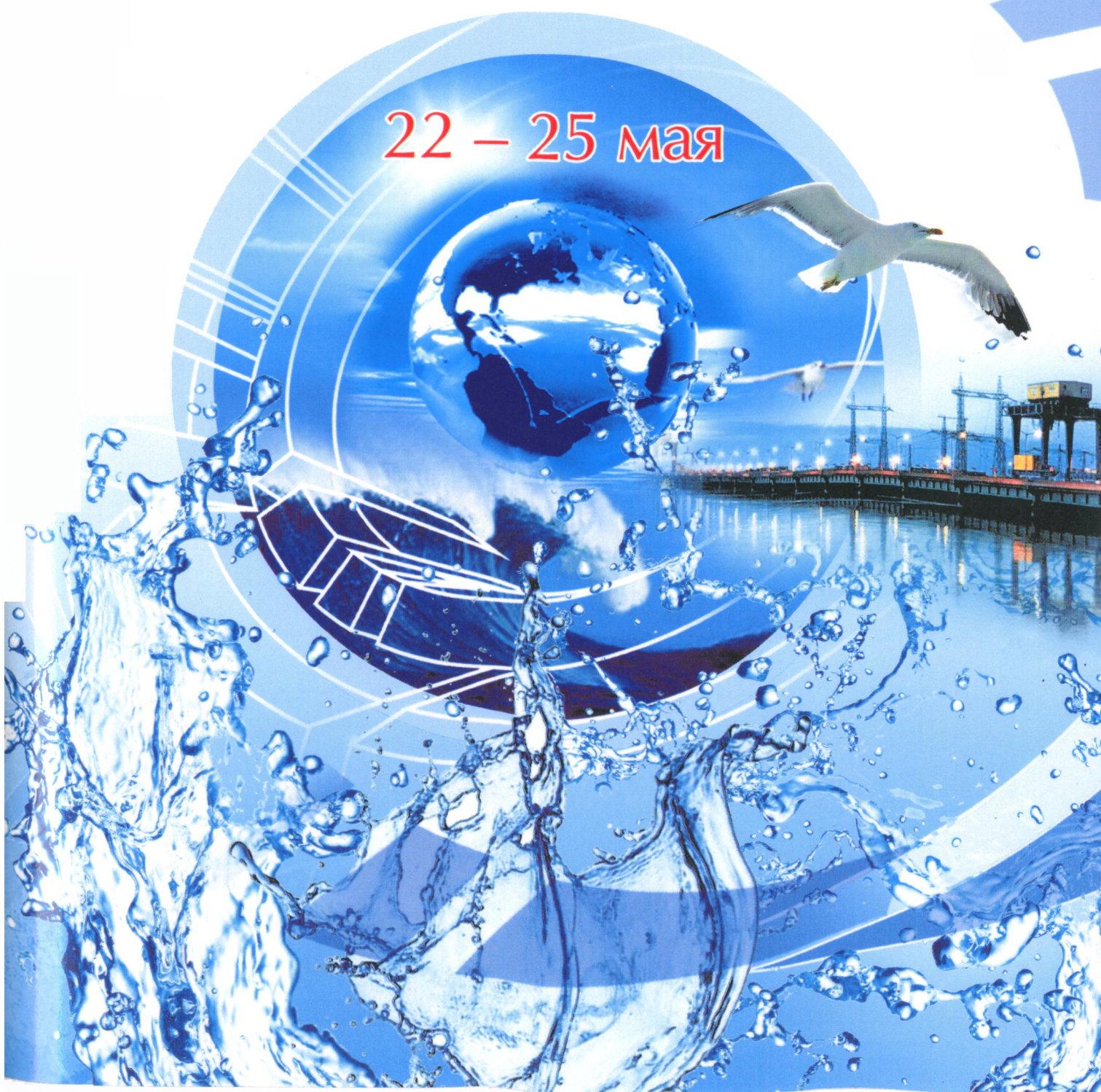




I Форум Союзного государства  
ВУЗов инженерно-технологического профиля  
22-25 мая 2012 года, г. Минск

м а т е р и а л ы с е к ц и и  
«ЧИСТАЯ ВОДА:  
ВОЗВРАЩЕНИЕ К ЧЕЛОВЕКУ»

22 – 25 мая







**I Форум Союзного государства  
ВУЗов инженерно-технологического профиля  
22-25 мая 2012 года, г. Минск**

## **«Чистая вода: возвращение к ЧЕЛОВЕКУ»**

**(специальный выпуск)**

**Специальный выпуск подготовлен при информационной поддержке ОАО «Институт микроэкономики» (Россия, Москва – журналы «Микроэкономика», «Чистая вода: проблемы и решения»)**

БНТУ  
Минск 2012

УДК 628:651.01

**Чистая вода: возвращение к ЧЕЛОВЕКУ** – специальный выпуск секции 1-го Форума союзного государства вузов инженерно-технологического профиля. Минск. БНТУ. 2012. Редакторы: П.Х. Зайдфудим, А.С. Калиниченко.

В сборнике приведены материалы ученых России и Беларуси, касающиеся вопросов пользования водой. Представленные материалы охватывают широкий спектр проблем, связанных с эффективным и экологически безопасным использованием водных ресурсов. Приводятся результаты исследований по добыче воды, ее очистки, а также экономические вопросы рационального потребления водных ресурсов. Особое внимание уделено и использованию энергетического потенциала водных бассейнов. Рассмотрены проблемы очистки промышленных стоков и обеззараживания воды.

Материалы выпуска будут весьма полезны самому широкому кругу специалистов, студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов, связанных с изучением проблем водопользования.



**Павел Зайдфудим,**  
*Советник при ректорате МАТИ –  
 Российского государственного  
 технологического университета им.  
 К.Э.Циолковского,*  
*доктор биологических наук, профессор,  
 академик РАЕН, Почётный полярник*



**Александр Калинин,**  
*Заместитель проректора  
 по научно-  
 исследовательской части  
 БНТУ,*  
*доктор технических наук,  
 профессор*

**Дорогие друзья!  
 Уважаемые коллеги!**

**Уважаемые участники и гости Первого Форума Союзного государства  
 России и Беларуси вузов инженерно – технологического профиля!**

Проблемы чистой воды в наших союзных и братских странах сегодня актуальны как никогда. Впрочем, как и во всём мире. И это несмотря на факт, что как Россия, так и Беларусь обладают высокими ресурсными потенциалами и запасами чистой пресной питьевой воды. К сожалению, сегодня наши прекрасные реки, озёра, водохранилища, водоёмы всех масштабов, ручьи, родники, