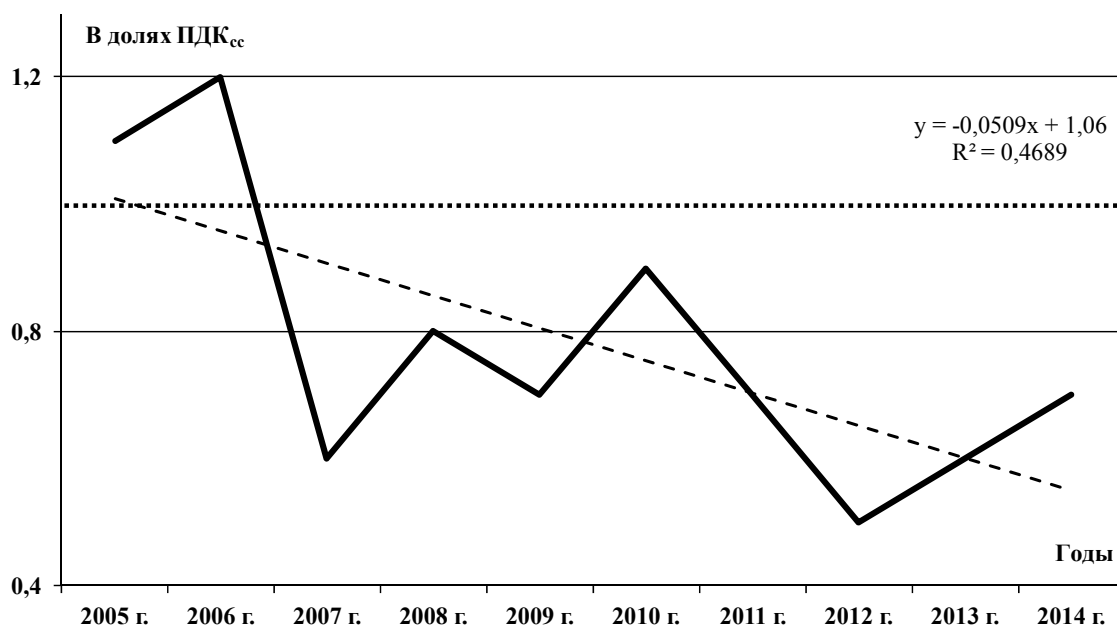


Рис. 2. Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани формальдегидом

В период 2005-2014 гг. средние годовые концентрации формальдегида изменялись в пределах 0,5-1,2 ПДК_{сс}. Максимальная концентрация 1,2 ПДК_{сс} наблюдалась в 2006 г., а минимальная – 0,5 ПДК_{сс} в 2012 г. Превышения санитарно-

гигиенических нормативов зарегистрированы в 2005 и 2006 г.г. Анализ рис. 2 показывает, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 г.г. отмечалась умеренная тенденция снижения концентраций формальдегида.

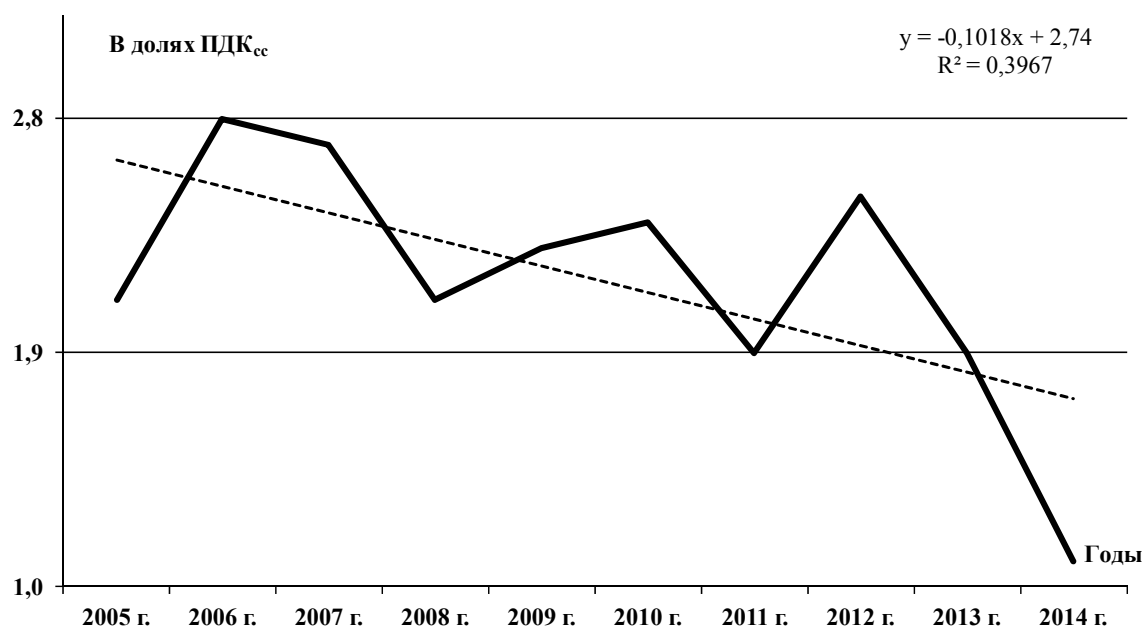


Рис. 3. Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани бенз(а)пиреном

Динамика загрязнения атмосферного воздуха г.Казани бенз(а)пиреном, приведена на рис. 3.

Средние годовые концентрации бенз(а)пирена в 2005-2014 гг. изменялись в пределах 1,1-2,8 ПДК_{cc}. Превышения санитарно-гигиенических нормативов зарегистрированы в течение всего периода наблюдений. Максимальная концентрация

2,8 ПДК_{cc} наблюдалась в 2006 г., а минимальная – 1,1 ПДК_{cc} в 2014 г. Анализ рис. 3 показывает, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 г.г. отмечалась умеренная тенденция снижения концентраций бенз(а)пирена.

Динамика загрязнения атмосферного воздуха г.Казани диоксидом азота, приведена на рис. 4.

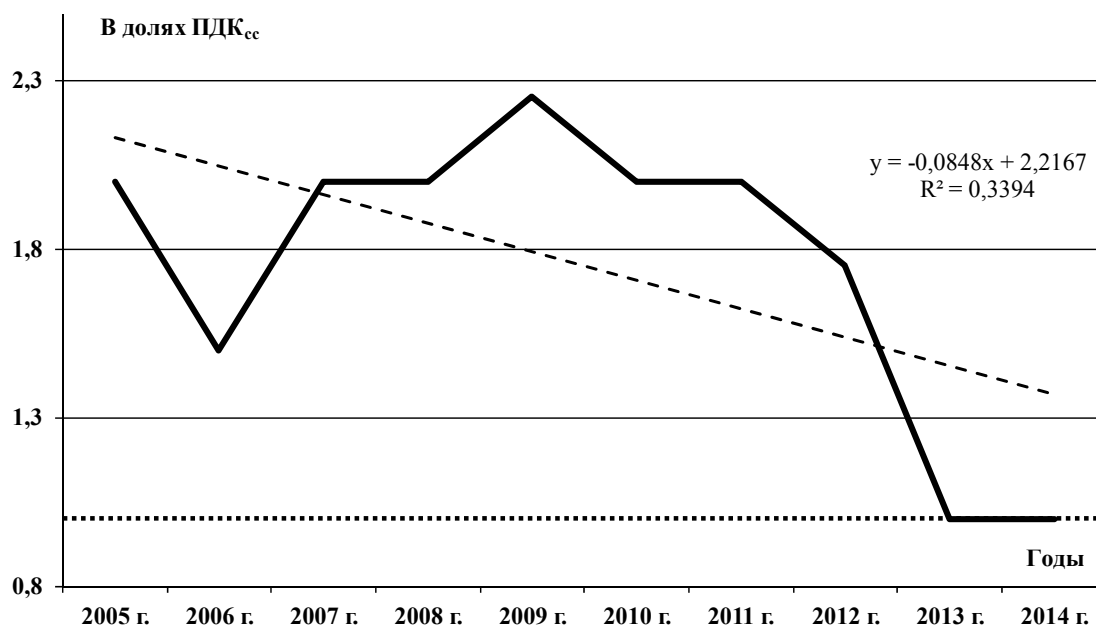


Рис. 4. Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Казани диоксидом азота

Средние годовые концентрации диоксида азота в 2005-2014 гг. изменялись в пределах 1,0-2,3 ПДК_{cc}. Превышения санитарно-гигиенических

нормативов зарегистрированы в 2005-2012 гг. В 2013 и 2014 гг. концентрации диоксида азота наблюдались на уровне ПДК_{cc}. Максимальная кон-

центрация 2,3 ПДК_{с.с.} наблюдалась в 2009 г., а минимальная – на уровне ПДК_{с.с.} в 2013-2014 г.г. Анализ рис. 4 показывает, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 г.г. отмечалась умеренная тенденция снижения концентраций диоксида азота.

Средние годовые концентрации оксида углерода и азота, а также фенола не превышали санитарно-гигиенические нормативы. Следует отметить, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 г.г. отмечалась заметная тенденция снижения концентраций фенола и высокая тенденция снижения концентраций оксида углерода и азота.

За рассматриваемый период средние годовые концентрации аммиака не превышали санитарно-гигиенические нормативы за исключением 2007 и 2008 г.г. когда соответственно концентрации аммиака составляли 1,0 и 1,5 ПДК_{с.с.}. Минимальная концентрация аммиака зарегистрирована в 2005 и 2006 г.г. – 0,3 ПДК_{с.с.}. Тенденция изменения концентраций аммиака не выявлена.

Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Казани за период 2005-2014 г.г. приведена на рис. 5.

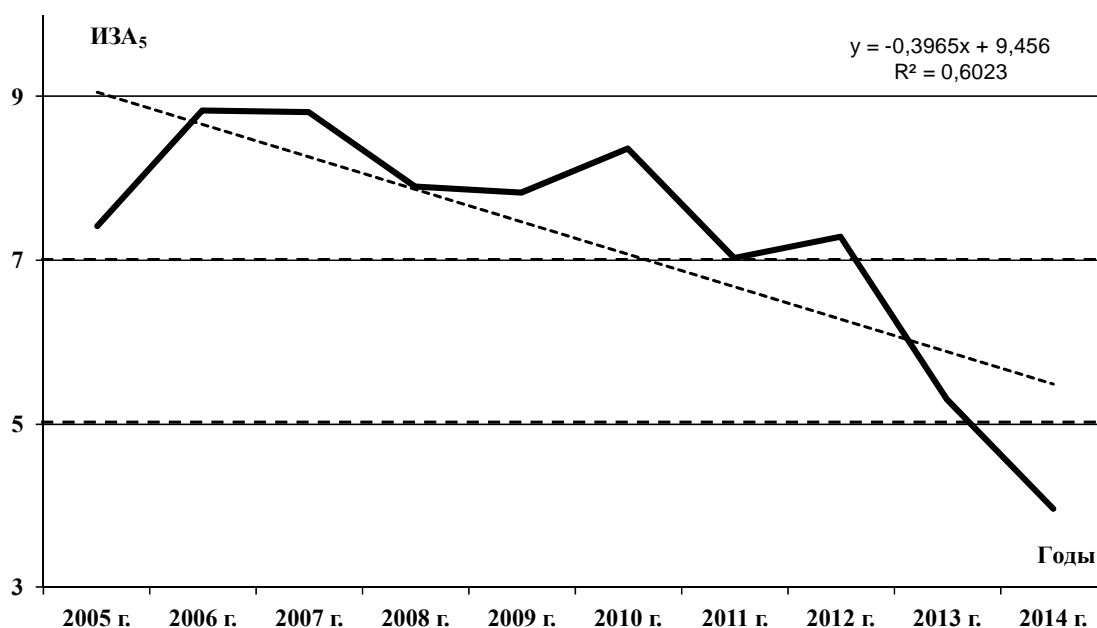


Рис. 5. Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Казани за период 2005-2014 гг.

Анализ рис. 5 показывает, что уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Казани за период 2005-2012 г.г. характеризовался как высокий, в 2013 г. – повышенный, а в 2014 г. пониженный. Следует отметить, что наметилась заметная тенденция снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Казани. На протяжении всего периода основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха г. Казани вносили бенз(а)пирен и диоксид азота. Третье место по вкладу в ИЗА₅ в 2005-2006 г. г. вносил формальдегид, в 2007-2009 г.г. и 2013-2014 г.г. – аммиак, а в 2010-2012 г.г. – взвешенные вещества. Четвертое место по вкладу в ИЗА₅ в 2005-2007 г.г. вносил оксид углерода, в 2008, 2010, 2013-2014 г.г. – формальдегид, в 2011-2012 г.г. – аммиак.

Пятое место по вкладу в ИЗА₅ в 2005-2007, 2013-2014 г.г. вносили взвешенные вещества, в 2008, 2012 г.г. – оксид углерода, в 2009, 2011 г.г. – формальдегид, в 2010 г. – аммиак.

Заключение. Результаты проведенного анализа показывают, что в 2005-2014 г.г. наблюдалось устойчивое загрязнение атмосферного воздуха бенз(а)пиреном (1,1-2,8 ПДК_{с.с.}) и диоксидом азота (1,0-2,3 ПДК_{с.с.}). В отдельные годы наблюдалось загрязнение атмосферного воздуха г.Казани формальдегидом в 2005-2006 г.г. (1,1-1,2 ПДК_{с.с.}), в 2007 и 2008 г.г. аммиаком соответственно на уровне ПДК_{с.с.} и 1,5 ПДК_{с.с.}, в 2010 и 2011 г.г. на уровне ПДК_{с.с.} зарегистрированы концентрации взвешенных веществ.

Выявлено, что в период 2005-2014 гг. в г. Казани не наблюдалось загрязнение атмосферного воздуха диоксидом серы, оксидом углерода, оксидом азота и фенолом.

Установлено, что в атмосферном воздухе г. Казани в период 2005-2014 гг. отмечалась умеренная тенденция снижения концентраций бенз(а)пирена, формальдегида и диоксида азота, заметная тенденция снижения концентраций фенола и высокая

тенденция снижения концентраций оксида углерода и азота. Тенденции изменения концентраций взвешенных веществ и аммиака в период 2003-2014 гг. не выявлены.

Результаты проведенного исследования показывают, что в первую очередь должны планироваться мероприятия по снижению выбросов бенз(а)пирена и диоксида азота.

Полученные результаты могут быть использованы при подготовке управленческих решений по размещению объектов экономики, составлению программ поэтапного снижения выбросов ЗВ, оценке воздействия на окружающую среду, а также при проведении оптимизации системы мониторинга атмосферного воздуха г. Казани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 189 с.
2. Шлычков А.П., Жданова Г.Н., Тунакова Ю.А., Будников Г.К. Создание репрезентативной сети мониторинга: определение приоритетного списка ингредиентов, контролируемых в воздушном бассейне урбоэкоцистема. // Мониторинг. - 1997. - № 1 - С. 19-24.

3. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12.01.2015 г. № 3 «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) ЗВ в атмосферном воздухе населенных мест»».

4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17.06.2014 № 37 «О внесении изменения № 11 в ГН 2.1.6.1338-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) ЗВ в атмосферном воздухе населенных мест».

5. Государственные доклады. «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан» в 2003-2014 гг.

6. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М.: 1991. – 556 с.

7. РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. – М., 2006. - 50 с.

8. Алексеев Г.А. Объективный метод выравнивания и нормализации корреляционных связей / Г.А. Алексеев // Метеорология и гидрология, 1969. – № 11. – С.56-68.

9. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии / А.А. Исаев. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 245 с.

УДК 504.3.054

Применение расчетного метода для оценки загрязнения атмосферного воздуха от иловых полей

И.А. Насыров, магистрант

Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», г.Набережные Челны, e-mail: nasurkin_lamus@mail.ru

Аннотация. В данной работе изучена проблема загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, выделяемыми иловыми осадками при хранении на иловых картах. Исследована эмиссия вредных веществ в атмосферном воздухе на территории размещения иловых осадков канализационных очистных сооружениях. Определена интенсивность выделения вредных веществ в атмосферу. Для оценки качества загрязнения воздуха собрана, обработана и систематизирована информация об иловых картах, как источнике загрязнения атмосферы, физических характеристиках и объеме эмиссии, а также качественного и количественного состава выделяемых загрязняющих веществ. На основании полученных данных был выполнен расчет рассеивания загрязняющих веществ и спрогнозированы превышения предельно допустимых концентраций по аммиаку и сероводороду. Для подтверждения результатов расчетов, проведены экспериментальные исследования содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Ключевые слова: иловые поля, загрязненность атмосферного воздуха, эмиссия загрязняющих веществ, аммиак, сероводород.

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных последствий негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Атмосферный воздух - важнейший для всего живого природный ресурс, от качественного состояния которого, в значительной мере, зависит здоровье человека. Одним из источников загрязнения атмосферного воздуха являются поверхности иловых карт иловых полигонов, которые образуются после сбора канализационных сточных вод [1].

Иловые карты предназначены для хранения и обезвоживания иловых осадков, которые образуются в результате прохождения канализационных стоков стадий очистки на очистных сооружениях. Такие отходы, в большинстве своем, не поддаются какой-либо переработке, кроме как обезвоживанию на иловых полях в естественных условиях. Сам процесс долговремен и занимает огромные площади под иловые карты. Кроме того, складирование иловых осадков приводит к распространению неблагоприятного газо-воздушного фона и не исключает загрязнение атмосферного воздуха токсичными компонентами, входящими в состав осадков [2].

В Российской Федерации ежегодно образуется более 2 млн. тонн осадков сточных вод в пересчёте на сухое вещество. Большие количества осадков, многокомпонентность и наличие в их составе соединений тяжелых металлов, наряду с другими поллютантами, а также отсутствие соответствующих технологий утилизации приводит к их накоплению и, соответственно, отторжению земель для складирования.

Иловые площадки на естественном основании – это участок земли, специально спланированный в виде нескольких площадок, которые называют картами, которые являются одним из самых старых и проверенных способов утилизации осадков, образовавшихся в первичных отстойниках, метантенках, двухъярусных отстойниках [3]. В результате биохимических процессов в иловых отложениях с поверхности иловых карт в атмосферный воздух выделяются вещества, придающие сопредельной газовой среде зловонный запах и вызывающие у жителей близлежащих населенных пунктов постоянный дискомфорт и ухудшение самочувствия и здоровья [4]. Загнивание органических веществ благоприятствует поступлению в воздушное пространство сероводорода, аммиака.

Загрязнение атмосферы вызывает такие заболевания, как рак легких, горла и кожи, расстройство центральной нервной системы, аллергические и респираторные заболевания, дефекты у новорожденных и многие другие. Данный список определяется присутствующими в воздухе загрязняющими веществами и их совместным воздействием на организм человека.

Следует отметить, что количество илового осадка, измененного благодаря антропогенной деятельности жизнедеятельности человека, уже сегодня достигает значительных размеров и с каждым днем эта цифра растет.

Необходимость проведения исследований в данной области обосновывается тем, что существует ряд всесторонних аспектов данной проблемы, которые делают её ещё более актуальной именно в настоящее время:

- происходит увеличение источников образования иловых осадков, расширяется география их распространения;

- усложняется состав илового осадка, который включает в себя всё большее количество экологически опасных компонентов;

- у людей складывается всё более негативное отношение к «традиционным» способам утилизации данного типа отходов – вывоза на свалки;

- законодательство по обращению с отходами различного происхождения ужесточается;

- внедряются инновационные технологии по утилизации отходов, в том числе применяются современные системы сортировки мусора, строятся мусоросжигательные заводы - электростанции, полигоны захоронения;

- применяются новые экономические подходы, которые предусматривают увеличение цен на утилизацию отходов, привлечение к современным системам управления отходами частных предприятий и крупных инвесторов.

Именно поэтому научные исследования и оценка антропогенной нагрузки на воздушный бассейн больших промышленных городов, а также разработка мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух относятся к актуальным современным проблемам.

С поверхности иловых карт очистных сооружений городских водоканалов в атмосферный воздух в результате химического и биохимического разложения выделяются следующие загрязняющие вещества: легкие органические соединения (преимущественно, предельные и непредельные алифатические углеводороды, ароматические углеводороды, альдегиды, кетоны, сложные эфиры), аммиак, органические амины, сероводород, сероуглерод, меркаптаны и др. Многие из них формируют неприятный фекальный запах, определенные вещества из них характеризуются токсичностью, другие в атмосферных условиях участвуют в химических превращениях, которые приводят к образованию вторичных загрязняющих веществ [5].

Такого рода эмиссия обуславливает следующие экологические риски:

- загрязнение почвы, рек, водоемов и грунтовых вод тяжелыми металлами;

- эпидемиологическая опасность от паразитов и гельминтов (патогенная микрофлора);

- гибель окружающей флоры и фауны;

- распространение фекального запаха.

Ситуация осложняется тем, что иловые поля находятся в непосредственной близости от населенных пунктов.

Для того чтобы оценить качество загрязнения воздуха мы собрали, обработали и систематизировали информацию об иловых картах, как источнике загрязнения атмосферы, физических характеристиках и объеме эмиссии, а также качественном и количественном составе выделяемых загрязняющих веществ [6].

Расчет рассеивания загрязняющих веществ был выполнен на основании полученных данных. При выполнении расчета, было учтено влияние местных погодных условий и рельефа местности на характер распределения примесей.

Выполненный расчет обеспечил картину распределения уровня загрязнения атмосферного воздуха над поверхностью иловых карт и вблизи города Набережные Челны (рис.1 и 2).

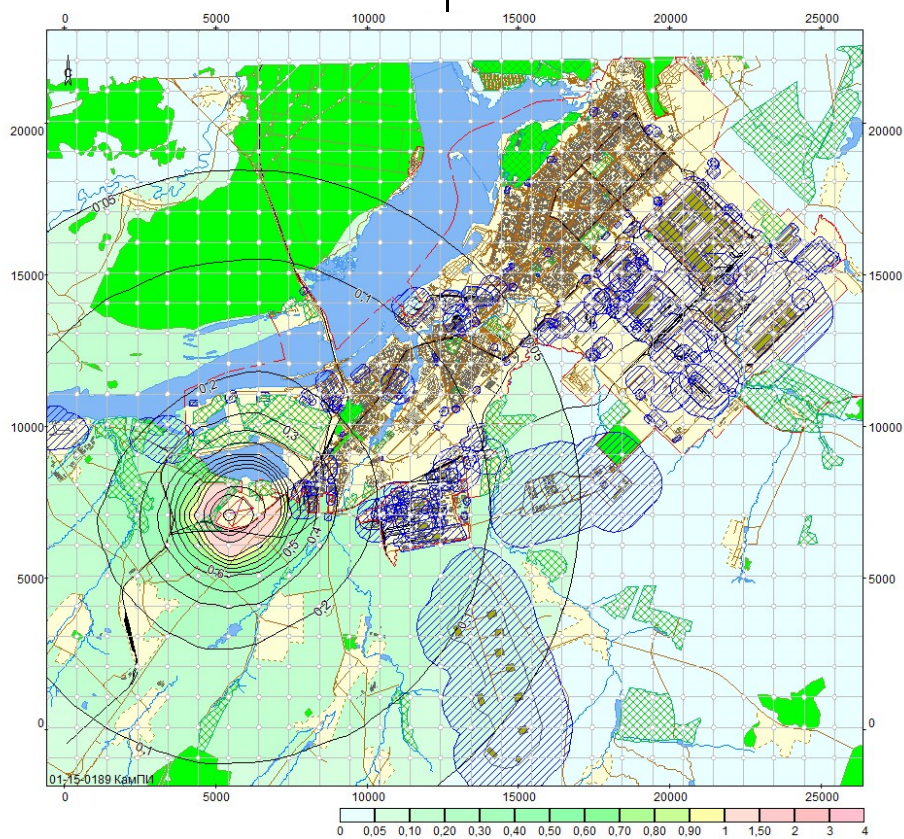


Рисунок 1. Карта рассеивания (аммиак)

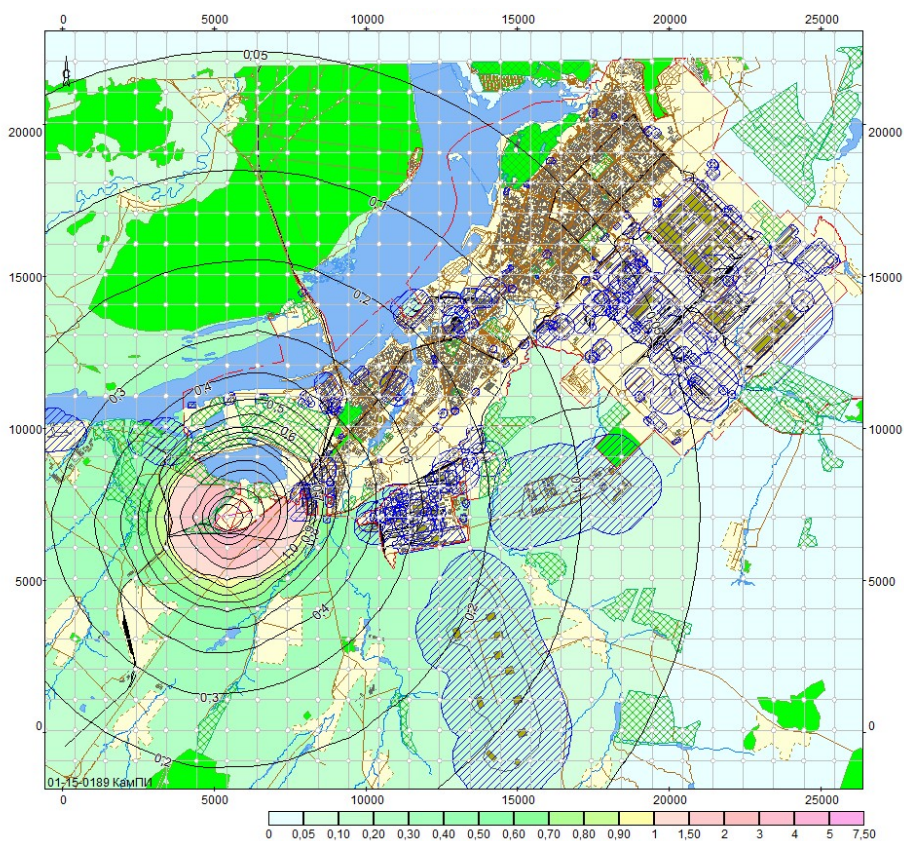


Рисунок 2. Карта рассеивания (сероводород)

Результаты расчета распределения уровня загрязнения атмосферного воздуха над поверхностью иловых карт и вблизи города Набережные Челны позволяют предполагать превышения предельно допустимых концентраций по следующим загрязняющим веществам: аммиак и сероводород. Наиболее высокие концентрации прогнозируются для аммиака - 4 ПДК, сероводорода - 7,5 ПДК. Зоны с максимальной концентрацией более 1 ПДК для аммиака и сероводорода наблюдаются непосредственно над иловыми картами. Превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, выделяемых иловыми картами, не предполагаются по диоксиду азота, оксиду азота, метану, предельным углеводородам.

Для подтверждения результатов расчетов нами были проведены экспериментальные исследования содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Содержание аммиака и сероводорода в атмосферном воздухе было определено инструментально.

Отбор проб воздуха проводили в соответствии с РД 52.04.186-89 п.4. и требованиями, описанными в выбранных процедурах измерения (таблица 1). Во время измерения были зафиксированы данные об условиях отбора проб.

Таблица 1.

Методики выполнения измерений

Показатель	МВИ	Метод
Аммиак	РД 52.04.791-2014	Фотометрия
Сероводород	РД 52.04.795-2014	Фотометрия

Отбор проб воздуха проводили у четырех иловых карт илового полигона водоканала на высоте 2-х метров в 4 км от западной окраины г. Набережные Челны летом и осенью.

В ходе проведения эксперимента осуществляли инструментальный мониторинг содержания загрязняющих веществ (сероводорода и аммиака) в атмосферном воздухе вблизи опытных точек, результаты замеров (средние значения) представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты анализа воздушной среды вблизи опытных иловых карт

Объект	Загрязняющее вещество	
	аммиак, мг/м ³	сероводород, мг/м ³
Карта №5	0,003	0,030
Карта №9	0,059	0,037
Карта №10	0,003	0,024
Карта №11	0,004	0,040

Таблица 3.

Коэффициенты концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе у иловых карт водоканала относительно ПДК_{мр}.

Объект	Загрязняющее вещество	
	аммиак	сероводород
Карта №5	0,02	3,8
Карта №9	0,30	4,6
Карта №10	0,02	3
Карта №11	0,02	5

Анализ представленных данных показывает, что в атмосферном воздухе вблизи опытных иловых карт присутствует превышение предельно допустимой концентрации по сероводороду более 3 ПДК. Прогнозируемое в результате расчета распределения уровня загрязнения атмосферного воздуха над поверхностью иловых карт и вблизи города Набережные Челны превышение по аммиаку экспериментальными исследованиями не подтверждено.

Таким образом, в работе показана опасность загрязнения атмосферного воздуха выделениями загрязняющих веществ с поверхности иловых карт иловых полей городских водоканалов и обоснована необходимость проведения мероприятий по

уменьшению эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербина Е.В., Ковальская А.И. «Основы концепции комплексного управления обращением с иловыми осадками для обеспечения экологической безопасности в городском хозяйстве» / Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ) Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» №4, 2012 г.
2. Насыров И.А., Маврин Г.В., Шайхиев И.Г. Проблемы утилизации иловых осадков очистных сооружений / Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 19. С. 257-259.

3. Гуляева И.С., Дьяков М.С., Савинова Я.Н., Глушанкова И.С. Анализ и обоснование методов обезвреживания и утилизации осадков сточных вод биологических очистных сооружений / Вестник ПНИПУ. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – Пермь, 2012. № 2. С. 18-32.

4. Свергузова С.В., Севастьянов В.С., Сапронова Ж.А., Спиринов М.Н., Шайхиев И.Г. Использование осадков от очистки сточных вод и рекультивации иловых карт – актуальная задача рационального природопользо-

вания / Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 4. С. 199-202.

5. Салихова Р.Р. Загрязненность атмосферного воздуха над поверхностью иловых карт водоканала. – Н. Чelны: НЧИ (КФУ), 2015.

6. Suleimanov I.F. Methods of assessment of air basin in the city. / Suleimanov I.F., Mavrin G.V., Harlyamov D.A. / Publishing House LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 116 p.

УДК 504.064

Оценка качества вод бассейна р. Свияга в пределах Республики Татарстан

И.А. Рысаева, ассистент

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, e-mail: rysira85@mail.ru

В системе мониторинга окружающей среды особое место занимают наблюдения за состоянием поверхностных вод и, в частности, их качественным состоянием. В данном контексте, представляет интерес провести оценку качества вод и выявить основные источники загрязнения бассейна р. Свияга в пределах Республики Татарстан. Являясь трансграничной водной артерией, р. Свияга и ее притоки в пределах рассматриваемого региона протекают по территории Дрожжановского, Буинского, Тетюшского, Апастовского, Кайбицкого, Камско-Устьинского, Верхнеуслонского и южной части Зеленодольского муниципальных районов.

Хозяйственная направленность муниципальных районов, по которым протекает р. Свияга, предопределила промышленно-аграрную освоенность речных вод с последующим изменением их качественного состояния. Современный качественный состав вод р. Свияга во многом предопределен значительным удельным весом промышленного и сельскохозяйственного водопотребления и водоотведения. Вместе с тем, значительное влияние на качественное состояние вод бассейна оказывают точечные и диффузные источники, образующиеся за счет смыва с территорий населенных пунктов, промышленных и других объектов. Хозяйственное использование вод речного бассейна сопровождается образованием отработанных стоков, которые перегружены массой инородных веществ, изменяющих физико-химические свойства вод.

В бассейн р. Свияга, согласно материалам статистической отчетности № 2-тп (водхоз), в период с 2000 по 2015 гг. сброс сточных вод осуществляли 64 предприятия промышленного и агропромышленного комплекса, коммунально-бытовой сферы. В частности, загрязнение р. Свияга определяется наличием на территории муниципальных образований, по которым она протекает, предприятий пищевой, нефтяной промышленности, электро-

энергетики, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, что приводит к интенсивному загрязнению реки сульфатами, нитрат и нитрит-ионами, взвешенными веществами. Загрязнение р. Улема происходит сбрасываемыми сточными водами ОАО «Тетюши-Водоканал», а также в процессе деятельности многочисленных сельскохозяйственных организаций. На территории Буинского муниципального образования республики основными предприятиями-загрязнителями вод р. Карла являются ОАО «Буинск-Водоканал», «Буинский спиртзавод», ООО «Буинский машиностроительный завод», ОАО «Буинскагрохимсервис» и др.

Наряду с этим, в пределах региона исследования имеется также опасность трансграничного загрязнения вод бассейна р. Свияга в результате проникновения различных поллютантов с предприятий, действующих в соседних регионах.

В период с 2000 по 2015 гг. в бассейн реки было отведено 28510,09 тыс. м³ сточных вод, непосредственно в р. Свияга сброс составил 7192,08 тыс. м³. По притокам бассейна объем сброса сточных вод составил по р. Карла – 2447,82 тыс. м³, р. Бирля – 15354,05 тыс. м³, р. Улема – 2704,92 тыс. м³, р. Малая Цильна – 492,18 тыс. м³.

Основной привнос загрязненных вод по бассейну реки наблюдался от деятельности предприятий ОАО «Кайбицкий рыбхоз» (р. Бирля), ОАО «Буинский сахарный завод» (р. Свияга), ОАО «Тетюши-Водоканал» (р. Улема), где водоотведение ежегодно составляло 277–2750 тыс. м³.

В целом, показатель водоотведения по бассейну реки был изменчив за период с 2000 по 2009 гг., так, например, в 2003 г. объем сброса сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, выше по сравнению с 2000–2002 гг., а с 2009 г. фиксировалось устойчивое сокращение сброса в р. Свияга и ее притоки (рисунок).

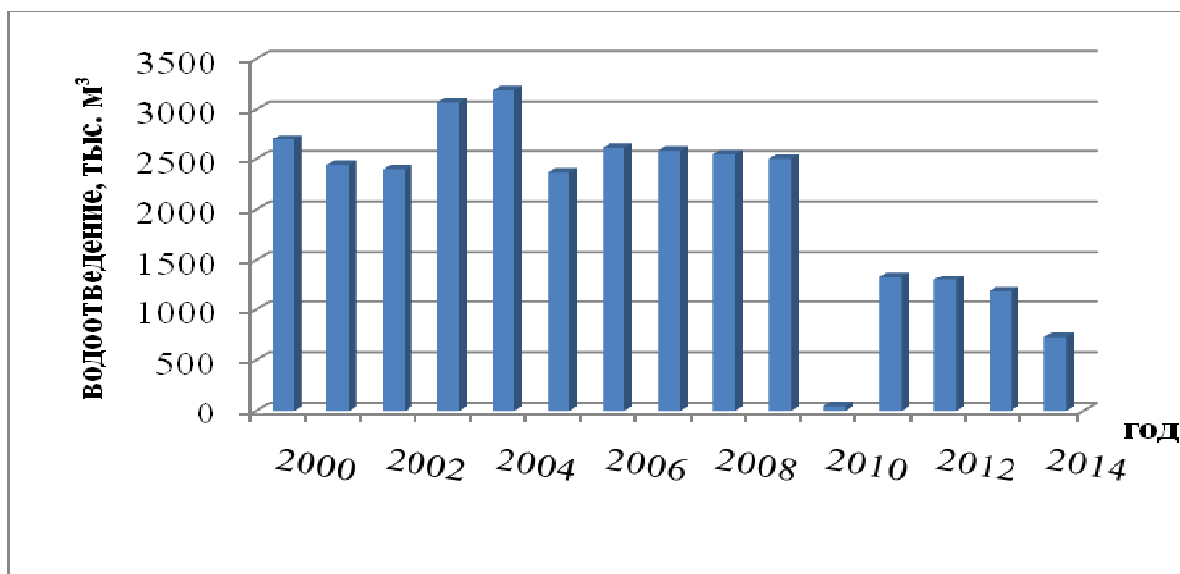


Рисунок. Динамика водоотведения в бассейне р. Свияга в пределах Республики Татарстан

Ингредиентный состав загрязняющих веществ речных вод бассейна р. Свияга был представлен нитратной и нитритной формами азота, сульфатами, хлоридами, сухой остаток, взвешенные вещества, источниками которых являются сточные воды различных видов производств, предприятий сельского и жилищно-коммунального хозяйства.

Для речных вод бассейна за анализируемый период характерно малое содержание в воде нефти и нефтепродуктов, не более 0,011 т. Высокотоксичные металлы – никель, кадмий, кобальт, а также полициклические ароматические углеводороды в водах реки не обнаружены. Не выявлено также наличие в водах реки специфических загрязняющих веществ, таких как бензол, бензапирен, толуол, стирол и др.

Степень загрязнения рек бассейна различна, но зачастую довольно высокая. В водных массах р. Свияга за весь временной ряд наблюдалось достаточно высокое содержание взвешенных веществ – до 34,5 т (2012 г.), сульфат-ионов – до 52 640 т (2009 г.), сухой остаток – до 859 т (2012 г.), азотсодержащих соединений. Значительный ущерб реке наносится в сельской местности из-за нарушения режима хозяйственной деятельности в водоохраных зонах и поступления в воды органических загрязнений, а также смыва почвы в результате водной эрозии.

Показатель БПК полный, как один из важнейших показателей уровня загрязненности вод органическими соединениями, за период рассмотрения зафиксирован на уровне 1029–4350 т. В последние годы обозначилась тенденция сокращения массы сброса загрязняющих веществ со сточными водами, степень загрязненности вод реки в целом устойчиво сохраняется на уровне прошлых лет. Класс качества вод р. Свияга за период рассмотре-

ния соответствовал категории очень загрязненные – 3"б". По данным УГМС по РТ на гидропосту Свияга-Буинск в 2009 г УКИЗВ составил 3,71, что несколько выше аналогичного показателя предыдущего года, зафиксированного на уровне 3,46 [1]. В последующие годы уровень загрязненности реки остался на уровне предыдущих лет и, к примеру, в 2011 г. УКИЗВ р. Свияга составил 3,84 и воды также характеризовались как «очень загрязненные» [2]. В 2011 г. в поверхностных водах р. Свияга БПК5 и ХПК составил 1,2 ПДК. В последние годы тенденции уровня загрязненности вод р. Свияга сохраняются и воды оцениваются как «очень загрязненные» [3]. Минерализация воды р. Свияги колеблется в пределах 400-1100 мг/л. В течение большей части года Свияга относится к рекам с повышенной минерализацией, в весеннее половодье суммарное содержание ионов падает до 150 – 200 мг/л.

Качественный состав вод р. Свияга менялся по длине реки от гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевого до сульфатно-гидрокарбонатно-натриевого типа к устью реки. Воды характеризовались как «мягкие» в весенний сезон (1,5–3,0 мг-экв/л) и умеренно «жесткие» в межень (3,0–6,0 мг-экв/л) с повышенной минерализацией до 700 мг/л в течение года [4].

Загрязненными притоками р. Свияга являются р. Улема и Бирля, анализ динамики качества поверхностных вод которых, проведенный по материалам УГМС по РТ, позволил выявить следующее.

Приоритетными загрязняющими веществами в водах рек за весь анализируемый период являлись взвешенные вещества, сульфат и хлорид-ионы, сухой остаток, содержание которых в водах варьировало в пределах 7500–55900 т (сульфаты), 10,8 –

18,3 т (хлориды), по взвешенным веществам – от 0,021 т (р. Улема) до 16,978 т (р. Бирля). По нитратам в бассейне р. Улема в течение последних пяти лет фиксировалось превышение уровня ПДК в несколько раз в контрольных створах наблюдений.

Обращает на себя внимание принципиальное отличие состава загрязняющих веществ в бассейнах указанных рек от ингредиентов загрязняющих веществ, присутствующих в других водотоках бассейна. Так, в частности, в водах р. Бирля за период с 2009 по 2015 гг. не выявлено сточных вод с азотсодержащими соединениями – нитрат и нитрит-ионами. А в водах р. Улема, в отличие от других притоков бассейна, обнаружены растворимые в воде формы железа, содержание которого зафиксировано на уровне 10 520 кг (2010 г.) до 37,43 кг (2014 г.).

Качественный состав вод р. Улема характеризовался как гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый, воды отличались умеренной жесткостью – 3,0–6,0 мг-экв/л весной с повышением до 6–9 мг-экв/л в меженный период, повышенной минерализацией до 700 мг/л, средней мутностью 2400 г/м³ [4]. Тип вод р. Бирля – гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевый, малой минерализацией – 100–200 мг/л в период повышенной водности с увеличением до 500–700 мг/л в межень.

На химический состав вод р. Малая Цильна оказывают влияние сточные воды предприятий промышленности и сельскохозяйственной отрасли. В водах реки за период рассмотрения обнаружен аналогичный другим притокам р. Свияга состав загрязняющих веществ, представленный нитрат и нитрит соединениями, сульфат и хлорид ионами, взвешенными веществами. В наибольших количествах в водах реки содержалось нитратов, величина которых в сточных водах в 2009–2010 гг. составляла 75000–87000 кг, достигнув экстремально высокого значения в 2012 г. – 1 618 800 кг. Случаев экстремально высокого загрязнения вод р. Малая Цильна за рассматриваемый период не отмечалось.

На качество вод р. Карла оказывает влияние трансграничное загрязнение и сточные воды предприятий Буинского муниципального района республики, по которому она протекает. Воды реки за период рассмотрения, как и в случае с другими притоками бассейна, аккумулировали в себе соли азотной кислоты, сульфаты и хлориды, в меньшей степени – фосфаты и нефтепродукты. Так, в 2011 г. в воды реки сброшено: нитратов – 452 000 кг, нитритов – 5200 кг, сульфатов – 1970 т, хлоридов – 1370 т. Тогда как в 2015 г. показатели загрязненности воды р. Карла нитратами остались практически на уровне 2011 г., а содержание остальных ингредиентов значительно снизилось.

В загрязненности поверхностных вод бассейна р. Карла существенных изменений за весь анализируемый период не произошло. Качество вод реки бассейна находилось в пределах класса 3 и по комплексному показателю воды оценивались как "очень загрязненные". Так, в 2008–2009 гг. УКИЗВ реки находился в пределах 3,50–3,72, в 2011 г. индекс загрязненности вод понизился в пределах класса, составив 3,00. В поверхностных водах р. Карла в 2011 г. показатели БПК и ХПК составили 0,9 ПДК и 1,2 ПДК, соответственно.

С качественным истощением водных ресурсов связаны основные экологические проблемы р. Свияга. Загрязнение реки промышленными, сельскохозяйственными, коммунально-бытовыми стоками способствуют эвтрофикации вод р. Свияга, т.е. обогащению их питательными веществами, приводящими к чрезмерному развитию водорослей и гибели экосистемы водного объекта. Проблема обостряется тем, что в р. Свияга выносятся стоки предприятий, имеющие устаревшие очистные сооружения, которые, соответственно, не справляются в должной мере с очисткой воды. Поступление неочищенных стоков приводит к сильнейшему загрязнению вод реки биогенными элементами, взвешенными веществами. Наиболее тяжелые из них оседают и образуют песчаные косы вблизи впадения притоков в р. Свияга, фракции более легкой размерности разносятся течением и оседают уже в местах замедленного течения реки. Также существует проблема отсутствия ливневой канализации в населенных пунктах, как следствие, вода с улиц беспрепятственно стекает в реку. Наряду с этим, существенное влияние на гидрохимический состав вод р. Свияга оказывают урбосистемы.

Любой водный объект способен к самоочищению, однако, р. Свияга из-за мощного антропогенного прессинга и пониженного водообмена практически не справляется с этой задачей. Процессы трансформации, сорбции и иные составляющие механизма самоочищения реки с участием биологического слоя сведены к минимуму [5]. Стоку загрязненных веществ не препятствует биологическая защита воды и влияние его оказывается токсичным для водных сообществ. Отмечаются случаи массового замора рыб, аккумуляция тяжелых металлов в донных отложениях и ихтиофауне [6]. Увеличение концентраций загрязняющих веществ в водах р. Свияга повышают диапазон колебания биохимического равновесия и на восстановление качества вод реки требуется более продолжительное время. Улучшение качества вод реки требует выполнения природоохранных мероприятий, направленных, в частности, на совершенствование

отраслевого использования водных ресурсов бассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрохимическое состояние поверхностных вод, расположенных на территории деятельности Нижне-Волжского БУУ. Отчет за 2009 г. – Волгоград, 2010. – 58 с.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2011 году. – Казань, 2012-490 с.

3. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник за 2014 год. – Ростов н/Д, 2015. – 530 с.

4. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2008 году. – Казань, 2009.

5. Мустакимова И.В. Анализ водохозяйственной ситуации в бассейне р. Свияги и антропогенные факторы формирования ее экологического состояния //И.В. Мустакимова //Материалы международной н-п конференции Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов. – Казань, 2006. - С. 230-233

6. Мингазова Н.М. Характеристика места проведения практики: река Волга, Куйбышевское водохранилище, река Свияга и Свияжский залив / Н.М. Мингазова // Учебно-методическая разработка по летней полевой экологической практике. – Казань, 2002, 37 с.

УДК 504.748

Экологическое состояние озера Изумрудное

А.В. Мельникова¹, к.б.н., с.н.с., **А.Р.Ильясова**², к.б.н., доцент

¹ Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: d.bugensis@mail.ru

² Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета, г.Казань, e-mail: ARIlyasova@kpfu.ru

Озеро Изумрудное находится в лесопарке Залесный (55°49'21"N и 48°55'26"E) Кировского района города Казани. Озеро относится к водоемам с искусственным происхождением (обводненный карьер). Его образование датируется концом 1980-х годов в результате поступления воды в песчаный карьер из палеовой долины реки Волги. Объем озера составляет 2054 тыс. м³, площадь – 25.5 га, средняя глубина – 8.3 м (максимальная – 18.0–20.5 м) [1, 2]. Грунт в основном представлен песком и слабозаиленным песком. Вода в озере маломинерализованная (186–231 мг/дм³) с жесткостью 2.4–3.0 ммоль/дм³, относящаяся к гидрокарбонатно-магниево-кальциевому типу и имеет изумрудно-голубой цвет, в результате чего озеро и получило свое название. По трофности соответствует ультраолиготрофным озерам [2, 3].

Озеро Изумрудное испытывает существенную рекреационную нагрузку, так как является одним из самых популярных и излюбленных мест летнего отдыха местного населения и гостей города Казани. Все это, несомненно, сказывается на его экологическом состоянии. Таким образом, изучение его современного состояния и оценка качества воды является актуальным, так как последние исследования в литературе датируются 1999 г. [1].

В данной работе оценка качества воды водоема осуществлялась по показателям зообентоса мелководных участков. Зообентос играет значительную в качестве индикаторов загрязнения, так как он является одним из элементов водоема, а также их таксономический состав и количественные показатели характеризуют степень загрязнения грунта и придонного слоя воды. И порой становятся единствен-

ными показателями загрязнения этих биотопов. А также бентос, за счет продолжительной жизни и относительно медленного жизненного цикла, характеризует многолетние изменения экосистемы. Однако для целостной и достоверной оценки экологического состояния водоема, конечно, необходимо использовать комплекс методов и подходов биоиндикации [4-8].

Отбор проб зообентоса проводился с апреля по октябрь 2015 г. на литорали и сублиторали озера по общепринятым и стандартным методам в гидробиологии [9-11]. За указанный период была отобрана 21 проба с использованием ручного сачка/скребка (сеть с размером ячеек 0.5 мм, размеры прямоугольной рамки 260*360 мм) с определенной площади с последующим перерасчетом на 1 м². Большая часть выявленных организмов зообентоса определены до вида или рода, за исключением нематод, гидракарин и мокрецов.

Для оценки качества воды водоема в исследованиях были использованы индекс видового разнообразия Шеннона, индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека, биотический индекс Вудивисса и хирономидный индекс Е.В. Баллушкиной. Для оценки достоверности изменений показателей индексов для оценки качества воды в водоеме по сезонам использовали дисперсионный анализ способом ANOVA (*Tukey's HSD test*).

В результате исследований, проведенных в 2015 г., в составе зообентоса литорали и сублиторали озера Изумрудное были выявлены 72 таксономические группы водных беспозвоночных: нематоды (1), кольчатые черви (*Oligochaeta* – 5 и *Hirudinea* – 4), моллюски (*Gastropoda* – 9 и *Bivalvia* – 1), гидракарин (1) и насекомые (*Collembola* – 1, *Odonata* –

7, Ephemeroptera – 4, Hemiptera – 2, Coleoptera – 6, Trichoptera – 5 и Diptera – 25). Таким образом, наибольшим разнообразием характеризовались двукрылые насекомые. Существенный вклад в разнообразие двукрылых насекомых вносили хирономиды (18 таксонов), которые были представлены в озере четырьмя подсемействами: Diamesinae (1 вид), Tanypodinae (2), Orthocladinae (4) и Chironominae (11: Tanytarsini – 2, Chironomini – 9).

Было интересно обнаружение в пробах, отобранных на участках с зарослями макрофитов, инвазионного вида – брюхоногий моллюск *Physella acuta*, который нами указывался для мелководных участков Куйбышевского водохранилища [12, 13].

В целом все выявленные виды гидробионтов на исследуемом участке озера являются обычными представителями Палеарктики и Голарктики.

Наиболее часто в пробах встречались *Hydracarina* sp. (90.5 %), *Caenis horaria* (90.5 %), *Cryptochironomus* gr. *defectus* (76.2 %), *Stylaria lacustris* (71.4 %), *Stictochironomus* sp. (71.4 %), *Ceratopogonidae* sp. (71.4 %), *Cloeon simile* (66.7 %), *Polypedilum* gr. *nubeculosum* (66.7 %), *Cricotopus* (*I.*) gr. *sylvestris* (57.1 %), *Cladotanytarsus mancus* (57.1 %), *Endochironomus albipennis* (52.4 %) и стрекоза *Ischnura pumilio* (52.4 %). Более 75 % всех выявленных таксонов зообентоса были отнесены к случайным или редким видам.

Средняя численность и биомасса всего зообентоса в 2015 г. на данном участке составила 3063 ± 757 экз./м² и 2.75 ± 0.48 г/м² соответственно. Основной вклад в количественные показатели зообентоса вносили двукрылые насекомые, главным образом за счет семейства Chironomidae (табл. 1).

Таблица 1.

Количественные показатели основных групп зообентоса озера Изумрудное

Группа	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Oligochaeta	115±58	0.05±0.03
Hydracarina	957±253	0.46±0.12
Ephemeroptera	356±100	0.57±0.17
Diptera	1624±634	1.20±0.43
в т.ч. Chironomidae	1477±570	1.12±0.39

Как указывалась выше, анализ качества вод на мелководных участках озера производили по индексу видового разнообразия Шеннона (рассчитанного как по численности (H_N), так и по биомассе (H_B)), индексу сапробности (S), биотическому индексу Вудивисса ($БИ$) и индексу Балушкиной (K). Средние значения и медиана рассматриваемых индексов приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Средние значения и медиана индексов оценки качества воды на мелководных участках озера

Изумрудное

Индекс	Средние значения	Медиана
H_N	1.9668±0.1436	2.0203
H_B	2.0827±0.1186	2.1085
S	2.23±0.03	2.22
$БИ$	7.8±0.3	8.0
K	3.82±0.48	3.24

Индекс Шеннона, рассчитанный по численности зообентоса, в период исследования колебался в пределах от 0.7369 (на открытом участке) и до 3.4502 бит/экз. (в зарослях макрофитов). Значения индекса, рассчитанного по биомассе, находились в пределах 1.1278-2.8923 бит/г, однако максимальные значения показателей были выявлены на открытых участках, а минимальные – наоборот, на участках с зарослями. Таким образом, качество воды в озере по данным индекса в целом соответствовало «умеренно загрязненному».

Около половины видов и форм зообентоса, для которых имеются данные по сапробности (39) [14], относились к β -мезосапробным организмам (18). Соответственно, значения индекса сапробности Пантле и Букка в модификации Сладчека колебались от 1.98 до 2.42, т.е. воды в течение всего периода исследования соответствовали β -мезосапробной зоне загрязнения. В результате полученных средних значений индекса и его медианы, воды на рассматриваемом участке озера соответствовали 3 классу качества вод («умеренно загрязненные»).

В период исследований показатели биотического индекса Вудивисса наблюдались в пределах от 3 (α -мезосапробный тип водоема) до 9 (олигосапробный тип), однако в целом мелководные участки озера находятся на границе β -мезосапробного и олигосапробного типов загрязнения. Таким образом, воды исследуемого участка водоема по данному индексу согласно классификации качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим показателям [11] можно отнести ко 2 классу, что характеризует их как «чистые».

Хирономидный индекс Балушкиной находился в интервале 0.67-7.75, т.е. воды в период исследования изменялись от чистых до умеренно загрязненных вод, однако средние значения и медиана данного индекса относят данный водоем к умеренно загрязненному классу качества вод.

Анализ сезонной динамики значений индексов показал, что существенных изменений в качестве воды в водоеме не наблюдалось, в основном изменения были в пределах ошибки. Однако максимальные значения индекса Шеннона, как по чис-

ленности, так и по биомассе, были выявлены в летний период, у индекса Балушкиной – весной. Минимальные показатели индекса Шеннона по численности и сапробности отмечались в осенний

период, тогда как у индекса Вудивисса – весной. Однако достоверные отличия значений индексов между сезонами не выявлены (*ANOVA, p>0.05*; рис. 1).

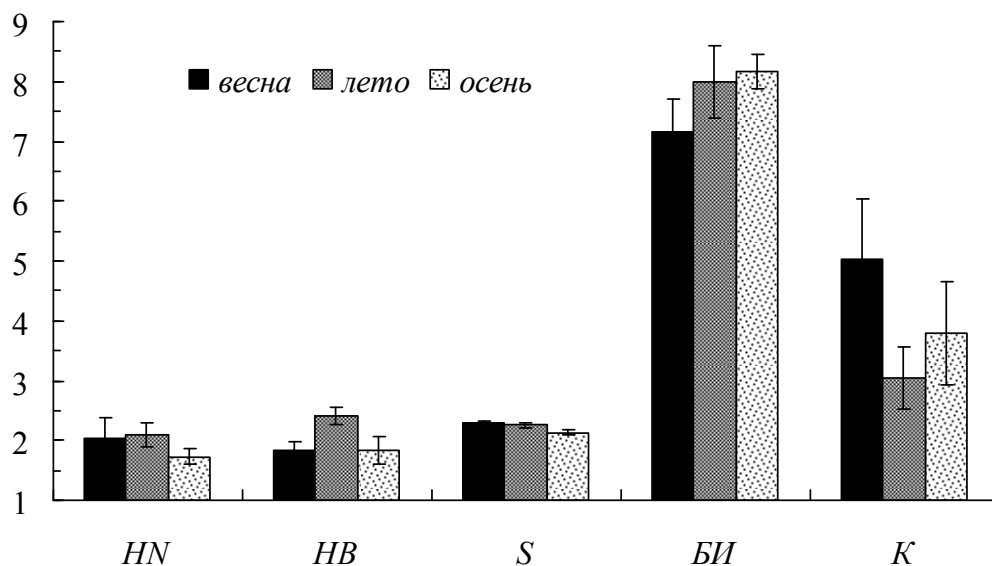


Рис. 1. Сезонная динамика средних значений индексов Шеннона по численности (H_N) и по биомассе (H_B), сапробности (S), Вудивисса ($БИ$) и Е.В. Балушкиной (K)

При более детальном анализе распределения средних значений индексов по месяцам достоверные различия также не выявлены (*ANOVA, p>0.05*). Однако в мае вода на мелководных участках по

большинству рассматриваемых индексов характеризовалась худшим качеством, а в июле, наоборот выявлены наиболее лучшие показатели качества воды в озере (рис. 2).

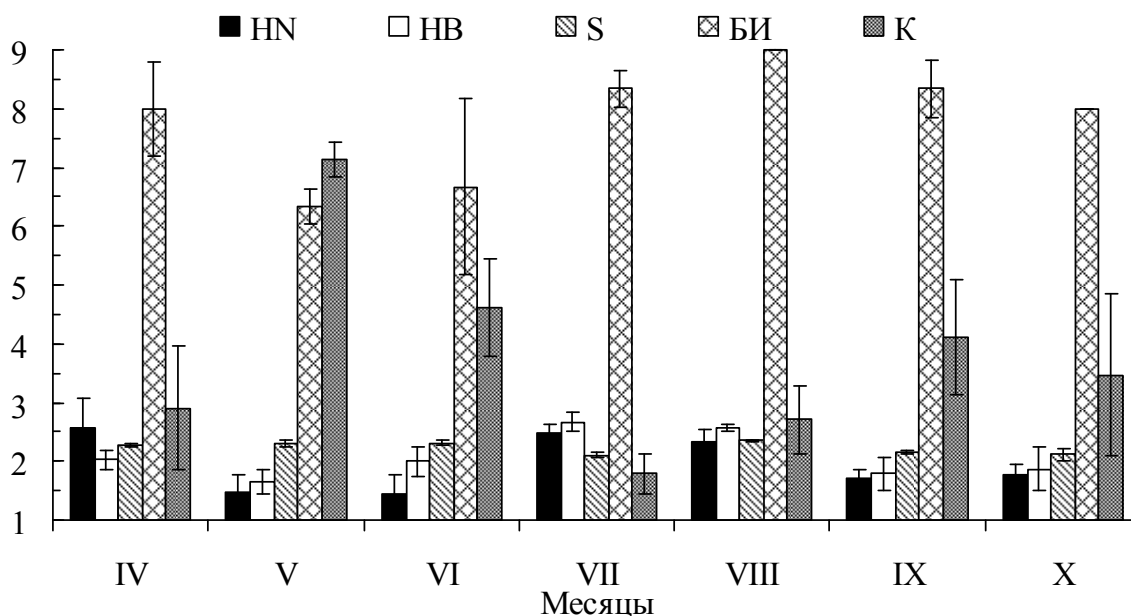


Рис. 2. Изменения показателей индексов Шеннона по численности (H_N) и по биомассе (H_B), сапробности (S), Вудивисса ($БИ$) и Е.В. Балушкиной (K) по месяцам

По литературным данным в 1999 г. экологическое состояние водоема оценивалось как благополучное, однако зообентос был представлен лишь четырьмя таксонами (*Hydrachnida* sp., *Palpomyia*

sp., *Chironomus dorsalis* и *Pentapedilum sordens*), численность и биомасса которых составили 400 экз./м² и 2.2 г/м² соответственно [1]. За прошедший период (10–15 лет) произошли значительные изме-

нения в экосистеме озера, чему также поспособствовало увеличение рекреационной нагрузки. В результате, по нашим данным в последние годы наблюдается увеличение видового разнообразия гидробионтов и их количественных показателей. Произошедшие изменения также отражаются и на экологическом состоянии озера, особенно которое оценивается по гидробиологическим показателям. Так, водоем в 1999 г. относился к олигосапробному типу и характеризовался 2 классом качества □ «чистые» ($S=1.28$) [1]. На сегодняшний день по полученным данным мелководные участки озера Изумрудное соответствуют «умеренно загрязненному» (3 класс качества вод).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экология города Казани. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. 576 с.
2. Курлянов Н.А., Мусин Р.Х. Вертикальная гидрохимическая зональность озер Среднего Поволжья. В сборнике: Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 2015. С. 517–521.
3. Галеева А.И. Мингазова Н.М. Использование универсальной лимно-экологической классификации для региональной типизации и инвентаризации озерного фонда на примере г. Казани // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 12, № 1 (4), 2010. С. 925–929.

4. Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. 172 с.

5. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

6. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

7. Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод, 2000. № 1. С. 68–82.

8. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

9. Frost S., Huni A., Kershaw W.E. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna // Can. J. Zool. 1972. Vol. 49. P. 167–173.

10. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

11. Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 40 с.

12. Яковлева А.В., Яковлев В.А. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Отечество, 2014. 199 с.

13. Мельникова А.В., Яковлев В.А. Бентосные вселенцы на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (в районе г. Казани) // Вода: химия и экология, 2016. № 2. С. 47–52.

14. Wegl R. Index fur Limnosaprobität // J. Wasser und Abwasser. 1983. Vol. 26. S. 175.

УДК 572.6

Влияние техногенного пресса нефтехимического комплекса на почвенные микробиоценозы

Т.В. Кузнецова, н.с., А.М. Петров, зав. лабораторией, к.б.н., И.В. Князев, н.с., Р.Р. Шагидуллин, директор, д.х.н.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань, e-mail: kuznetsovatan@mail.ru

Последствиями долговременного антропогенного воздействия крупных промышленных комплексов является усиление техногенного «пресса» на прилегающие территории, которое может приводить к появлению очагов экологического неблагополучия, деградациии почвенных биоценозов.

Исследованиям экологического состояния объектов окружающей среды прилегающих к промышленным объектам и сопредельных к ним территорий в настоящее время уделяется большое внимание [1–4]. Важное место в таких исследованиях занимает изучение почв и почвенного покрова.

В силу разнокачественности антропогенных воздействий на почвы городов и промышленных зон (рекреация, загрязнение, перемешивание, скальпирование) диагностика степени их нару-

шенности возможна только по интегральным показателям.

Установлено, что одним из чувствительных индикаторов состояния почвенной экосистемы, подверженной техногенной нагрузке является микробиота, которая чутко реагирует на изменение условий обитания. Показатели микробиологической активности могут служить диагностическими признаками, позволяющими обнаружить негативные изменения уже на начальных этапах воздействия [5]. Эта особенность делает их крайне привлекательными, как для целей мониторинга, так и для теоретического обоснования устойчивости различных почв к антропогенным воздействиям.

Исследование микрофлоры почвы, как показателя почвенных условий (микробиомониторинг почвы), ажно для понимания роли микроорганиз-

мов в сохранении биохимического равновесия в почве при ее различных загрязнениях [6].

Первичной ответной реакцией почвенного биоценоза на любое воздействие является изменение интенсивности процессов биодеструкции органического субстрата почв, которая коррелятивно связана с развитием и активностью всей совокупности почвенных сапрофитных микроорганизмов. Именно по изменению общей численности сапрофитных представителей почвенной микрофлоры, количеству целлюлозоразрушающих микроорганизмов, можно судить об уровне антропогенного воздействия, нарушенности почвенного микробценоза.

Город Нижнекамск (1966 год) – один из крупных городов Республики Татарстан площадью 63,5 км², с населением - свыше 235 тыс. человек.

Нижнекамский промышленный комплекс является одним из наиболее крупных центров нефтехимической, нефтеперерабатывающей и энергетической промышленности РФ (ПАО «Нижнекамскнефтехим», ПАО «Нижнекамшина», ОАО «ТАИФ-НК», ОАО «ТАНЕКО», ООО «Нижнекамская ТЭЦ» и др.), которые и являются главными источниками воздействия на окружающую среду.

Цель исследования - изучение микробиологического состава почв г. Нижнекамска и прилегающих к Нижнекамскому промышленному комплексу земель.

Объектами исследования являлись урбаноземы, урботехноземы, светло-серые лесные, серые лесные, темно-серые лесные и дерново-карбонатные выщелоченные и дерново-карбонатные оподзоленные почвы.

Для выделения и учета исследуемых групп микроорганизмов использовали метод посева на агаризованные питательные среды. Численность выражали в КОЕ/г абсолютно сухой почвы (АСП) [7]. В ходе исследований определяли общую численность и видовое разнообразие сапротрофных микроорганизмов (ОМЧ) и численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов на среде Гетчинсона. При анализе сапротрофов в каждом образце, выявляли доминанты, субдоминанты, редко встречающиеся виды.

Микробиологический анализ проб, отобранных при обследовании территории, прилегающей к Нижнекамскому промышленному узлу, позволил определить интервал варьирования содержания микроорганизмов в почвах, определить их средние значения (табл. 1).

Таблица 1

Содержание микроорганизмов в почвах территории прилегающей к Нижнекамскому промышленному узлу

Показатели	Значения (КОЕ/г АСП *10 ⁵)		
	средние	max	min
ОМЧ	848	3170	160
Целлюлозоразрушающие микроорганизмы	2.91	5.6	0.2

Согласно диагностической шкале обогащенности почв микроорганизмами [8], полученные нами данные по общей численности организмов характеризуют исследуемые почвы как «богатые» и «очень богатые».

Сопоставление полученных при обследовании средних значений ОМЧ с фоновыми для республики [9], показало, что они незначительно отличаются друг от друга. В ходе обследования выявлено повышенное среднее содержание целлюлозоразрушающих микроорганизмов, что является положительным фактором, характеризующим активное разрушение клетчатки при отсутствии ингибирующего действия компонентов почв на данную группу микроорганизмов.

В тоже время, интервал анализируемых параметров указывает на наличие почвенных объектов, находящихся под воздействием неблагоприятных факторов. Согласно полученным данным, антропогенное воздействие оказывает стимулирующий эффект на микрофлору урбанотехноземов.

Высокое содержание сапрофитной микрофлоры отмечено в районе, расположенном в 2-3 км юго-западнее и на территории непосредственно прилегающей к нефтехимическому комплексу.

Наличие ареалов, в которых проявлялось бы токсическое действие воздушных выбросов на целлюлозоразрушающие микроорганизмы не зарегистрировано. Возможно, что высокий уровень длительной техногенной нагрузки на исследованные природные экосистемы способствовал формированию механизмов специфической устойчивости и адаптации микробного сообщества.

Согласно литературным данным качественные показатели почвенной микрофлоры, в частности, показатели разнообразия бактериальной микрофлоры почв, оцениваемые по числу морфотипов колоний, надежней характеризуют состояние биологической активности почв в условиях загрязнения. Для почв с более высоким уровнем загрязнения отмечается большее разнообразие микроорганизмов [10-12].

По совокупности морфологических признаков в исследуемых посевах (33 исследуемых участка) было выделено 20 морфотипов колоний, образованных бактериями и актиномицетами (табл. 2). Максимальное количество морфотипов бактерий было обнаружено в промышленной зоне в урбо-техноземе и серой лесной почве (14 и 12 морфоти-

пов, соответственно). Наименьшее число морфотипов (5 морфотипов) обнаружено в 4 образцах почв из различных (промышленной, жилой, рекреационной и сельскохозяйственной) зон, причем в образцах из промзоны отмечена максимальная общая численность микроорганизмов (до $31.7 \cdot 10^7$ КОЕ/г АСП).

Таблица 2

Содержание микроорганизмов и их морфотипов в почвах территории прилегающей к Нижнекамскому промышленному узлу.

Зона	Значения (КОЕ/г АСП *10 ⁷)			Морфотипы, шт.		
	средние	max	min	средние	max	min
Промышленная	11.5	31.7	2.0	8	14	5
Жилая	7.0	9.5	3.0	8	10	7
Рекреационная	10.0	7.0	3.3	8	10	6
Сельскохозяйственная	5.0	10.5	1.6	7	11	5

Полученные данные по разнообразию бактериальной флоры не обнаруживают связи между показателями общей численности микроорганизмов и бактериальным разнообразием.

Таким образом, при анализе показателей микробиологической активности почв исследуемых урболандшафтов установлено, что численность исследуемых физиологических групп микроорганизмов в почвах разных зон, прилегающих к Нижнекамскому промышленному центру, варьирует незначительно.

В целом, выявленные различия в экологическом состоянии почвенных микробиоценозов функциональных зон прилегающих к городу Нижнекамску указывают на незначительное антропогенное воздействие Нижнекамского промышленного центра на прилегающую территорию.

В целом, выявленные различия в экологическом состоянии почвенных микробиоценозов функциональных зон прилегающих к городу Нижнекамску не позволяют достоверно говорить о наличии явно выраженного антропогенного воздействия Нижнекамского промышленного центра на прилегающую территорию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов О.К. Влияние промышленно развитого города на загрязнение его пригородной зоны // Экология и промышленность России. 2000. - № 5. - С. 24-26.
2. Строганова Л.Н. Оценка антропогенной трансформации почв урбанизированных территорий // 9 Междунар. Пушинская конф.: Тез. докл. - МЛ, 2005.-С. 84.
3. Горбов С.Н. Почвы урболандшафтов г. Ростова-на-Дону, их экологическое состояние и оценка загрязнения: Дис. канд.биол. наук. Ростов-на-Дону, 2002. 162 с.
4. Никитина З.И. Динамические аспекты антропогенной экологии микроорганизмов // III Всесоюзный

симпозиум «Биодинамика почв»: Тез. докл. - М., 1988.- С. 10.

5. 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.

6. Хазиев Ф.Х., Тишкина Е.М., Киреева Н.А., Кузяметов Г.Г. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агроэкосистемы М.: Агрехимия. 1988. № 2. С. 56–61.

7. Егоров Н.С. Практикум по микробиологии, изд-во Моск. Ун-та, 1976.

8. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение.- 1978.- № 6.- С. 48-54.

9. Петров А.М., Зайнулгабидинов Э.Р., Сунгатуллина Л.М., Шагидуллин Р.Р., Иванов Д.В., Тарасов О.Ю., Григорьян Б.Р. Разработка нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Республики Татарстан для земель сельскохозяйственного назначения // Вестник Казанского технологического университета – 2011, № 23. С. 129-136.

10. Медведева М.В., Яковлев А.С. Микробиально-биохимическая индикация состояния антропогенно нарушенных почв восточной финноскандии // Экология и биология почв. Матер. междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 2004. С. 177-178.

11. Колесников С.И. Использование показателей биологической активности в целях мониторинга диагностики и нормирования нефтезагрязненных почв // Экология и биология почв. Матер. междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 2005. С. 218-223.

12. Марфенина О.Е. Микологический мониторинг почв: возможности и перспективы. Почвоведение, 1994. №1. С. 75-80.

УДК 504.062.2

Научные основы создания энергосберегающих технологий, обеспечивающих экологическую безопасность для топливно-энергетического комплекса

Р.Ш. Муфазалов

НПФ «Тимурнефтегаз», РБ, г. Октябрьский. e-mail: tng41@inbox.ru

В статье освещаются теоретические основы разработки высокоэффективных экологически чистых технологий и техники на волновых принципах для топливно-энергетического комплекса. Рассматривается создание гидроакустических устройств для различных технологических линий и процессов на основе параметрического усиления выходных их параметров. Общие тенденции развития ТЭК в мире свидетельствуют о постоянном удорожании и усложнении всего комплекса технологических процессов от бурения скважины до реализации нефтепродуктов потребителям. Основной отличительной особенностью технологических процессов ТЭК является их высокая энергоемкость и жесткие требования к экологической безопасности. Поэтому разработка и создание простых, дешевых, надежных, высокоэффективных и экологически чистых технологий, конкурентоспособных на мировых рынках является чрезвычайно важной и актуальной проблемой.

На базе фундаментальных исследований в области гидродинамики и нелинейной гидроакустики установлен целый ряд принципиально новых эффектов, существо которых заключено в том, что при очень малых энергозатратах происходит интенсивное преобразование энергии колебаний и волн в энергию других форм физико-химических процессов [1]. К таким эффектам относятся многократное увеличение скоростей движения жидкостей и газов в капиллярах и пористых средах по сравнению со скоростью их естественной фильтрации, управляемая гидроакустическая турбулизация многофазных систем, радикальное перераспределение гидродинамического и гидростатического давлений, интенсификация тепломассообменных процессов и увеличение скоростей протекания химических реакций в 10 и более раз, эмульгирование и гомогенизация многофазных систем, мощная гидроакустическая кавитация в авторезонансных режимах, снижение межфазных связей и сил поверхностного натяжения, способность гидроакустических волн к самоусилению и самофокусировке.

Зная физическую природу этих эффектов и явлений, и специфику технологического процесса с режимными параметрами разработаны технологии, не имеющие аналогов в мировой практике для различных отраслей промышленности и создана на-

дежная многофункциональная техника для реализации этих технологий [2-8].

Основные физические выходные параметры для разработки и создания гидроакустических устройств

Гидроакустические методы интенсификации охватывают динамические воздействия на многофазные системы в виде упругих и квазиупругих колебаний и волн. Воздействия в зависимости от частоты относят к низко- или высокочастотным, а в нелинейной гидроакустике – поличастотным воздействиям. В низкочастотном диапазоне, как правило, длина волны λ больше размера системы или ее структурного элемента $\lambda > l$, а в высокочастотном - наоборот, $\lambda < l$.

Рассмотрим волновые процессы при бесконечно малой и конечной амплитудах, которые относятся к нелинейной гидроакустике. Пусть в жидкости вдоль ее оси x распространяется плоская гармоническая волна бесконечно малой амплитуды. Дифференциальное уравнение, описывающее в данном случае волновой процесс, будет уравнением Гельмгольца для потенциала скорости:

$$\frac{\partial^2 \psi(x)}{\partial x^2} + k^2 \psi = 0,$$

где $\psi = \psi(x)e^{j\beta t}$ - комплексный потенциал скорости; ψ - потенциал скорости; β - фаза; $k = \omega / c_0$ - волновое число; ω - частота волны; c_0 - скорость звука.

Решение уравнения для прямой волны имеет

$$\text{вид: } \psi(x) = \psi_m e^{j(\omega t - kx)} \text{ или}$$

$$\psi(x, t) = \psi_m \sin(\omega t - kx),$$

где ψ_m - амплитуда потенциала скорости; t - время.

Переменное (звуковое) давление в волновом поле равно: $p = p_0 \frac{\partial \psi}{\partial t} = p_m \cos(\omega t - kx)$,

где $p_m = p_0 \omega \psi_m$ - амплитуда давления; p_0 - плотность невозмущенной среды.

Колебательная скорость частиц в волне:

$$v_x = v = -\frac{\partial \psi}{\partial x} = v_m \cos(\omega t - kx),$$

где $v_m = k \psi_m$ - амплитуда колебательной скорости.

В прямой волне давление и колебательная скорость взаимосвязаны соотношением:

$$p_+ = \rho_0 c_0 v_+ = v_m \rho_0 c_0 \cos(\omega t - kx),$$

а в обратной

$$p_- = \rho_0 c_0 v_- = -v_m \rho_0 c_0 \cos(\omega t - kx).$$

Величина $\rho_0 c_0 = z_0$ является удельным волновым (акустическим) сопротивлением среды. Отношение давления к скорости дает комплексное удельное сопротивление

$$\frac{p}{v} = z = z_0 + jx,$$

где мнимая часть учитывает сдвиг фаз между p и v .

Если z_0 умножить на площадь, то получится полное акустическое сопротивление $Z = z_0 S$, где z_0 - комплексное удельное волновое сопротивление; S - площадь.

Основной энергетической характеристикой волны является *интенсивность* – количество энергии, переносимой волной в единицу времени через единичную площадь, перпендикулярную направлению ее распространения. По определению:

$$I = \overline{w} c_0 = \frac{v_m^2}{2} \rho_0 c_0 = \frac{p_m}{2} \rho_0 c_0 = \frac{v_m p_m}{2} = v_{эф} p_{эф} = \frac{p_{эф}^2}{\rho_0} c_0 = v_{эф}^2 \rho_0 c_0$$

где \overline{w} - средняя объемная плотность энергии; $v_{эф}$, $p_{эф}$ - эффективные значения скорости и давления.

Поток звуковой энергии, равный мощности звукового излучения, связан с интенсивностью

$$\Phi = \int_S [\overline{I}(S)\vec{n}] dS,$$

что для плоской волны дает

$$\Phi = IS \frac{p_m^2}{2 \rho_0 c_0} \frac{S}{\rho_0 c_0}, \text{ или } \Phi = \overline{W} S c_0,$$

где \vec{n} - единичный вектор нормали; S - площадь излучателя.

Для сферического излучателя малого радиуса ($r_0 \ll \lambda$) акустическая мощность составит

$$P_a = \frac{R_S v_m^2}{2} = \frac{\pi \rho c S^2 v_m^2}{2 \lambda^2}.$$

Интенсивность на расстоянии r от точечного сферического излучателя

$$I = \frac{P_a}{4\pi r^2} = \frac{\rho c S^2 v_m^2}{8 \lambda^2 r^2}.$$

Амплитуда звукового давления на расстоянии r от излучающей поверхности S равна

$$p_m = \frac{\rho c v_m S}{2\pi \lambda r} = \frac{\rho c Q_m}{2\lambda r},$$

где $Q_m = v_m S$ - амплитуду переменного потока среды;

а интенсивность

$$I = \frac{P_a}{4\pi r^2} \frac{4\pi \rho c S^2}{\lambda^2 R_S},$$

где второй сомножитель представляет собой направленность звуковой энергии.

Приняв активное сопротивление излучения $R_S = \rho c S$, находим, что интенсивность равна

$$I = \frac{P_a}{4\pi r^2} \gamma k(r),$$

где $\gamma = \frac{4\pi S}{r^2} = \frac{4\pi S f^2}{c^2}$ - коэффициент направленности;

$k(r)$ - множитель, учитывающий затухание волн в среде; f - частота.

Технологические эффекты акустического воздействия в большинстве случаев связаны со специфическими нелинейными явлениями. Для рассмотрения области нелинейной акустики проводят оценку порядка величин в дифференциальном уравнении движения, выбирая в качестве характерного масштаба расстояние, на котором происходит существенное изменение переменных, длины звуковой волны λ , а в качестве характерного времени – период волны - T . Тогда

$$\frac{\partial k}{\partial x} \approx \frac{1}{\lambda} \approx k$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} \approx \frac{1}{T} \approx w,$$

где $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{w}{c}$ - волновое число; c, w - скорость звука в

невозмущенной среде и круговая частота.

С учетом этих соотношений оценки членов дифференциального уравнения дают:

- инерционный член $m_i = \rho \frac{\partial v}{\partial t} \approx \rho_0 w v_0$;

- вязкий (диссипативный) член $m_\eta = \eta \Delta \bar{v} \approx \eta k^2 v_0$;

- нелинейный член $m_n = \rho (\bar{v} \Delta) \bar{v} \approx \rho_0 k v_0^2$,

где v_0, ρ_0 - амплитуда колебательной скорости и плотность невозмущенной среды.

Отношение нелинейного члена к вязкому называется *акустическим числом Рейнольдса*

$$Re_a = \frac{m_n}{m_\eta} \approx \frac{\rho_0 k v_0^2}{\eta k^2 v_0} \approx \frac{\rho_0 v_0 \lambda}{\eta}.$$

Отношение нелинейного члена к инерционному приводит к *акустическому числу Маха*

$$M = \frac{v_0}{c_0} \approx \frac{m_n}{m_i} \approx \frac{\rho_0 k v_0^2}{\rho_0 \omega v_0}$$

Приведенные формулы описывают основные параметры гидроакустического поля и используются для создания гидроакустической техники с заданными выходными параметрами.

Параметрическое усиление гидроакустических волн

Использование различного рода нелинейных эффектов, возникающих при воздействии на многофазные среды интенсивного акустического поля, в т.ч. параметрическое усиление выходных параметров гидроакустических устройств является важнейшим условием повышения эффективности технико-технологических и теплообменных процессов.

Если в нелинейной среде возбуждаются две волны с частотами ω_1 и ω_2 , то нелинейность среды и отсутствие дисперсии обеспечивают их взаимодействие. Взаимодействие звуковых волн открывает новые возможности получения низкочастотного акустического сигнала [9].

Существуют два подхода к решению задач о параметрическом излучении звука: метод функции Грина и метод, основанный на квазиоптическом приближении [10]. Квазиоптическое приближение позволяет проследить за динамикой формирования диаграммы направленности. Стремление повысить коэффициент преобразования в низкую частоту

приводит к «нелинейному насыщению». В данном разделе проведено теоретическое рассмотрение параметрического усиления колебаний, созданных системой гидроакустических излучателей.

Для решения задачи запишем уравнения, описывающие изменения амплитуды и фазы волн накачки, перейдя к действительным амплитудам и фазам для трех взаимодействующих волн, как это сделано в работе [11]:

$$\frac{dB_1}{dx} + \delta_1 B_1 + \frac{\epsilon \omega_1}{c_0^2} B_2 B_3 \sin \Delta' = 0; \quad (1)$$

$$\frac{dB_2}{dx} + \delta_2 B_2 + \frac{\epsilon \omega_2}{c_0^2} B_1 B_3 \sin \Delta' = 0; \quad (2)$$

$$\frac{dB_3}{dx} + \delta_3 B_3 + \frac{\epsilon \omega_3}{c_0^2} B_1 B_2 \sin \Delta' = 0; \quad (3)$$

$$\frac{d\Delta'}{dx} + \frac{\epsilon}{c_0^2} \left(\omega_1 \frac{B_2 B_3}{B_1} + \omega_2 \frac{B_1 B_3}{B_2} - \omega_3 \frac{B_1 B_2}{B_3} \right) \cos \Delta' = 0. \quad (4)$$

Здесь

$$\Delta' = S_3 - S_1 - S_2; \quad \delta_j = B_3 \omega_j^2 / 2 c_0^3 \rho_0; \quad (j = 1, 2, 3)$$

δ_j - безразмерное затухание волны;

B_3 - амплитуда волны накачки;

c_0 - скорость звука.

Система уравнений в общем случае решается только численными методами.

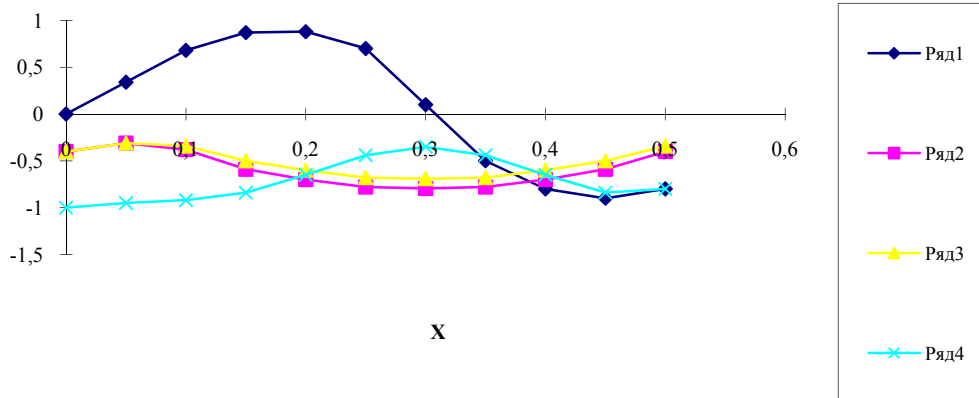


Рис.1. Осевое изменение амплитуд: ряд 1 - B_1 ; ряд 2 - B_2 ; ряд 3 - B_3 ; ряд 4 - Δ' ; при $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0$; $\omega_1 = 5000$ Гц; $\omega_2 = 4000$ Гц; $\omega_3 = 9000$ Гц.

На рис.1 представлено осевое изменение амплитуд рассматриваемых колебаний при значениях параметров, указанных в подрисуночной подписи, а также рой скорости звука $c_0 = 1000$ м/с и значениях $B_1 = B_2 = 0,5$, а также $\epsilon = 10^3$ Дж / (м³ • с). Зависимость $\Delta' = f(x)$ пересекает осевую линию при $x = 0,32$. В этой же области наблюдаются максимумы в зависимостях B_1 и B_2 и минимумы в B_3 . Относительные изменения ($\Delta B_i = B_{i\max} - B_{i(x=0)}$; $i = 1, 2, 3$).

Энергию от колебания B_3 получают колебания B_1 и B_2 . Большая величина $\Delta B_1 / B_1$ свидетельствует о том, что перекачка энергии наиболее эффективно происходит в B_1 .

На рис.2 представлено осевое изменение амплитуд рассматриваемых колебаний (B_1, B_2, B_3), а также изменение Δ' . Точка пересечения Δ' с осью абсцисс приходится на $x = 0,29$. Этому же значению x соответствует минимальное значение B_3 ,

при этом $\Delta B_3/B_3 = 0,94$, что является показателем эффективной перекачки энергии волны B_3 в энергию волн B_1 и B_2 , у которых $\Delta B_1/B_1 = 2,5$ и

$\Delta B_2/B_2 = 1,9$. Так как $\Delta B_1/B_1 > \Delta B_2/B_2$ можно считать, что перекачка происходит эффективнее в волну большей частоты.

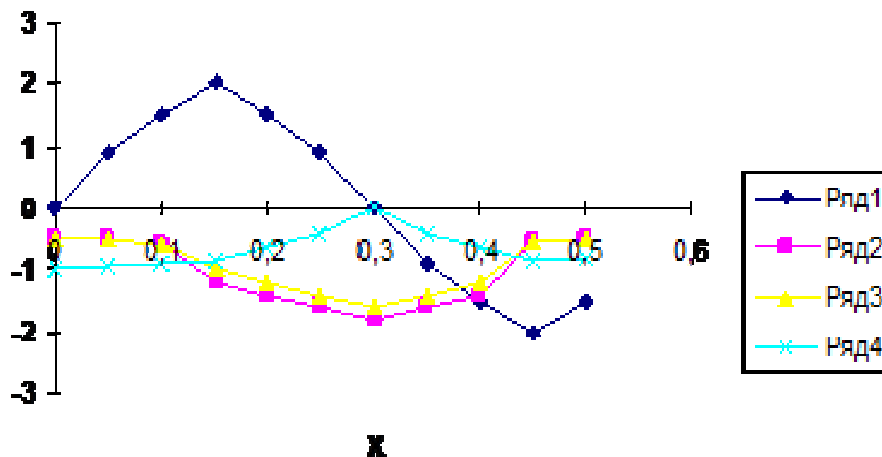


Рис.2. Осевое изменение амплитуд: ряд 1 - B_1 ; ряд 2 - B_2 ; ряд 3 - B_3 ; ряд 4 - Δ' ; при $\delta_1=\delta_2=\delta_3=0,1$; $w_1=9000$ Гц; $w_2=6000$ Гц; $w_3=3000$ Гц.

Следовательно, для рассматриваемого случая можно считать наиболее хорошим условием протекания процесса параметрического усиления перекачку энергии из низкочастотного колебания в высокочастотное. Это позволяет использовать колебания другой природы, но низкой частоты, которые всегда существуют в спектре поля, заданного работающим акустическим генератором. Очевидно, что дальнейшее развитие исследований в этой области должно коснуться вопроса о том, как использовать колебания, которые представляют собой утечку энергии, для повышения эффективности оборудования на основе акустических генераторов. Результат, приведенный на рис.2 свидетельствует о том, что необходимо искать техническое решение этого вопроса в параметрическом усилении колебаний необходимой частоты, перекачивая энергию колебаний низкой частоты в более высокую.

На рис. 3 представлено осевое изменение амплитуд рассматриваемых колебаний при $w_1 = w_2 = 5 \cdot 10^8$ Гц.

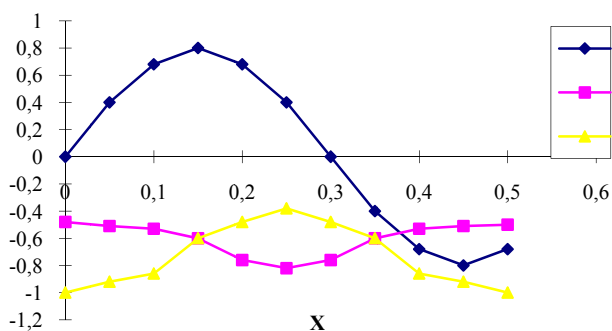


Рис.3. Осевое изменение амплитуд: ряд 1 - Δ' ; ряд 2 - $B_1=B_2$; ряд 3 - B_3 ;

при $\delta_1=\delta_2=\delta_3=0,01$; $w_1=w_2=5000$ Гц; $w_3=1000$ Гц.

Пересечение Δ' с осью абсцисс происходит при $x=0,28$. По условию $B_1 = B_2$, поэтому происходит совпадение этих волн и в этом случае не обнаруживается каких либо различий в B_1 и B_2 . При этом $\Delta B_{1,2}/B_{1,2} = 0,6$ и $\Delta B_3/B_3 = 0,78$. Перекачка энергии происходит в колебания B_1 и B_2 .

Как видно из приведенных результатов, значение x , при котором осуществляется максимальный эффект преобразования, меняется в пределах $0,28 < x < 0,32$. Сравним эти результаты с осевым изменением амплитуды разностной волны в гауссовском пучке и пучке с амплитудой, распределенной по полиному четвертой степени при различных параметрах, характеризующих соотношение нелинейных и дифракционных эффектов в пучке накачки, приведенных в работе [9]. Роль δ сводится к уменьшению амплитуды разностной волны. Амплитуда разностной волны увеличивается с ростом соотношения частот. Волновой фронт разностной волны, плоский вначале, затем искривляется. Очевидно, что для волны B_3 эти тенденции должны сохраниться.

Полученное волновое поле имеет сходство с полем акустической излучающей параметрической антенны. Для такого поля при небольшой апертуре источника накачки удается получить остронаправленное низкочастотное излучение [11], которое можно эффективно использовать для интенсификации технологических и тепломассобменных

процессов. Важно то, что острая направленность сохраняется в довольно широком диапазоне частот.

Разработку и создание гидроакустической техники производят в зависимости от требуемой ее мощности, диапазона длины волн, параметров среды воздействия и технологической схемы установки, геометрических характеристик и параметров всей системы. Для различных технологических процессов созданы гидроакустические устройства, отличающиеся по конструкции и техническим параметрам: тороидальные, дисковые, диафрагменные, вихревые, комбинированные и работающие в режиме параметрического усиления [3-5,7,8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волновая техника и технология. Под ред. Ганиева Р.Ф. –М.: Издательство «Логос», 1993, 127 с.
2. Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Гимаев Р.Н., Зарипов Р.К. Акустическая технология в нефтехимической промышленности. – Казань: Дом печати. 2001, 145 с.
3. Муфазалов Р.Ш., Муслимов Р.Х., Муфазалов Рин.Ш., и др. Гидроакустическая техника и технология для бурения и вскрытия продуктивного горизонта. - Казань: Дом печати. 2005, 184 с.

4. Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Гимаев Р.Н., Зарипов Р.К. Совершенствование производства технического углерода с использованием акустической технологии. Уфа: Изд-во Башкирского ун-та. 1999. 130 с.

5. Ганиев Р.Ф., Муфазалов Р.Ш., Калашников Г.А., Костров С.А. Акустический параметрический генератор. Авт. свид-во СССР на изобретение №1635383.

6. Муфазалов Р.Ш. Медведев С.М., Климова Л.Р., Арсланов И.Г., Тазиев М.М., Зарипов Р.Р., Бадриев А.А., Климов Т.В., Гимаев Р.Н., Ишкильдин А.Ф. Способ получения битума и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2221834. 2004. Бюл. № 2.

7. Муфазалов Р.Ш., Климов Т.В., Климова Л.Р. Гидроакустическое устройство для бурения скважины. Патент РФ на изобретение № 2351731. 2009. Бюл. №10.

8. Гидроакустический гомогенизатор для многокомпонентных и многофазных сред. Муфазалов Р.Ш., Климова Л.Р., Климов Т.В., Тазиев М.М., Зарипов Р.Р., Арсланов И.Г. Патент РФ № 2296612. 2007. Бюл. 10.

9. Бахвалов Н.С., Жилейкин Я.М., Заболотская Е.А. Нелинейная теория звуковых пучков.- М: Наука, 1982.- 176 с.

10. Руденко О.В., Солюян С.И., Теоретические основы нелинейной акустики.- М.: Наука, 1975.- 196 с.

11. Зарембо П.К. Акустическая излучающая параметрическая антенна.//Успехи физических наук.- 1979.- Т.128.- №4.- С. 713-720.

УДК 504.062.2

Инновационные технологии для обеспечения экологической безопасности в топливно-энергетическом комплексе

Р.Ш. Муфазалов

НПФ «Тимурнефтегаз», РБ, г. Октябрьский. e-mail: tng41@inbox.ru

В докладе освещаются энергосберегающие технологии на волновых принципах, созданные для решения экологических и технологических проблем в процессе бурения глубоких скважин и вскрытия продуктивного горизонта, освоения пластов с высоковязкими нефтями, интенсификации притока, цементирования скважин и ремонтно-изоляционных работ, а также экологически чистые высокопроизводительные технологии нефтехимического производства. Приводятся результаты промышленного применения новых технологий. Излагаются технологии, созданные для ТЭК в рамках реализации Государственных программ РТ «Концепция государственной экологической безопасности в РТ до 2020 г.» и «Концепция освоения ресурсов трудноизвлекаемых запасов и природных битумов до 2020 г.»

Нефтегазовые месторождения в процессе их разработки и эксплуатации превращаются в огромные гидродинамические системы сообщающихся сосудов с катастрофическими разрушениями гидрогеоэкологии. Подтверждение этому, что на многих нефтегазовых месторождениях родники и водозаборы осолонены пластовыми ядовитыми жид-

костями. Трагедия и катастрофа заключается в том, что эти процессы необратимы и восстановлению не подлежат. Положение еще более усугубляется и ускоряется крупномасштабной закачкой в пласт различных кислот, ПАВа и микробиологических компонентов и реагентов. Во многих странах эти технологии запрещены законом как особо опасные и экологически грязные, биологически непредсказуемые технологии.

Впереди НТП должны идти высокоэффективные современные технологии, обеспечивающие экологическую безопасность, созданные на базе новейших изобретений и научных открытий.

В последние годы поиски новых энергосберегающих технологий привели к нетрадиционным методам решений экологических и технологических проблем в нефтегазохимическом комплексе.

На базе теоретических и экспериментальных исследований в области гидродинамики и нелинейной гидроакустики, проведенных в ИМАШ им. А.А.Благодирова РАН и УГНТУ, удалось установить целый ряд принципиально новых эффектов и явлений, существо которых заключено в том, что при малых энергозатратах происходит преобразо-

вание энергии гидроакустических волн в энергию других форм физикохимических процессов. К таким эффектам относятся многократное увеличение скоростей движения жидкостей и газов в капиллярах и пористых средах, управляемая гидроакустическая турбулизация гетерогенных систем, радикальное перераспределение гидродинамического и гидростатического давлений, интенсификация теплообменных процессов, эмульгирование и гомогенизация на основе гидроакустической кавитации, снижение межфазных связей и сил поверхностного натяжения, саморегулируемость и самонастройка нелинейных гидроакустических волн к работающей системе.

На основе этих эффектов и явлений, разработаны и созданы базовые высокоэффективные технологии, не имеющие аналогов в мировой практике для решения следующих проблем ТЭК:

- решение технологических и экологических проблем в процессе проводки горизонтальных скважин и повышение технико-экономических показателей бурения (2,0-2,5 раза);
- сокращение сроков освоения новых скважин с высоковязкими нефтями и увеличение их дебита;
- повышение качества цементирования обсадных колонн и других ремонтно-изоляционных работ;
- повышение нефтегазоотдачи пласта путем комплексного воздействия с другими методами МУН;
- повышение дебита добывающих скважин в последней стадии эксплуатации месторождения (2.0-3,0 раза);
- повышения приемистости нагнетательных скважин;
- интенсификация различных химико-технологических процессов в нефтехимической промышленности.

Проблемой номер один для всех нефтедобывающих регионов мира является сохранение потенциальной продуктивности пласта в процессе его вскрытия бурением.

Для решения этой проблемы в научно-производственной фирме «Тимурнефтегаз» разработана гидроакустическая техника и технология [1]. Хорошие результаты с использованием данной технологии получены в ОАО «Татнефтепром», где пробурено более 100 скважин (рис. 1).

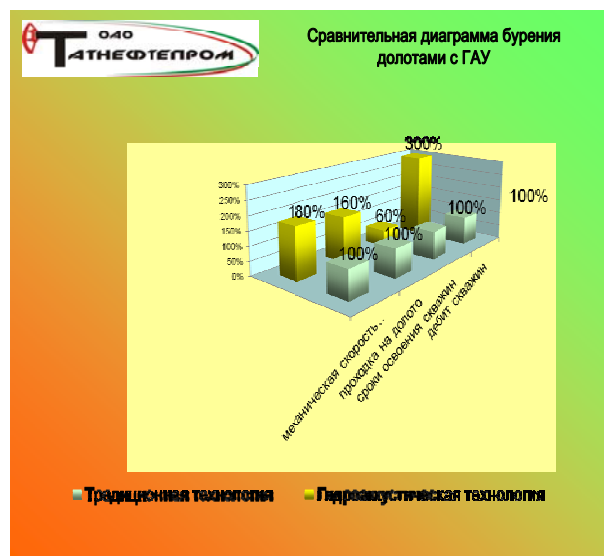


Рис.1. Результаты бурения с использованием гидроакустической технологии (по данным ОАО «Татнефтепром»).

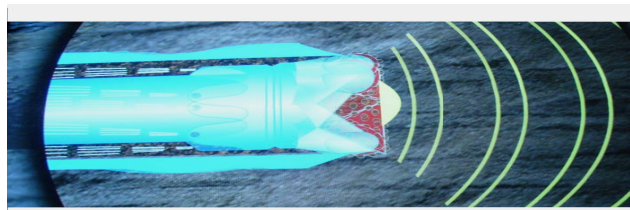


Рис.2. Реактивно-акустический модуль в горизонтальной скважине.

Для бурения и первичного вскрытия продуктивного пласта горизонтальных скважин, в т.ч. для добычи природных битумов, разработана высокоэффективная реактивно-акустическая технология (РАТ) [2] и создана надежная техника, не имеющая аналогов в мировой практике.

Данная технология с успехом прошла промышленные испытания в различных регионах России и за рубежом (рис. 3)

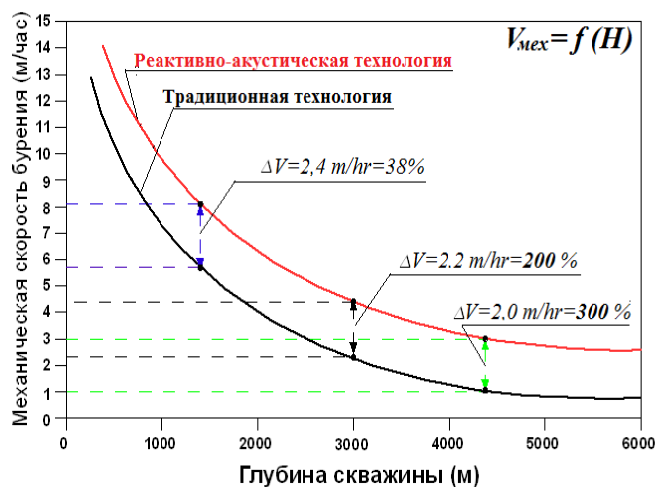


Рис.3. Сравнительная диаграмма бурения традиционной и реактивно-акустической технологиями.

Разработана технология и техника гидроакустического цементирования и РИР в скважинах [3]. Некачественное цементирование является главной причиной разрушения подземной экологии, приводящие межпластовым перетокам.

Известно, что цементное кольцо в межтрубном пространстве разрушается: причины - плохое качество цемента, низкая дисперсность, низкая прочность, неравномерность цементного кольца, недоподъем до устья, плохая сцепляемость со стенкой скважины и колонной, разный коэффициент температурного и линейного расширения, образование трещин при перфорации и вибрации от скважинного оборудования, сейсмические волны, коррозия цемента с годами и его разрушение. Все это приводит межпластовым перетокам, смешению и загрязнению питьевых пропластков.

Созданы скважинные гидроакустические насосы для освоения скважины с высоковязкими нефтями и специальная гидроакустическая техника для интенсификации притока без применения кислото-содержащих и других реагентов [3].

Восстановление продуктивности пласта осуществляется с помощью гидроакустической техники и технологии путем генерирования в призабойной зоне гидроакустических волн и поддержания волнового режима. Технология сопровождается мощным направленным фильтрационным потоком пластовой жидкости, что восстанавливает коллекторские свойства пласта, подключает новые, не работавшие ранее пропластки, застойных зон подошвы и кровли пласта, что в конечном счете приводит к повышению нефтеизвлечения пластов.

Результаты гидроакустического воздействия на призабойную зону малодобитных скважин в условиях Канады, Пермской области и Татарстана показали, что дебит нефти увеличивается в 1,5-2,5 раза. Данная технология показала высокую эффективность при малой себестоимости (рис.4).

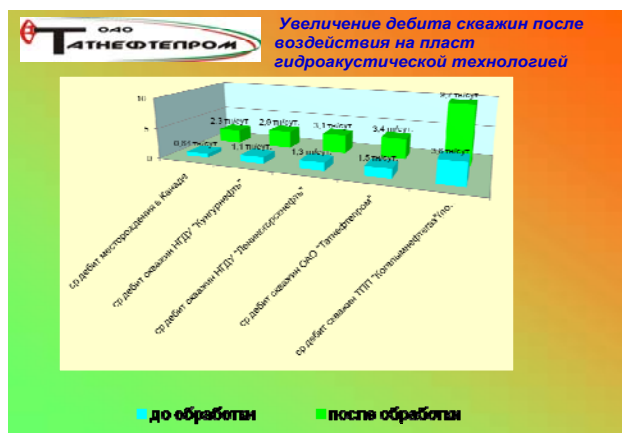


Рис.4. Результаты воздействия на пласт гидроакустической технологией (по данным ОАО «Татнефтепром»).

Гидроакустическая технология может интенсифицировать в десятки и более раз тепло-массообменные процессы и химических реакций. В связи с этим данная технология в будущем может быть с большим успехом использована для значительного повышения эффективности применения химико-биологических, физических и других методов увеличения нефтеотдачи пластов.

На скважинах ОАО «Татнефтепром» проводились промышленные испытания гидроакустической технологии в комплексе с другими методами воздействия на пласт. По скважинам, обработанным комплексным методом, успешность составляет 100%, а суммарный эффект превышает сумму эффектов от применения отдельных технологий.

Средняя продолжительность эффекта составляет 305 суток. Технико-экономическими расчетами установлено, что технология проведения интенсификации притока с использованием гидроакустического метода является экономически рентабельной.

Создан и проходит промышленное испытание плунжерный насос для добычи высоковязких и песчаных нефтей, в т.ч. для горизонтальных скважин [4]. Срок его службы составляет до 2000 суток, т.е. 3-4 раза больше по сравнению с традиционными плунжерными насосами.

Разработан и создан целый комплекс гидроакустической техники и технологии для решения технологических задач в нефтехимическом комплексе для повышения производительности различных химико-технологических установок [5, 6], особенно в области нефтехимии и нефтепереработки; акустические волновые форсунки для повышения полноты сгорания и снижения окислов азота и углерода при сжигании газообразных, жидких и многофазных нефтепродуктов; повышение качества продукции и производительности установок для производства технического углерода; повышение производительности установок для выпуска высококачественного битума; приготовление растворов и микстур; гидроакустические вакуум-насосы, дозаторы, гомогенизаторы для различных технологических процессов.

На Урусинском химическом заводе построен и запущен в эксплуатацию высокопроизводительный гидроакустический реактор для диспергирования и растворения сыпучих компонентов, а также две промышленные установки для смешивания жидких композиций и получения различных эмульсий, дэмульгаторов и ингибиторов коррозий. Эти установки по производительности в 8-10 раз превосходят (рис.5) существующие аналоги и полностью исключают испарение и выбросы вредных компонентов в атмосферу.

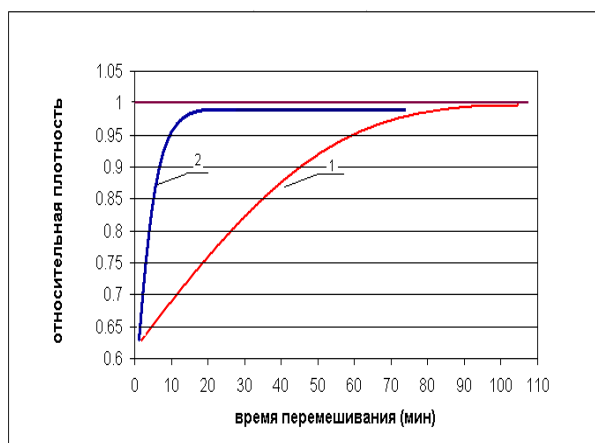


Рис.5. График зависимости относительной плотности смеси от времени перемешивания.

1 – при использовании традиционной технологии; 2 – при использовании гидроакустической технологии.

Создана акустическая форсунка, исключая выбросы окислов (оксидов) углерода, азота, серы, как кислотобразующих, тепличных и озоноразрушающих газов [3, 5, 6]. Такая форсунка в сравнении с обычной при одинаковой тепловой мощности дает до 35% экономию топлива.

Гидроакустическая техника и технология по своей простоте использования, надежности, эффективности и многофункциональности назначения является уникальной, не имеющей аналогов в мировой практике. На основе гидроакустической технологии создан целый ряд устройств, реализующих эту технологию в нефтедобывающей, нефтехимической и других отраслях промышленности и существенно превосходящих по основным показателям результаты традиционных технологий. Разработки защищены патентами Российской Федерации, ведущих стран Европы, США, Канады, Японии.

Следует отметить, что гидроакустическая технология, применяемая в различных технологических процессах, является исключительно экологически чистой и физиологически безопасной, что

очень важно для широкого использования в нефтегазохимическом комплексе.

Экологическая проблема – проблема комплексная, которая вносит и сопровождает свой огромный негативный вклад на всех этапах создания, обеспечения и реализации технологического процесса: начиная от проектирования и завершая его списанием:

- в стадии проектирования технологий экологические нарушения закладываются в виде допущенных ошибок проектирования;

- в стадии создания и строительства технологических линий, процессов экологические ошибки проектирования обеспечиваются в готовых технологиях;

- в стадии эксплуатации месторождений (технологических линий) экологические ошибки реализуются в виде огромных не возобновляемых затрат на эксплуатацию месторождений (технологических процессов) с необратимыми нарушениями параметров природы и на восстановление разрушенной биосферы, акваторий и агрогидроэкологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муфазалов Р.Ш., Муслимов Р.Х., Климова Л.Р. и др. Гидроакустическая техника и технология для бурения и вскрытия продуктивного горизонта. – Казань: Изд-во «Дом печати», 2005. – 184 с.
2. Муфазалов Р.Ш. Реактивно-акустическая технология бурения глубоких горизонтальных скважин. // Нефтяное хозяйство. – 2011. – №1 – С.28-30.
3. Муфазалов Р.Ш., Климова Л.Р. Инновационные технологии для решения экологических и технологических проблем в нефтегазохимическом комплексе. // Химическая техника. – 2010. – №6 – С.10-14.
4. Муфазалов Р.Ш. Насос Тима - Штанговый насос для добычи высоковязкой песчаной нефти (варианты). Патент РФ №2530976. Бюл., №14.
5. Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Гимаев Р.Н., и др. Акустическая технология в нефтехимической промышленности. - Казань: Изд-во «Дом печати». - 2001. - 152 с.
6. Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Гимаев Р.Н. и др. Совершенствование производства технического углерода с использованием акустической технологии. - Уфа: Изд-во БашГУ, 1999. - 136 с.

УДК 628.3

Новые технологии на страже окружающей среды предприятия

А.В. Сотников¹, зам. гл.инженера, **Е.С. Балымова**^{1,2}, к.т.н., начальник ИЛЦ

1 ОАО «Казанский завод синтетического каучука», г.Казань, e-mail: termoupakovka@mail.ru

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

ОАО «Казанский завод синтетического каучука», основанный в 1935 году, – одно из ведущих предприятий нефтехимической промышленности России. Обладая современными технологиями и

богатым научно-производственным опытом специалистов, завод производит уникальную высококачественную продукцию, находящую применение

в самых различных отраслях промышленности стран СНГ и дальнего зарубежья.

Полисульфидное производство является в своем роде уникальным, поскольку в мире осталось лишь 4 производителя тиоколов. Тиокол – основа для производства герметиков строительного назначения, оборонной промышленности, которые на сегодняшний день активно применяются в повседневной жизни. Вместе с этим предприятие имеет и уникальный состав сточных вод, проблема очистки которых является одним из приоритетных

экологических и экономических аспектов предприятия.

В связи с усилением контроля к качеству сбросов со стороны контролирующих организаций, и необходимостью создания высокоэффективных и малоотходных технологий, перед специалистами предприятия стояла непростая задача по соблюдению возросших требований к показателям очистки сточных вод, сбрасываемых в природный водоем.

Схема очистки сточных вод предприятия представляет собой два классических блока: механическую и биологическую очистки (рис.1).

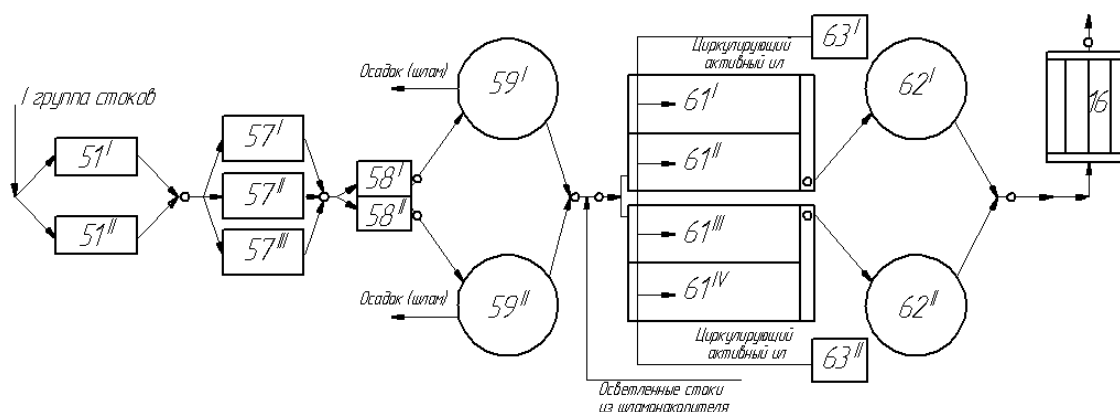


Рис.1. Принципиальная схема очистки сточных вод: 51^{I-II} – песколовка; 57^{I-III} – аэратор-усреднитель; 58^{I-II} – смеситель; 59^{I-II} – отстойник первичный; 61^{I-IV} – аэротенк-смеситель; 62^{I-II} – отстойник вторичный; 63^{I-II} – камера выпуска ила; 16 – дезинфектор

Изменение производственных мощностей, а также некоторое перепрофилирование отдельных производств с момента запуска предприятия привело к изменению состава и объема сточных вод на сегодняшний день, основными компонентами которых являются соединения серы при высоком значении отношения химического потребления кислорода (ХПК) к биологическому потреблению кислорода (БПК₂₀) (ХПК/БПК₂₀)

Для удовлетворительной работы биологических очистных сооружений соотношение ХПК/БПК₂₀ должно быть не более 1,5, а увеличение данного соотношения в сточных водах до 3,0 к 2015 г. привело к негативным последствиям для биоценоза активного ила, осуществляющего очистку, проявляющихся в измельчении хлопьев активного ила, характерном выносе небольшого количества биомассы из системы аэротенк - вторичный отстойник, и, как следствие, в снижении качества очищенных сточных вод [2].

Снижение значения соотношения БПК₂₀/ХПК от 0,51 до 0,33 к 2015 г. свидетельствует о наличии в сточных водах сложноокисляемых в условиях биологической очистки веществ.

Еще одна особенность сернисто-щелочных сточных вод - наличие в них восстановленных соединений серы, трансформация которой на соору-

жениях биологической очистки – это сложные аэробно-анаэробные процессы ферментативного окисления и редукции, тесно переплетенные с химическим окислением в результате перемешивания и подачи атмосферного воздуха в иловую смесь [3]. В аэротенках процесс окисления серы чаще всего завершается на одной из промежуточных стадий окисления и крайне редко, особенно при неудовлетворительных кислородных условиях, идет до конца с образованием элементарной серы [4].

В связи с вышеизложенным целью настоящих исследований являлся подбор и внедрение новых технологий, позволяющих оперативно управлять процессом и снизить потенциальную опасность очистных сооружений для окружающей среды.

На предприятиях разного уровня, как по структуре, так и по объему выпускаемой продукции, по-разному подходят к решению таких вопросов. Некоторые ограничиваются внедрением одной из стадий доочистки воды, некоторые наоборот усиливают мощность очистки путем внедрения современных методов переработки сточных вод.

На нашем предприятии, к решению этого вопроса подошли следующим образом: на первом этапе проанализировали деятельность отдельных участков производства, с целью выявить наиболее

загрязняющие и определить основные виды загрязняющих веществ, пагубно влияющие на процесс биологической очистки. Приоритетными были выбраны сернисто-щелочные сточные воды, содержащие большое количество соединений серы различной валентности, окисление которой в процессе биологической очистки приводит к сильному закислению среды и, как следствие, ухудшению качества активного ила.

Результаты исследований. Был проведен скрининг возможных путей снижения количества загрязняющих веществ в образующихся стоках, без ущерба качеству производимой продукции, при реализации существующей технологии.



Рис.2. Состояние железобетонных конструкций аэратора-усреднителя после длительного воздействия щелочных и кислых сточных вод

Отдельное внимание в данном проекте было уделено установке для нейтрализации стоков, поскольку при производстве случаются залповые сбросы как кислот, так и щелочей, которые крайне негативно влияют как на состояние микробиоценоза активного ила, так и на состояние самих сооружений, провоцируя перепадами кислотности среды разрушение бетона и защитных составов, входящих в его состав (рис.2).

На первоначальном этапе была предложена и смонтирована система автоматизации процесса контроля температуры и pH среды на каждом этапе очистки. Для удобства управления, все данные сводятся в единую диспетчерскую в режиме реального времени, анализируются, и согласно ранее отработанному алгоритму производится дозирование нейтрализующих веществ (рис.3).

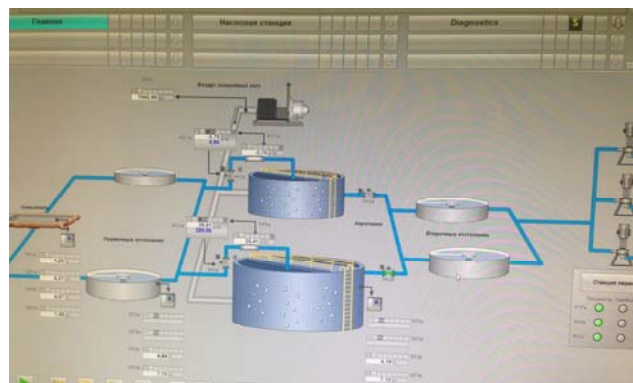


Рис.3. Схема автоматического управления в единой диспетчерской

Первичный анализатор кислотности среды было решено установить непосредственно перед отправкой стоков на очистные сооружения, так как они находятся в 1,5 км от основной промплощадки предприятия и сточные воды подаются посредством перекачивающих насосов по подземному трубопроводу. Поскольку из резервуара, реагент на нейтрализацию стоков необходимо доставить в начало цепочки очистки, то к тому моменту, когда стоки с превышением или понижением уровня pH доставляются до очистных сооружений, то и соответствующий реагент доставляется в смеситель и усреднение происходит уже на входе в очистные сооружения. Далее количество реагента точно рассчитывается исходя из показателей датчиков уровня кислотности на выходе из усреднителя. Все данные, которые «собираются» в диспетчерском пункте наглядно видны, и можно детально отследить процесс по каждому этапу очистки.

Для поддержания хороших показателей аэрации и, как следствие, интенсификации окислительных реакций восстановленных серосодержащих соединений в аэротенках, полностью переделана система подачи воздуха [4]. На первом этапе производства работ была смонтирована только аэрационная система. Использование современных решений для аэрационных систем проявилось в улучшении качества мелкопузырчатой аэрации на всем протяжении кислородной зоны аэротенка. Установлены полимерные аэраторы, долговечная и практичная замена устаревших технологий. Качественным отличием данных систем является быстрая замена блока аэрационных элементов, в случае выхода из строя одного из них, если это связано с механическими повреждениями.

При подаче воздуха в аэротенки также учитывается количество растворенного кислорода в смеси, что позволяет в автоматическом режиме управлять подачей количества возвратного ила в каждый регенератор перед аэротенком в отдельности. Это необходимо для поддержания в оптимальном балансе количества ила, способствующего доокисле-

нию загрязняющих веществ после возврата циркулирующего активного ила после вторичных отстойников.

Построен и внедрен в производство узел нейтрализации стоков и узел обезвоживания осадка. Ранее осадок с первичных отстойников гидротранспортом направлялся на шламонакопитель, что вызывало его быстрое заполнение и нерациональное использование площадей. Сейчас происходит сгущение осадка, что позволяет экономить свободные ресурсы предприятия и повысить эффективность использования площадей.

Для предварительной обработки сернисто-щелочных стоков перед подачей на очистные сооружения дополнительно проведены совместные пилотные испытания с компанией ГЕА Вестфалия Сепаратор Процесс Гмбх (Германия). По результатам сделан вывод о том, что процесс биологической очистки обработанных в декантерах и осветленных в сепараторе сточных вод протекает значительно глубже, качество очистки по нормируемым показателям увеличилось: по БПК₅, сульфатам и сульфидам на 23%, 11%, 46% соответственно. Качество активной биомассы, осуществляющей процесс очистки, также улучшилось, о чем свидетельствует повышение биоразнообразия активного ила, появление новых классов простейших и микроорганизмов, таких как прикрепленные инфузории и коловратки, а также улучшение флокуляционных свойств активного ила, что положительно сказывается на скорости процесса отделения активного ила во вторичных отстойниках.

Обычно вклад в экологию не приносит ярко выраженного финансового результата, однако здесь как раз случай, когда экология тоже приносит прибыль. Поскольку резко сокращаются количество загрязняющих веществ после производства, повышается качество самой очистки, сокращается время процесса биологической очистки и соответственно снижается плата за негативное воздействие на окружающую среду.

На сегодняшний день получен патент на изобретение №2437846 «Способ утилизации сточных вод», проект практически полностью реализован на предприятии. Уже есть первые результаты от внедрения, позволяющие говорить об экологической результативности и экономической эффективности данной технологии.

Модернизация очистных сооружений была направлена не только на интенсификацию процесса очистки, но и на снижение энергозатрат. Так была произведена замена перекачивающих насосов на современные, с частотным регулированием потока, которые позволили сократить расходы на электроэнергию на 13-15 %, а также позволили автоматизировать процесс управления регулированием

процесс управления регулированием потока при разной подаче и напора сточных вод на перекачивающей станции перед сбросом очищенных стоков в водоем.

Полученный эффект от внедрения наиболее доступных технологий (НДТ) и автоматизации начал проявляться в экономии ресурсов в первую очередь. Снижение затрат на приобретение био-генных добавок и растворов на нейтрализацию составило 17-20% за 3 месяца после внедрения НДТ.

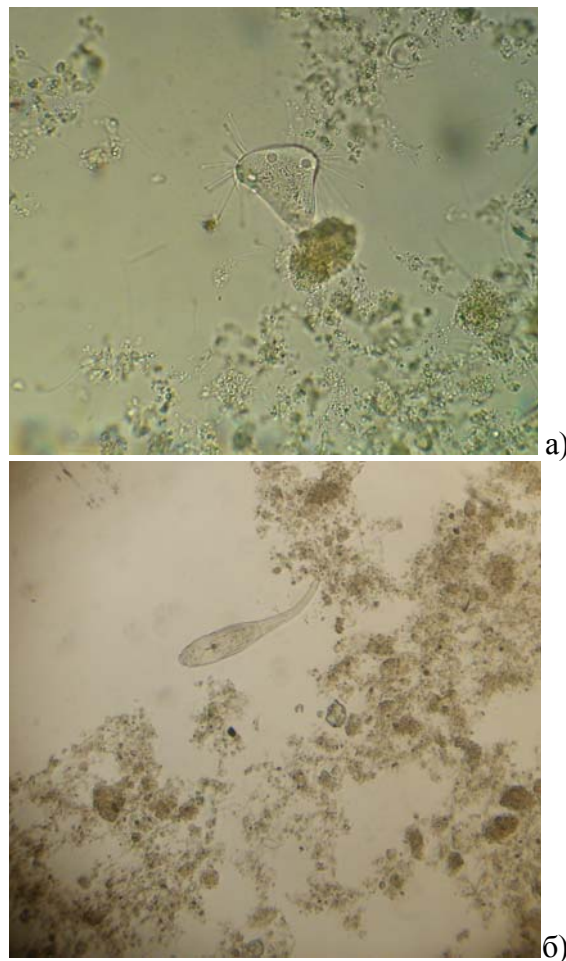


Рис.4. Появление новых родов в биоценозе активного ила после внедрения НДТ: а – сосущих инфузорий; б – беспанцирных коловраток

Качество сточных вод после биологической очистки также перешло на новый уровень, что положительно сказалось на состоянии активного ила, улучшении процесса флокуляции, наблюдается положительная сукцессия в биоценозе, а развитие таких организмов как сосущая инфузория р.*Tropophrya* (рис.4 а) и беспанцирных коловраток р.*Philodina*, р.*Rotaria* (рис.4 б), свидетельствует о полном окислении загрязняющих веществ и стабилизации процесса очистки сточных вод [4].

Выводы. Таким образом, после внедрения поэтапного контроля каждого этапа очистки, а также автоматизированной подачи реагентов в условия

реального времени и предварительных анализов активной реакции среды перед подачей на очистные сооружения, процесс управления очисткой стоков был оптимизирован алгоритмом выполнения программ нейтрализации, стал простым и «прозрачным», что немаловажно не только для обслуживающего персонала, но и для снижения негативного воздействия сточных вод на водоем-водоприёмник и повышения экологической безопасности предприятия.

Энергосбережение и экономия ресурсов в результате внедрения данного проекта позволяют снизить затраты на эксплуатацию очистных сооружений, которые являются вспомогательным подразделением предприятия.

УДК 676.1

Исследование морфологии волокна целлюлозы как возобновляемого источника растительного сырья

А.А. Саецшин¹, аспирант, Е.Л. Матухин², д.т.н., г.н.с., З.Т. Валишина¹, А.В. Косточко¹

1 ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, e-mail: aidar.saetschin@yandex.ru

2 ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», г.Казань

Важнейшей проблемой при производстве нитратов целлюлозы (НЦ) является отсутствие доступного сырья. Основным сырьем для изготовления высококачественной целлюлозы является хлопок, используемый в виде хлопкового линта.

До недавнего времени хлопковый линт для изготовления целлюлозы поставляли 150-160 хлопкозаводов Узбекистана, Таджикистана и др. Практически более 80% поступающего линта не соответствует требованиям ГОСТа. Именно в связи с этим изготовление НЦ на основе этого сырья стало нерентабельным.

Учитывая отсутствие в России сырьевой базы для производства хлопковой целлюлозы, целесообразно решить проблему изготовления нитратов целлюлозы и лакокрасочных материалов на их основе частичной заменой сырья на древесную целлюлозу. Однако для этого необходим ряд мероприятий, связанных с восстановлением хотя бы на одном из целлюлозно-бумажных комбинатов действовавших ранее производственных марок целлюлозы ЦА, РБ [1].

В то же время было бы разумным освоение технологии производства нитратов целлюлозы на основе современных универсальных компактных технологических комплексов с использованием альтернативных отечественных видов древесной целлюлозы, которые изготавливаются в промышленном масштабе и вполне доступны на потребительском рынке. К ним относятся, в первую очередь, древесная целлюлоза в форме

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контуров А.В. ОАО «Казанский завод синтетического каучука» - 70 лет// Каучук и резина. 2006. №6. С.31-35.

2. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат. 1977. 299 с.

3. Жизнь растений. В 6-ти т. / Ал. А. Фёдоров. М.: Просвещение, 1974. Т.1. Введение. Бактерии и актиномицеты. Под ред. Н. А. Красильникова и А. А. Уранова. 487 с.

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

папки, например, целлюлоза сульфитная вискозная (ГОСТ 5982).

Несмотря на множество исследований, посвященных получению и изучению свойств модифицированной целлюлозы [2-4], в литературе мало информации о количественной оценке качества измельченного целлюлозного материала.

Анализ результатов позволит решить основные принципиальные задачи для улучшения показателей качества и получения материалов с новыми технически ценными эксплуатационными свойствами.

В связи с вышеотмеченным проведены исследования морфологических свойств модифицированной целлюлозы, полученной нетрадиционным методом.

В качестве объектов исследования выбраны образцы №1 и №2, полученные кислотным гидролизом сульфатной целлюлозы из хвойной древесины, производства ИЛИМ г.Братск, физико-химические свойства которой приведены в таблице 1. Образец №3 получен кислотным гидролизом сульфитной беленой целлюлозы из хвойной древесины производства Сяський ЦБК, его физико-химические свойства приведены в таблице 2.

Таблица 1

Характеристика сульфатной беленой целлюлозы из хвойной древесины

Наименование показателя	Сульфатная беленая целлюлоза (Братский ЦБК)
Массовая доля α-целлюлозы, %	86,4

Средняя степень полимеризации	503,0
Массовая доля воды, %	5,3
Массовая доля золы, %	0,07
Динамическая вязкость, мПа·с	19,4
Массовая доля смол и жиров, %	0,12
Массовая доля лигнина, %	4,5

Таблица 2

Характеристика сульфитной беленой целлюлозы из хвойной древесины

Наименование показателя	Сульфитная беленая целлюлоза (Сясьский ЦБК)
Массовая доля α-целлюлозы, %	87,1
Средняя степень полимеризации	503
Массовая доля золы, %	0,45
Динамическая вязкость, мПа·с	7,6
Массовая доля смол и жиров, %	0,9
Массовая доля лигнина, %	2,6

Несмотря на значительное количество исследований и разработок методик, посвященных анализу качества частиц, проблема экспресс анализа параметров морфологической структуры целлюлозных материалов является достаточно сложным вопросом. Ранее применяли ситовый анализ в качестве оценки свойств нитратов

целлюлозы, который явно не отражает фракционного состава и структуру материала.

Качество измельченных целлюлоз оценивали с использованием анализатора свойств волокна и частиц Metso FS5 (рисунок 1) [5].



Рисунок 1. Анализатор свойств волокна Metso FS5

В настоящее время внедряется новый метод, позволяющий количественно оценить качество измельченного материала с использованием анализатора свойств волокна и частиц с помощью прибора Metso FS5 [5]. Метод позволяет анализировать образцы с предоставлением данных о размерах волокна (длина, ширина), о характеристиках мелочи, грубости, скручивании волокна и других многочисленных параметрах морфологической структуры волокна и частиц (табл.3).

Таблица 3

Результаты анализа целлюлозы (образец №1)

Фракционный состав	Длина	Масса	Ширина
1: 0-0,2 мм	26,2 %	19,4 %	24,8 мкм
2: 0,2-0,6 мм	48,8 %	20,9 %	52,2 мкм
3: 0,6-1,2 мм	22,2 %	19,8 %	20,6 мкм
4: 1,2-2,0 мм	2,8 %	19,3 %	22,1 мкм
5: 2,0-3,2 мм	0,1 %	14,8 %	2,3 мкм
6: 3,2-7,6 мм	0,0 %	0,0 %	0,0 мкм
Грубость	0.151 мг/м		
Скрученность	17,13 %		
Хлопьевидная мелочь А	29,6 %		
Пластинчатая мелочь В	3,2 %		
Мелочь в процентах от средневзвешенного %	68,68%		
Ширина волокна	20,5 мкм		
Средняя длина волокна	Значение		
Lc(n) Среднее арифметическое длины волокна	0,183 мм		
Lc(l) Средневзвешенная по длине длина волокна	0,435 мм		
Lc(w) Средневзвешенная по весу длина волокна	0,674 мм		

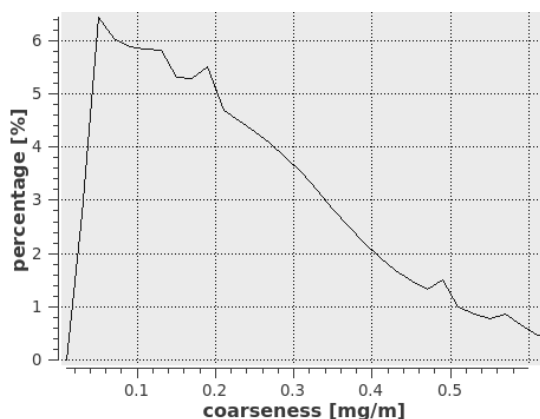


Рисунок 2. Распределение по грубости для образца № 2

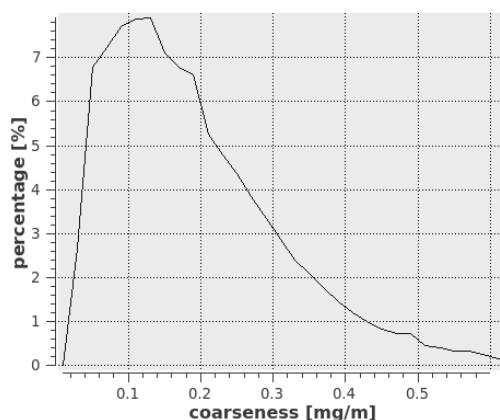


Рисунок 3. Распределение по грубости для образца № 3

Принцип измерения заключается в следующем: камера высокого разрешения захватывает полутоновые изображения, из которых анализатор вычисляет различные свойства волокна с помощью анализа изображений. Изображение волокон образца формируется в измерительной ячейке с глубиной резкости 0,5 мм согласно стандарту ISO 16505-2. Длина волокна измеряется вдоль оси симметрии волокна; за счёт этого также обеспечивается точность измерений изогнутых и перекрученных волокон. Кроме того, для расчёта деформаций измеряется проекционная длина волокон (линейное расстояние между точками волокна, находящимися на самом дальнем расстоянии одна от другой).

УДК 628.4.045

Метод утилизации нитратцеллюлозных порохов, с истекшим сроком хранения

Д.И. Сабирова, аспирант, С.М. Романова, А.М. Мадякина

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г.Казань, e-mail: Dinka-sab@mail.ru

Боеприпасы, изготовленные на основе НЦ (пироксилиновые пороха), имеют ограниченный срок хранения. Специфические фундаментальные свойства нитроцеллюлозных порохов (медленная деструкция НЦ, которая сопровождается выделением диоксида азота и азотистой кислоты, которые хи-

Результаты анализа образцов изученных видов целлюлозы представлены в таблице 3 и на рис. 2 и 3.

Таким образом, получены данные по параметрам морфологической структуры образцов целлюлозы, отличающихся природой исходного сырья (ХЦ, древесная целлюлоза сульфатная, древесная целлюлоза сульфитная), способом получения. Знания параметров морфологической структуры целлюлоз в комплексе с данными тонкой молекулярной и надмолекулярной структуры целлюлозы позволяют прогнозировать свойства и управлять процессом получения новых тонкодисперсных материалов с заданным комплексом свойств.

Выводы. 1. Модификация целлюлозы из различного вида сырья (хлопковая и древесная целлюлоза) и получение продуктов их переработки являются перспективными направлениями исследований, поскольку целлюлоза является неисчерпаемым, возобновляемым и экологически чистым материалом.

2. Исследованы параметры морфологической структуры целлюлозных материалов с помощью современного анализатора типа Metso FS5. Метод анализа свойств частиц целлюлозных материалов характеризуется большой точностью, информативностью и имеется возможность использовать как экспресс метод анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валишина З.Т., Гарифзанов. Г.Г., Матухин Е.Л. Всес.конф. «Экологические проблемы фармакологии и токсикологии», Тез. докл. Казань, 1990. С.17.
2. Петропавловский, Г.А., Котельникова Н.Е., Погодина Т.Е. // Химия древесины, 1983, № 6, С.78-82.
3. Валишина. З.Т., Косточко. А.В., Матухин Е.Л. и др // Вестник Казанского технологического университета, 2013.-Т.16.-№ 20.-С.62-64.
4. Валишина З.Т., Шипина О.Т., Косточко А.В. // Вестник Казанского технологического университета, 2010, №11, С.132-136.
5. Руководство по использованию анализатора свойств волокна Metso FS5.

мически связываются стабилизаторами) являются первопричиной того, что по истечении гарантийного срока они превращаются в потенциально опасные отходы.

В настоящее время способы утилизации порохов, с истекшими сроками хранения, сводятся

к двум основным вариантам: сжиганию или подрыву на специальных полигонах и переработке в промышленные взрывчатые вещества [1, 2].

Основным и определяющим недостатком обоих вариантов утилизации является загрязнение атмосферы продуктами горения и взрыва, содержащим окислы азота, окись углерода, сажу. Первый вариант усугубляется также полным отсутствием какого-либо полезного эффекта. Переработка же в промышленные взрывчатые вещества по объему их применения не может охватить весь объем отслуживших свой срок зарядов и, в лучшем случае, позволяет рационально использовать до 20% всей массы подлежащих обновлению или уничтожению объектов.

В последние годы большое внимание уделялось утилизации нитроцеллюлозных порохов путем химической модификации с целью получения продуктов народно-хозяйственного назначения. Известны методики химической модификации НЦ реагентами с получением смешанных эфиров НЦ, например, с ангидридами карбоновых кислот, спиртами, эпоксидной смолой, капролактамом и т. д. [3-5] Полученные виды модификатов НЦ обладают широким диапазоном регулирования скорости горения, повышенной адгезией к твердым поверхностям. Они могут использоваться в качестве полимерной основы твердых покрытий, клеев, лаков, красок, а также как трибополимеробразующие компоненты смазочных масел.

Целью является исследование химического взаимодействия нитратов целлюлозы с диаминофуразаном и выявление направлений протекания реакции между ними на основании различных методов анализа.

В качестве исходного полимера, подлежащего химической модификации, в работе использовали НЦ со степенью замещения нитратных групп 2,60 с эмпирической формулой элементарного звена $C_6H_7O_2(OH)_{0,40}(ONO_2)_{2,60}$ (содержание азота $N=13,05\%$). Химическое превращение НЦ осуществлялось в гомогенной среде диметилформамида, который хорошо растворяет оба исходных вещества. Реакцию проводили при различной температуре (50, 65, 80, 90°C) и времени выдержки 3 часа.

В результате реакций выделены твердые продукты в виде мелкодисперсного порошка светло-коричневого цвета, хорошо растворимого в диметилформамиде, диметилсульфоксиде, ацетоне и др.

Для изучения молекулярной структуры и свойств полученных продуктов применяли физико-

химические методы: ИК- и ЯМР 1H -спектроскопия, метод термической поляризационной микроскопии, вискозиметрический и элементный анализ.

На основании данных элементного состава были рассчитаны эмпирические формулы элементарного звена полимера. При температуре 60-80 °С происходило значительное уменьшение содержания нитратных групп, и увеличивалось содержание гидроксильных групп и имидазольных колец. Для подтверждения предполагаемой структуры продуктов обратились к ИК- и ЯМР 1H -спектроскопии.

В ИК-спектрах конечных продуктов наблюдаются полосы поглощения, характерные колебаниям связей в функциональных группах НЦ, а также полосы поглощения, отнесенные к валентным колебаниям связей в функциональных группах диаминофуразана:

- 1400-1370 cm^{-1} – соответствующие валентным колебаниям N-O в фуразановом цикле;
- 1590-1560 cm^{-1} – соответствующие валентным колебаниям C=N-O в фуразановом цикле;
- 3500-3200 cm^{-1} – соответствующие валентным колебаниям группы N-H.

Спектры ЯМР 1H полимерных продуктов имеют сигналы (м. д.): 5,67 (3H), 5,13 ($^{2,4}H$), 4,85 (6H), 4,06 ($^{1,5}H$), соответствующие протонам глюкопиранозного кольца нитрата целлюлозы; 3,70-3,77 (ОН) – протонам гидроксильных групп; 1,15 (H-CH-O) – протонам метильной группировки при первичной нитратной группе; 6,63 (NH₂) – сигнал, соответствующий протонам первичной аминогруппы ДАФ (диаминофуразана).

Таким образом, результаты ИК- и ЯМР 1H -спектроскопии свидетельствуют о наличии в структуре синтезированных полимеров фрагментов диаминофуразана, что указывает на положительный исход химического модифицирования.

Максимальную степень замещения функциональных групп НЦ на фрагменты ДАФ имеет продукт с эмпирической формулой звена $C_6H_7O_2(OH)_{0,67}(ONO_2)_{1,59}(C_2H_3N_4O)_{0,74}$, полученный при температуре 90°C. Дальнейшее увеличение температуры приводило к осмолению полимера, что затрудняло его дальнейшее выделение из реакционной смеси.

Данные термической поляризационной микроскопии показали, что в интервале температур 195 - 200°C продукты начинают темнеть, а при достижении 200°C происходит их обугливание.

Изменения молекулярной массы полимера можно проследить, сравнив характеристическую вязкость ацетоновых растворов исходного НЦ и

продуктов. Данные вискозиметрического анализа показали, что вязкость растворов полученных продуктов снижается по сравнению с исходным полимером. Чем больше температура, тем ниже вязкость ацетоновых растворов модификатов. Следовательно, можно сделать вывод о частичной деполимеризации цепи макромолекул полимера, при которой происходит разрыв β -гликозидной связи.

На основании данных исследований молекулярных характеристик продуктов реакции была предложена вероятная схема направлений химического превращения нитроэфира целлюлозы, протекающего одновременно на всей полимерной цепи, представленная на рисунке.

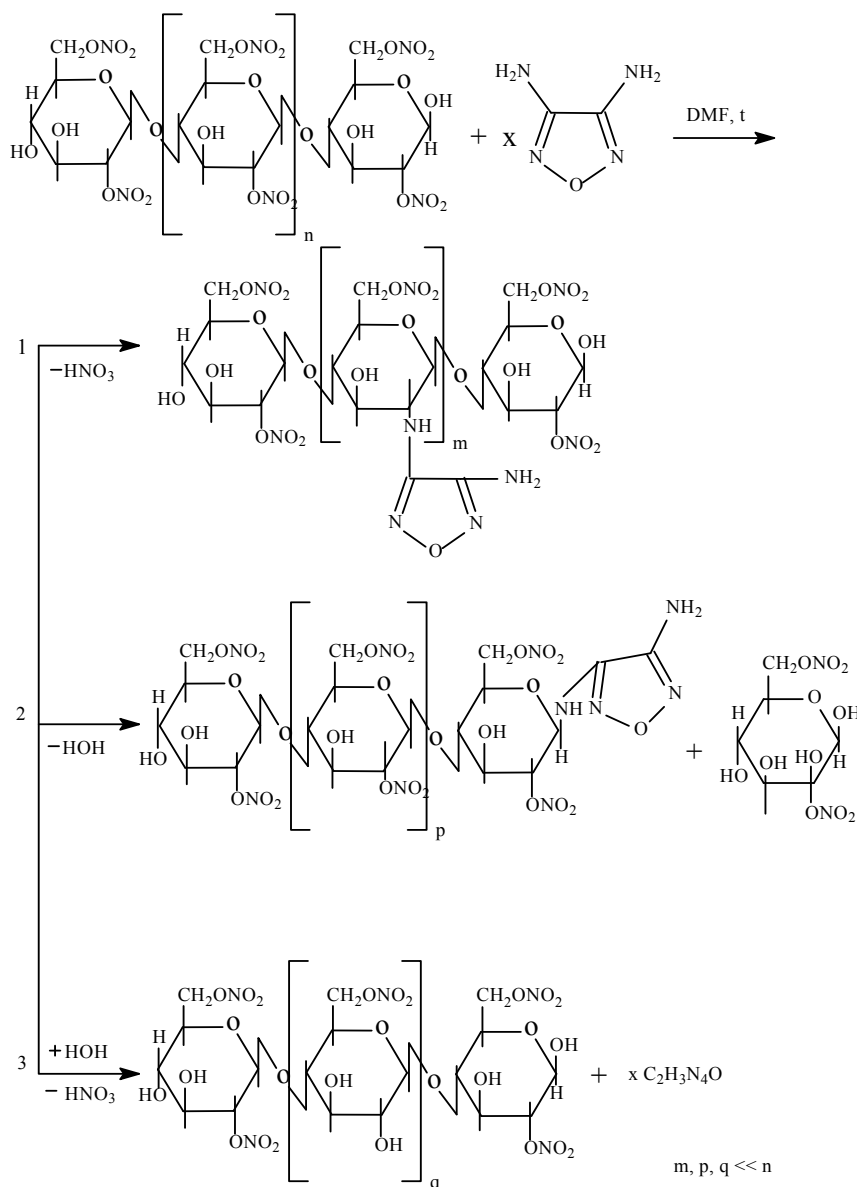


Рисунок. Схема химического взаимодействия НЦ и ДАФ: 1) нуклеофильное замещение нитратных групп на фрагмент $-C_2H_3N_4O$; 2) разрыв β -гликозидной связи с присоединением по концу полимерной цепи фуразанового кольца и деполимеризация цепи макромолекул полимера; 3) гидролиз нитратных групп.

Представленные в работе данные свидетельствуют о том, что при температуре 50-90°C в среде ДМФА между высокоазотным НЦ и ДАФ протекает химическая реакция, которая характеризуется рядом процессов: нуклеофильным замещением функциональных групп НЦ на ДАФ, разрывом β -гликозидных связей с присоединением по концам полимерной цепи

фуразанового кольца, а также деполимеризацией цепи нитроцеллюлозы и частичным гидролизом нитратных групп.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что полученные полимеры содержат меньшее число нитратных групп в элементарном звене, обладают меньшей вязкостью и имеют отличную от исходного НЦ структуру.

Модификация НЦ диаминофуразаном расширяет возможности последующих химических превращений и получения новых целлюлозных материалов, с целью дальнейшего использования полученных продуктов как сырья для создания товаров народно-хозяйственного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щукин Ю.Г., Кутузов Б.Н., Мацевич Б.В., Татищев Ю.А. Промышленные взрывчатые вещества на основе утилизируемых боеприпасов / Под общей ред. Ю.Г.Щукина: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1998. – 319 с.
2. Сопин В.Ф., Ляпин Н.М. Концепция безотходного жизненного цикла пороховой продукции / Комплексная

утилизация обычных видов боеприпасов. Сб. док. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2003. – 344 с.

3. Сарыбаева Р.И. Химия азотнокислых эфиров целлюлозы. / Р.И. Сарыбаева, Л.С. Щелокова. – Фрунзе: Илим, 1985.

4. Романова С.М. Реакции взаимодействия нитрата целлюлозы со спиртами / А.М. Мухетдинова, Л.А. Фатыхова, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. – № 12. – С. 44-50.

5. Романова, С.М. Исследование некоторых нуклеофильных процессов, как основы рекуперации нитратов целлюлозы / С.М. Романова, А.М. Мухетдинова, Л.А. Фатыхова, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 21. – С. 203- 206.

УДК 66.002.68

Инновационная модернизация производственно-технологического комплекса на казанском пороховом заводе

В.Г. Борбузанов^{1,2}, И.Н. Ахмадуллин^{1,2}, Н.Х. Гиниятов^{1,2}, Г.И. Бадыкова^{1,2}, Е.Л. Матухин¹

1 ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», г. Казань, , e-mail: kazanpowder@KGTS.ru

2 ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, htvm@kstu.ru

Боеприпасная отрасль и ее неотъемлемая часть – пороходелие традиционно относятся к отраслям промышленности, свидетельствующим о соответствующем уровне технико-экономического развития государства.

Федеральное казенное предприятие «Казанский государственный казенный пороховой завод» (ФКП «КГКПЗ») – одно из старейших предприятий России основано по именному указу Императрицы Екатерины II Великой, сыгравшее ведущую роль в истории развития пороховой промышленности России.

До сравнительно недавнего времени резкое снижение оборонного заказа потребовало создание новых технологий, способных восполнить утраченные объемы военного производства. Поэтому перед специалистами Казанского порохового завода стояла задача создания новой, модернизированной, высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления порохов, расширения номенклатуры порохов военного и гражданского применения.

В настоящее время ФКП «Казанский государственный казенный завод» активно участвует в выполнении Федеральных целевых программ по модернизации и развитию производства.

В представляемой работе рассмотрены основные технические и технологические решения проблемы модернизации производства, разработки и освоения новых технологий и продукции различного назначения.

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.

Впервые в России разработан и освоен современный производственный комплекс производства нитратов целлюлозы всех марок на основе современного технологического оборудования с комплексом автоматизации. 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. Внедрение универсального дискретно-непрерывного комплекса по изготовлению нитратов целлюлозы позволило: сократить обслуживающий персонал в три раза; снизить дозирочные расходные коэффициенты по азотной и серной кислоте на 22-25 %; сократить расход электроэнергии на 25%; уменьшить расход пара на 25%; снизить вредные выбросы в атмосферу в три-четыре раза и вывести обслуживающий персонал из опасных производственных зон.

Впервые в России разработан и освоен комплекс непрерывного совмещенного спиртоводоотжима нитратов целлюлозы на основе пульсирующей центрифуги, совмещающей две операции (водоотжима и спиртового обезвоживания) в одном аппарате для замены существующих раздельных процессов водоотжима и обезвоживания, осуществляемых в отдельных зданиях на центрифугах периодического действия, что в позволило вывести из оборота устаревшие центрифуги периодического действия и низкой производительности, автоматизировать технологический процесс, компьютеризировать систему управления процессом и вывести обслуживающий персонал из опасных производственных зон.

Для обеспечения выполнения заказов Российской Армии, Российских патронных заводов и поставок на экспорт разработаны технологическая документация, пресс-инструмент, технологическая оснастка, дополнительное оборудование, отработана технология изготовления и налажен массовый серийный выпуск более нескольких марок пироксилиновых порохов, ранее не производимых на заводе.

По технической документации, разработанной на заводе совместно с другими заинтересованными организациями, в настоящее время выпускается более 15 марок одноосновных и двухосновных спортивных и охотничьих порохов для дробовых и пулевых патронов к гладкоствольным ружьям и более 7 марок к нарезному охотничьему, спортивному и служебному оружию.

Впервые с использованием созданных современных технологических аппаратов и оборудования разработана новая спирто-эфирная технология изготовления пироксилиновых порохов к выстрелам полевой, танковой, морской артиллерии, минометные заряды, холостые выстрелы.

Впервые разработан и реализован новый метод управления процессами воспламенения и работы порохового заряда к реактивному двигателю для выстрела к системе ближнего боя, позволивший разработать и запустить в серию новый метательный заряд к новому гранатомету РПГ-32 с повышенной боевой эффективностью.

Впервые в России разработан и создан непрерывный автоматизированный комплекс по производству мелкозерненных и среднезерненных порохов с использованием новой конструкции гидравлического пресса с механизированной приемкой пороховых шнуров, роторных станков резки, вибрационного транспортера.

Впервые разработан и внедрен станок калибровки ТТИ (тонкосводных трубчатых изделий), что

позволило снизить трудоёмкость операции калибровки в 3 раза.

Впервые разработан и внедрен роторный станок резки (РСР) мелкозернёной продукции, что позволило увеличить производительность в 1,5 – 2 раза, при этом количество возвратных отходов уменьшилось в 2 – 3 раза.

Впервые разработан и внедрен новый технологический комплекс непрерывно – действующих аппаратов на операциях провяливания, классификации и вымачивания, что позволило сократить технологический процесс изготовления мелкозернёной продукции в 2 раза, исключить межфазную транспортировку продукции, осуществлять дистанционное управление технологическим процессом и вывести работающих из опасной производственной зоны.

Впервые в пороховом производстве разработан и внедрен новый непрерывный спирто-эфирный технологический комплекс изготовления пироксилиновых порохов, который позволяет перейти от периодической технологии к непрерывной с выводением из оборота ряда (более 40 единиц) устаревшего оборудования: центрифуг, мешателей, гидравлических прессов, а также 5 производственных зданий.

Впервые при внедрении участка механизированной мешки порохов позволило сократить трудовые затраты на 20% и вывести людей из опасной зоны, обеспечив высвобождение производственного здания с периодической технологией.

Впервые разработаны и освоены в серийном производстве рецептурные составы и технологии высококачественных одноосновных и двухосновных охотничьих и спортивных порохов с баллистическими и эксплуатационными характеристиками на уровне лучших мировых аналогов. Разработанные пороха пользуются большим спросом на внутреннем и внешнем рынках.

Модернизация и реконструкция производственных цехов позволила вывести из основных средств здания с устаревшими технологиями, что повлияло на снижение себестоимости выпускаемой продукции на 10-15%.

Впервые разработаны и освоены технологии изготовления высокоазотных пироксилиновых порохов с вводом в состав пороховой массы крошки из утилизируемых порохов, охотничьих и цветопламенных порохов с использованием крошки из утилизируемых пироксилиновых порохов, а также с вводом в пороховую массу баллитного пороха для спортивных и охотничьих порохов.

Основные технические решения защищены патентами и авторскими свидетельствами РФ, что подтверждает приоритет отечественной науки и техники в области разработки и производства порохов и зарядов военного и гражданского назначения.

Для своевременного кадрового обеспечения разработана система опережающей внутрифирменного обучения персонала на основе методологии бережливого производства (Диплом конкурса «50 лучших идей Республики Татарстан»). Получена лицензия (№ 0013653 от 21.01.2011 г. Минобрнауки РФ) на ведение образовательной деятельности, отмеченной в 2015 году Дипломом Всероссийского конкурса программы «100 лучших товаров России» в номинации «Услуга по оказанию дополнительного профессионального образования и учебно-производственного обучения» (Диплом № 2015160101903, Москва, 2015 г.).

Предприятие является Лауреатом конкурса научных работ (проектов) в области инновационного развития профессионального образования 2015 г. на соискание Премии имени академика РАО Г.В. Мухаметзяновой и Дипломантом – победителем II Международного конкурса научно-исследовательских работ «Перспективы науки - 2015» за проект «Инновационная стратегия развития производственно-технологического комплекса на основе историко-эволюционного подхода».

Развитие на предприятии Центра ДПО и открытого на заводе филиала Казанского национального исследовательского технологического университета соответствует Стратегии развития системы многоуровневого образования в оборонно-промышленном комплексе до 2020 года, утвержденной Приказом Минпромторга России от 24 сентября 2014 г. №1893 во исполнение поручения Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации (протокол от 24 октября 2013 г. №9).

Предприятие единственное из пороховых заводов России вступило в Европейскую ассоциацию производителей нитроцеллюлозы (ЕНА), которая является структурным подразделением Всемирной ассоциации производителей нитроцеллюлозы (WONIPA), что является международным признанием соответствия производства и продукции лучшим зарубежным стандартам и аналогам.

Следует отметить, что заводом получена Благодарность Президента Российской Федерации за достигнутые успехи и высокие показатели в профессиональной деятельности» (№ 47-РП от 5.03.2014 г.).

Значимость работы в целом состоит в том, что выполненные исследования и разработки позволи-

ли провести модернизацию порохового производства и обеспечить выполнение со стороны предприятия в установленные сроки и в полном объеме Гособоронзаказа, планов ВТС, ГПВ – 2020, мобилизационного плана экономики, поставочных договоров предприятиям оборонно-промышленного комплекса и контрактов с АО «Рособоронэкспорт».

Казанский пороховой завод - старейший в современной России. Основанный по именному указу Императрицы Екатерины II в 1788 г. завод в современных условиях диверсификации производства не изменяет своему назначению, продолжает совершенствовать производство порохов и метательных зарядов для стрелкового, авиационного, морского оружия и сборку выстрелов к большой номенклатуре артиллерийского, танкового вооружения и к средствам ближнего боя, оставаясь верным своей исторической миссии – служению государству Российскому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яруллин Р.Н., Гиниятов Х.З., Матухин Е.Л. Модернизация и развитие производственно-технологической базы Казанского порохового завода // Сб. материалов V научной конференции 4-7 июня 2007 г. «Современные методы проектирования и отработки ракетно-артиллерийского вооружения». г. Саров. 2007 г.
2. Яруллин Р.Н., Гиниятов Х.З., Матухин Е.Л. Диверсификация производства на Казанском пороховом заводе // Научно-технический журнал «Боеприпасы и спецхимия», выпуск №2. 2007 г.
3. Гиниятов Х.З., Яруллин Р.Н., Матухин Е.Л. Вектор реструктуризации научно-прикладного сектора технологических исследований // Научно-технический сборник «Боеприпасы», № 1, 2007. – 64 с., - С. 12–14.
4. Гиниятов Х.З., Яруллин Р.Н., Матухин Е.Л. Казанский казенный пороховой завод: Традиции и инновации // Современные проблемы специальной технической химии: Матер. Докл. Пленарное заседание. Секция 1-3. – Казань: Изд-во Казан. Гос. ун-та, 2007. –С.15-21.
5. Гиниятов Х.З., Яруллин Р.Н., Матухин Е.Л. Казанский казенный пороховой завод: Традиции и инновации // Вестник Казанского технологического университета: специальный выпуск. - Казань: Изд-во Казан. Гос. ун-та, 2008. - С.126-132.
6. Яруллин Р.Н., Гиниятов Х.З., Матухин Е.Л. Модернизация производства порохов и зарядов на Казанском пороховом заводе. // Вестник Казанского технологического университета: специальный выпуск.- Казань: Изд-во Казан. Гос. ун-та, 2008. - С.137-142.
7. Абдуллин И.А., Гиниятов Х.З., Туюшева А.И., Матухин Е.Л., Яруллин Р.Н. Вступление Казанского порохового завода в ассоциацию Европейских производителей нитратов целлюлозы // Вестник КНИТУ, 2012.- № 9, с.215-217.
8. Туюшева А.И., Матухин Е.Л., Абдуллин И.А. Внутрифирменное обучение персонала бережливому производству как ресурс развития промышленного

предприятия // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. - № 5. – С. 269-274.

9. Матухин Е.Л., Абдуллин И.А., Туюшева А.И., Сафина Г.И. Внутрифирменная подготовка персонала в области качества продукции на основе компетентностного подхода / Матухин Е.Л., Абдуллин И.А., Туюшева А.И., Сафина Г.И. // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - № 10.

10. Матухин Е.Л., Абдуллин И.А., Туюшева А.И., Сафина Г.И. Многоагентная технология корпоративной профессиональной подготовки специалистов в области менеджмента качества продукции / Матухин Е.Л., Абдуллин И.А., Туюшева А.И., Сафина Г.И. // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - № 10.

11. Матухин Е.Л., Туюшева А.И., Чижов А.В. Проведение эксперимента по созданию функционирующего на условиях самоокупаемости центра дополнительного профессионального образования на производственно-

технологической базе Федерального казенного предприятия оборонно-промышленного комплекса / Е.Л. Матухин, А.И. Туюшева, А.В. Чижов. // Боеприпасы – М.: ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева. - 2012. - №1.

12. Матухин Е.Л., Туюшева А.И. Корпоративная подготовка персонала на основе компетентностного подхода: менеджмент качества продукции / Е.Л. Матухин, А.И. Туюшева. // Боеприпасы - М.: ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева. - 2012. - №1.

13. Борбузанов В.Г., Ахмадуллин И.Н., Гиниятов Н.Х., Матухин Е.Л. Модернизация производства на основе внедрения ресурсосберегающих технологий на Казанском пороховом заводе // Боеприпасы - М.: ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева. - 2015. - №2.

14. Туюшева А.И., Матухин Е.Л. Внутрифирменное обучение персонала в области качества на основе технологии бережливого производства // Боеприпасы - М.: ЦНИИХМ им. Д.И. Менделеева. - 2015. - №2.

УДК 658.562

Создание, развитие и будущие технологии: системно-эволюционный подход

Г.И. Бадыкова^{1,2}, Н.Х. Гиниятов^{1,2}, Е.Л. Матухин¹, А.В. Косточко²

1 ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод», г. Казань, e-mail: kazanpowder@KGTS.ru

2 ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, e-mail: htvm@kstu.ru

Стратегия инновационного развития промышленного предприятия предусматривает конструктивные решения по выводу из кризиса многих отраслей промышленности, которые должны базироваться на комплексных системных проектах, предусматривающих реализацию ряда технических мероприятий по базовым и критическим технологиям. Процесс внедрения новых технологий и производств осуществляется на основе инвестиционных проектов, реализация которых должна производиться с учетом степени вовлечения трудовых ресурсов, их социальной значимости, снижения масштабов негативного воздействия на окружающую среду и т.п. [1].

В протоколе от «31» марта 2016 года (п. Кубинка Наро-Фоминского района Московской области) по результатам недавно проведенной с участием Главного управления научно-исследовательской деятельности и технологического сопровождения передовых технологий (инновационных технологий) Министерства обороны Российской Федерации научно-практической конференции на тему: «Проблемы создания и внедрения перспективных материалов в интересах развития системы вооружения Вооруженных Сил Российской Федерации» отмечалось, что к настоящему времени «не разработаны научно-технологический прогноз по важнейшим проблемам развития исследований и производства в отрасли и стратегическое планирование научно-исследовательских проектов государственного

значения, имеющих базовый, межведомственный и системообразующий характер для всей промышленности. Остается острой необходимостью создания «зоны опережающего роста», реализация которой вкупе с принятием указанных выше мер обеспечит России переход на новый технологический уклад и/или технологическое лидерство по отдельным направлениям».

Актуальным является рассмотрение всего исторического опыта становления и развития производственно-технологического комплекса Казанского порохового завода и ряда других предприятий для разработки методологии проектирования их инновационной модернизации с использованием комплекса технологического, системного, процессного, исторического, системно-эволюционного и других научных подходов.

Как известно, сегодня с учетом ограниченных ресурсов оптимальной воспроизводимой инвестиционной моделью в России признается и осуществляется на практике модернизация предприятий, традиционно производящих комплектующие, полуфабрикаты, сырье и являющихся наиболее капиталоемкими активами экономики. Одновременно ставится задача проектирования и нового строительства менее капиталоемких производств, основанных на ресурсосберегающих неэнергоемких экологически чистых гибких технологиях и направленных на изготовление конкурентоспособных готовых изделий и продукции. При этом констатируется, что сегодняшние проблемы отечест-

венного производства состоят не столько в отмирающих промышленных отраслях, а сколько в применяющихся на них устаревающих или уже устаревших ресурсозатратных технологиях.

Следует особо отметить, что в сегодняшней обстановке *« у ОПК нет возможности спокойно догонять кого-то, мы должны совершить прорыв, стать ведущими изобретателями и производителями. Реагировать на угрозы и вызовы только сегодняшнего дня – значит обрекать себя на вечную роль отстающих. Мы должны всеми силами обеспечить техническое, технологическое, организационное превосходство над любым потенциальным противником»* [2].

Необходимо учесть важность высказывания Д.Рогозина: *«... мы обязаны отказаться от идеи «догнать и перегнать»... И в вряд ли мы в короткий срок соберем силы и возможности, которые позволили бы на невероятных скоростях догнать высокотехнологические страны. Это и не нужно делать. Нужно другое, гораздо более сложное... Нужно рассчитать курс ведения вооруженной борьбы с перспективой до 30 лет, определить эту точку, выйти на нее. Понять, что нам нужно, т.е. готовить оружие не завтрашнего дня и даже не послезавтрашнего дня, а на историческую неделю вперед... Я повторяю, не думайте о том, что делают в США, во Франции, в Германии, думайте о том, что у них будет через 30 лет. И вы должны создать то, что будет лучше, чем есть у них сейчас. Не идите за ними следом, попытайтесь понять, куда все клонится, и тогда мы выиграем»* [3].

Кроме того, рассматривая концептуальные вопросы развития ударных комплексов рекомендовано Российским разработчикам, заказчикам и потенциальным потребителям новейшей техники, технологии и изделий специального назначения *«учитывать то, что в проводимых за рубежом разработках перспективных образцов военной техники (особенно в США) используется множество новейших и дорогостоящих научно-технических достижений, воспользоваться которыми (или выявить, организовать и обеспечить необходимыми ресурсами аналогичные передовые достижения в России) было бы крайне необходимо. В противном случае у России будет серьезное отставание, которое может оказаться необратимым»*[4].

Ранее отмечался «ложный» прогресс, когда в некоторых случаях создавались затратные производства с бесполезной избыточной мощностью, рассчитанные на использование в, так называемый, особый период. Стоит научно-технологическая задача по сокращению значительного числа процес-

сов и производств не за счет, в частности, размещения большого объема информации, энергии, различных производств даже на меньших пространствах, а прежде всего путем внедрения гибких ресурсосберегающих технологий с меньшим энергопотреблением. Некоторые из этих задач стоят перед современными биотехнологиями и нанотехнологиями. Однако, не ожидается, к сожалению, широкого практического применения научно-технологических результатов исследований в этих перспективных областях, по крайней мере в ближайшей перспективе 3-5 и более лет.

Одной из причин существующего положения, наряду с другими, является крайне низкая продуктивность головных разработчиков по проблеме. Кроме того, у самих предприятий, как правило, отсутствуют свободные средства для приобретения дорогостоящих разработок и нового технологического оборудования на фоне не восприимчивости многих предприятий и организаций к широкому спектру инновационных предложений.

Отмечается, что Россия к 2025 году достигнет демографического равновесия при численности населения на уровне 120 млн. взамен сегодняшних 142 млн. и использует часть нефтяной и газовой ренты для организации своего развития, в частности, путем покупки западноевропейских промышленных предприятий взамен затратной модернизации собственных устаревающих заводов и производств, что будет экономически более выгодным. Однако, как показывают последние события на мировом рынке, связанные с резким падением цен на нефть, изменением курса рубля, принятием различных санкций и ограничений имеется определенная сложность реализации данного сценария.

В период с 2025 года по 2025 год исчезнет девятая рыночная форма и к 2050 году под давлением рынка и благодаря новейшим техническим средствам прогнозируется глобальное объединение во круг, так называемой, новой торговой площадки – «нахлынет третья волна будущего». Технический прогресс улучшит экологические качества материалов, реактивность, аэродинамику, строение, горючесть и скорость. Новые технологии коренным образом изменят ранее существовавшие способы производства. Например, в развитии высокоточных реактивных систем залпового огня (РСЗО) уже сейчас ставятся задачи по достижению качественного прорыва в следующих направлениях [5]:

- увеличение дальности в 1,7 раза по сравнению со штатными РСЗО;
- повышение точности стрельбы в 15 раз;
- повышение эффективности стрельбы в 6...15 раз;

- снижение стоимости решения типовой боевой задачи в 2...6 раз в зависимости от типа цели.

Указывается, что для российского ОПК необходим «технологический рывок, который не мыслим без научно обоснованного методического аппарата по выявлению новых передовых и зарождающихся технологий» [6,7].

Особое значение следует придать научно-техническому направлению, связанному с прогнозом и созданием принципиально новых технологий будущего производства на основе системно-эволюционного технологического подхода.

Существенный научно-практический интерес вызывает эволюционно-технологический подход к развитию технологий, в частности, технической химии, который осуществляется в ведущих зарубежных странах (США, Великобритании, Японии, Франции и Германии, являющийся отражением одного из двух взглядов на направления развития науки и техники - революционного и эволюционного. Под последним понимается методология создания перспективных образцов на основе «*постепенного многошагового процесса повышения уровня знаний в определенных научно-технологических областях и предназначенную для обеспечения достоверности прогнозируемого облика*» будущей технологии, стабильности программ создания перспективных образцов, а также снижения риска при решении стратегических проблем. При рассмотрении эволюции системы необходимо учитывать детерминированные процессы, происходящие по заранее известным законам, изменения во времени, поддающимся прогнозу и управлению, и стохастические (случайные), которые определяют отклонения состояния системы от заданного закона её функционирования в условиях элиминирования эффектов случайных воздействий [8]. При этом на основе предположения об эволюционном процессе развития исследуемых сложных технических систем авторы (А.В. Крянев, С.С. Семенов) определили характер развития современной техники, основные принципы и метод оценки технического уровня сложных технических систем с зарождающимися технологиями.

На примере широко известной Казанской научной и производственной школы пороховиков, химиков и технологов рассматриваются на основе системно-эволюционного подхода и других научно-методологических принципах особенности исторического становления, развития и будущее интеграции производства, науки, образования и подготовки высококвалифицированных кадров в области технического производства, соответствующего нарождающейся фазе грядущего технологического уклада. В настоящее время актуальным явля-

ется научно- методическое обоснование перехода на доминирующие технологии и способы производства с необходимостью инвестиций в науку, производства и образование, относящихся не к уже уходящему технологическому укладу, в устаревшие производства или быстро устаревающие технологии, а в перспективные направления инновационного развития.

Является особо важным при решении проблемы проектирования и внедрения производственно-технологических инноваций использование известных положений теорий инноваций, теорий «творческого разрушения», принципов дискретности инноваций, взаимосвязи инновационного процесса и дискретного экономического развития, категорий «базисных инноваций», «технического способа производства» и др. с учетом практического применения этих теорий для инновационной модернизации производственно-технологического комплекса на Казанском пороховом заводе [9-14].

Как известно, исторический системно-эволюционный прогноз является одним из приоритетных направлений мировой науки. Работы Саймона Кузнеца, Роберта Фогеля, Дугласа Норта по реконструкции прошлого и историческому прогнозу будущего были удостоены Нобелевской премии.

В настоящее время российские ученые занимают передовые позиции в области математического моделирования исторических процессов и прогноза будущего развития.

Необходимы инвестиции в науку, производства и образование, относящиеся не к уже уходящему технологическому укладу, в устаревшие производства или быстро устаревающие технологии, а в перспективные направления инновационного развития будущего с учетом дорожных карт AeroNet, AutoNet, MariNet, NeuroNet, одобренных Президиумом Совета по модернизации экономики и инновационного развития России и дорожных карт EnergyNet, SafeNet и др., находящихся на стадии разработки в рамках «Национальной технологической инициативы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яруллин Р.Н., Гиниятов Х.З., Матухин Е.Л. Диверсификация производства на Казанском пороховом заводе // Научно-технический журнал «Боеприпасы и спецхимия», выпуск №2. 2007 г.
2. Путин В.В. Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России // Российская газета. -2012.- №5708 - 20 февраля.- С.1-3.
3. Рогозин Д.О. Работа по точному алгоритму // Национальная оборона.- 2012.-№2.- С.34-40.
4. Семенов С.С., Полтавский А.В., Бурба А.А., Аверкин А.Е., Полохов А.Н. Концептуальные вопросы развития ударных комплексов беспилотных летатель-

ных аппаратов // Боеприпасы. 2012. - №3. М.: ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И.Менделеева» – С. 26-44.

5. Денежкин Г.А., Борисов О.Г., Петров И.П., Поляков А.А. К вопросу о развитии высокоточных реактивных систем залпового огня // Боеприпасы, 2011.- №1. М.: ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И.Менделеева» – С. 84-85.

6. Редько А.А., Полторыхин С.А. Комплекс проектно-конструкторских мероприятий повышения эффективности РСЗО, основанный на принципе деформационной адаптивности // Боеприпасы, 2011.- №1. М.: ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И.Менделеева» – С. 44-47.

7. Рогозин Д.О. России нужна «умная оборонка» // Красная звезда. -2012.- 7 февраля. – С.3.

8. Крянев А.В., Семенов С.С. Метод оценки технического уровня сложных технических систем, основанных на использовании зарождающихся технологий // Боеприпасы, 2013.- 3. М.: ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИХМ им. Д.И.Менделеева» – С. 36-51.

9. 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. Минниха-

нова. - Казань: ГБУ «Научный центр безопасности и жизнедеятельности», 2014.- 808с. – С.319-324.

10. Заббарова Г.И., Борбузанов В.Г., Матухин Е.Л. Казанский пороховой завод: традиции, инновации и хроника побед // Современные железные дороги материалы конференции / Федер. Агентство ж.-д.- транспорта, Моск. гос.ун-т путей сообщения (МИИТ), Волгогр. Фил.- Волгоград: Феникс, Вып.8 6 материалы международной научно-практической конференции, 26 мая 2015 г. -2015. С.10-15.

11. Заббарова Г.И., Мингазова В.К. Матухин Е.Л., Косточко А.В. Истоки государственно-частного партнерства в освоении новых технологий: от Ушкова до наших дней. Химия двух эпох российской провинции: история и современность. Сб. научных статей. - Менделеевск, 2016. – С.70-75.

12. Сокольников М.А. Технологический уклад: к истории вопроса // Инновации и инвестиции, №4, 2016.- С.43-44.

13. История и Математика: Модели и теории /Отв. ред. Л. Е. Гринин, А.В. Кортаев, С.Ю. Малков. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016.-304 с.

14. Комаров В.М. Основные положения теории инноваций / В.Комаров.- М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012.-190 с.

УДК 377.6

Подготовка специалистов в условиях конкурентной и изменяющейся окружающей среды

Т.З. Мухутдинова, д.п.н., член-корреспондент РАЕ, проф., **Д.М. Мухутдинова**, студент СПО ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, e-mail: tamara@kstu.ru

Аннотация. Целью статьи является изучение прогностического подхода к решению проблемы подготовки будущих специалистов, рассмотрение условий конкурентной и изменяющейся окружающей среды для жизнедеятельности будущих специалистов, анализ качества окружающей среды на примере развития автотранспорта на мировом и региональном уровнях и его воздействия на экономическую и экологическую ситуацию и качество жизни человека.

Ключевые слова: подготовка специалистов, прогностический подход, условия окружающей среды, пример развития автотранспорта, влияние транспорта на экономику, экологию и качество жизни.

Благоприятная экологическая ситуация региона и работы, проводимые предприятиями и населением в целом по её улучшению, обеспечивают национальные приоритеты, конкурентные преимущества региона перед другими при инвестициях в развитие разных отраслей экономики, в том числе в развитие современного туризма на международном уровне. Для этого практически все специалисты должны иметь помимо профессиональной и

определенную экологическую грамотность в своей области.

Высшее и среднее специальное образования нацелены на подготовку квалифицированных специалистов и лидеров в своих отраслях и направлениях. В соответствии с ФОС квалификация выпускников образовательных учреждений обеспечивается формированием необходимых и утвержденных компетенций в течение всего процесса обучения. Но не все выпускники могут стать в будущем лидерами, так как для этого квалифицированные кадры должны обладать ещё особыми лидерскими качествами. Всем ли присущи такие качества? Конечно, нет. Кто-то из обучающихся уже стремится и готов к лидерству, а иные могут и должны быть выявлены педагогами в студенческой среде для того, чтобы из них целенаправленно готовить лидеров завтрашнего дня. Для этого необходимы специальные программы подготовки по отраслям. Так, в вузах осуществляется подготовка по различным программам магистратуры. Это уже обнадеживает, что такие выпускники и должны становиться лидерами в научной, образовательной и технической деятельности.

В то же время необходимо учитывать ряд сложившихся к настоящему времени проблем и сложностей в подготовке конкурентоспособных в условиях рынка специалистов и магистров:

1) *высокие требования руководства предприятий к специалистам, в том числе к молодым специалистам и выпускникам вузов* (хороших знаний, умений и навыков в своей специальности, достаточных знаний иностранного (английского) языка, коммуникабельности, большого (не менее 5 лет) опыта работы и т. д., чего, конечно, не хватает основной массе выпускников);

2) *разный уровень подготовленности абитуриентов при поступлении в СПО и ВО* (в группах обучаются как студенты, поступившие по бюджету в результате серьёзного конкурсного отбора и имеющие высокий уровень школьной подготовки, так и студенты, поступившие на внебюджетной (платной) основе и имеющие порой довольно низкий уровень довузовских знаний);

3) *небольшая стипендия или отсутствие её* (студенты вынуждены работать параллельно с учёбой, чтобы обеспечивать себя материально и оплачивать учёбу; в результате этого студенты пропускают занятия, опаздывают, не готовятся систематически и не выполняют вовремя самостоятельные работы, объясняя это занятостью на работе);

4) *отсутствие достаточных стимулов для хорошей учёбы* (студенты не видят перспективу по окончании учёбы, так как практически нет распределения на предприятия страны для работы после вуза, как это было в советские годы, и даже со льготами для молодых специалистов – получение квартиры);

5) *низкая грамотность, отсутствие умений писать конспекты* (на лекциях пишут в основном под диктовку);

6) *низкая дисциплина студентов* (пропуски занятий, опоздания (объяснение – пробки на дорогах));

Как видим, проблем различных много. При этом проблемы и требования к выпускникам образовательных учреждений и специалистам меняются в соответствии с развитием общества, с изменениями в экономике и мировых отношениях, с выбором приоритетов на текущий и предстоящий периоды, с изменениями качества окружающей среды.

Образовательным учреждениям все сложнее готовить специалистов и лидеров в условиях конкурентной и быстро изменяющейся окружающей среды. Образовательные учреждения готовят специалистов вчера и сегодня, но которые будут работать завтра. А каким мир будет завтра? Какие изменения в нём произойдут? Как же готовить спе-

циалистов и лидеров для завтрашнего дня? Да, завтрашнего! Для этого преподаватели должны знать, уметь предвидеть, прогнозировать, что будет завтра, и учить этому прогнозированию студентов – будущих специалистов и лидеров завтрашнего дня.

Изменения окружающего мира, окружающей среды, экономики и общества рассмотрим на примере изменений в ближней для человека окружающей среде – в развитии автотранспорта, резко изменившего нашу жизнь в последние примерно 20 лет.

В настоящее время и в перспективе практически ни одна отрасль экономики, ни одна сторона нашей жизни не обходится и не развивается без автотранспортных средств. Рыночная экономика, высокая конкуренция предприятий, производителей, инфраструктуры требуют высоких скоростей передвижения людей, доставки товаров до потребителей, обеспечения логистики различными видами транспортных средств [1, 2].

Автомобильная промышленность развита настолько, что в мире уже насчитывается 1 миллиард 15 миллионов автомобилей (по масштабным исследованиям на июль 2015 г. с учетом абсолютно всех моделей машин: от легковых, до гигантских грузовиков и автобусов). 20 лет назад эта цифра составляла примерно 500 миллионов.

В среднем в мире соотношение числа автомобилей к количеству жителей Земли составляет 1:6,75. В различных регионах мира такое соотношение различно и это различие связано с неравным распределением богатств и ресурсов. Так, в США соотношение числа автомобилей к количеству жителей страны составляет 1:1,3, в Италии – 1:1,45, в Японии, Франции и Великобритании – 1:1,7. Для стран с менее развитой экономикой или большим количеством населения количество автомобилей на душу населения существенно меньше. Например, в Индии это 1: 56,3, в Китае 1:17. А во многих африканских странах вообще невозможно составить это соотношение, так как там просто нет автомобилей. В основном это, конечно, самые отсталые республики с племенным укладом жизни.

В Республике Татарстан на 01.01.2016 г. было зарегистрировано 1276799 транспортных средств, а численность населения по данным Росстата составила 3868537 чел. (Татарстан занимает 8 место по численности населения среди субъектов Российской Федерации. Плотность населения 57 чел./км²). Таким образом, соотношение числа автомобилей к количеству жителей РТ составляет 1:3.

Эксперты объясняют подобный бум автомобильной промышленности активным развитием экономики стран, которые еще несколько десятков лет назад считались странами третьего мира. Ре-

кордсменом в таком развитии считается Китай, автомобильная промышленность которого растёт семимильными шагами: только за 2015 год количество выпущенных в Китае автомобилей выросло на 27 %.

Транспортные средства заняли важное место в экономике и жизни общества. Производство автомобилей растёт с каждым годом, выпуск и эксплуатация автомобилей для экономики стран, для каждого цивилизованного человека являются огромным благом, но с точки зрения экологии — наносят окружающей среде и здоровью человека непоправимый ущерб. Таким образом, транспорт породил и углубляет это противоречие, поскольку он вносит самый большой вклад в формирование современных глобальных и региональных экологических проблем.

В крупных городах загрязнение атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в несколько раз превышает загрязнение выбросами промышленных предприятий. Высокая опасность для человека выхлопных газов автотранспорта обусловлена их поступлением в окружающую среду практически на уровне поверхности дороги и большим содержанием крайне опасных для человека примесей (оксид углерода, бенз(а)пирен, сажа, оксиды азота, диоксид серы и др.). Площади всех транспортных магистралей, включая большие придорожные полосы по обе стороны, представляют собой зону активного загрязнения [3-6].

Более того, огромное количество автомобилей паркуется сейчас во дворах, под окнами домов, на газонах, рядом с детскими площадками. Из-за этого транспорт оказывает негативное воздействие и на качество воздуха в жилых массивах и даже в наших жилищах. Необходимо принимать кардинальные меры для защиты населения от выхлопных газов и информировать население об экологической опасности транспорта, начиная со школьной скамьи.

В текущем году президент РФ В.В. Путин [7] впервые поднял еще одну транспортную проблему — проблему гибели населения в ДТП. Озвучено, что за последние десять лет в результате ДТП в РФ погибло 350 тысяч человек, что составляет население целого города, а различные травмы получили более трех миллионов человек. По словам В.В. Путина на заседании президиума Государственного совета по безопасности дорожного движения, фактор массовой автомобилизации не может и не должен быть обоснованием неизбежности аварий и их трагических последствий. Им было высказано, что мы должны добиться кардинального снижения числа погибших и пострадавших при ДТП. Это — страшные бессмысленные жертвы, которых можно

было бы избежать, и абсолютное большинство таких трагедий произошло по вине водителей. В.В. Путин также отметил, что уровень автомобилизации в стране вырос более чем в полтора раза и в настоящий момент во многих городах на тысячу жителей приходится в среднем по 300 машин и очевидно, что это число будет увеличиваться. Правительству РФ необходимо разработать план мероприятий по комплексному и системному решению проблем безопасности на дорогах [7].

Исходя из общего количества погибших на дорогах страны можно вычислить, что ежегодно в среднем погибает 35 тысяч человек, а ежедневно — 96 человек. Значит, мы каждый день можем объявлять траур по погибшим на дорогах страны.

А сколько человек заболевает, постепенно отравляясь вредными компонентами выхлопных газов транспортных средств и выделениями из асфальта и дорожной пыли, и умирает раньше времени? Этого, пожалуй, никто не подсчитывал.

Представленный анализ показывает, что развитый автотранспорт оказывает на качество жизни человека, с одной стороны, положительное влияние в виде различных социальных благ, с другой стороны, резко ухудшает экологическую ситуацию в стране и регионах.

Рассмотренные противоречия, возникшие в экономике с развитием автотранспорта, должны решаться обучением специалистов и широких слоев населения природоохранным мероприятиям и различным технологическим и организационным методам уменьшения воздействия автотранспорта на окружающую среду и человека. Природоохранные мероприятия должны быть направлены на снижение и ликвидацию отрицательного воздействия производства и эксплуатации автотранспорта на окружающую природную среду, сохранение, улучшение и рациональное использование природно-ресурсного потенциала страны, региона.

Противоречия между природой и человеком могут быть преодолены лишь повышением экологической грамотности специалистов и экологической культуры населения до такого уровня, когда и производственная деятельность специалистов и поведение в быту человека будут способствовать рациональному природопользованию и гармоничному развитию человеческой цивилизации и окружающей природной среды, и хотелось бы — к достижению устойчивого развития.

Устойчивое развитие — такое развитие общества, при котором улучшаются условия жизни человека, а воздействия на окружающую среду остаются в пределах хозяйственной ёмкости биосферы так, что не разрушается природная основа функционирования человечества. При устойчивом раз-

вители удовлетворение потребностей осуществляется без ущерба для будущих поколений. Необходимым условием для такого развития является осознанная экологически правильная деятельность специалистов на предприятиях, а также всего населения в быту.

Специалистам необходима экологическая этика. Экологическая этика — это современное направление философии, морали, связанное с изучением и познанием причин, последствий экологического кризиса, а также поиском социально-приемлемых способов его разрешения. Экологическая этика — это учение о должном в отношениях человека, его хозяйственной деятельности и природы, основанное на внутренних самоочевидных нравственных принципах. В основе концепции экологической этики используется этика, ориентированная на будущее и утверждающая органическую связь человека с природой.

Таким образом, подготовка высококвалифицированных специалистов на всех уровнях определяет экономическую и производственно-технологическую политику и управление всеми сторонами жизнедеятельности в условиях конкурентной и изменяющейся окружающей среды. Только грамотные специалисты в своих видах деятельности и на самых разных предприятиях готовы и способны обеспечить глубокую проработку любых вопросов и проблем, обеспечить достовер-

ность прогнозных оценок и принять оптимальные пути решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухутдинова Т.З. Экологическая культура населения – основа безопасной эксплуатации транспорта. Автомобиль – не роскошь // Успехи современного естествознания, 2012, №8, С. 93-98.
2. Мухутдинова Т.З. Автомобиль – не роскошь. Основа безопасной эксплуатации транспорта – экологическая культура населения // Вестник НЦ БЖД, № 4 (10), 2011, С. 92-99.
3. Мухутдинова Т.З. Экономика природопользования: Курс лекций. (Гриф. УГУ). Казан. национ. исслед. техн. ун-т: Казань: 2013. - 520 с.
4. Мухутдинова Т.З. Повышение экологической культуры населения с учетом этноландшафтных и этнокультурных условий развития региона: Исторический аспект // Казанский педагогический журнал, 2015, №1, С. 147-153.
5. Мухутдинова Т.З. Повышение экологической культуры населения с учетом этноландшафтных и этнокультурных условий развития региона: Идеи ноосферы и устойчивое развитие // Казанский педагогический журнал, 2015, №1, С.161-166.
6. Мухутдинова Т.З. Прогностическая модель непрерывного регионального экологического образования // Кирсановские чтения (сборник научных статей, выпуск II) - Казань: Отечество, 2013. – 488 с. – С. 88-95.
7. РИА Новости <http://ria.ru/society/20160314/1389598894.html#ixzz42tHvtMyq>.

Издательство «Экоцентр»
Без объявл. – 2016

Отпечатано с готового оригинал-макета. Печать RISO.
Бумага офсет. Формат 60*84 1/8.
Объем 9,5 п.л. Тираж 150 экз. Заказ 1.

Отпечатано на полиграфическом участке изд-ва «Экоцентр»
г. Казань, ул. Короленко 120, А21 №5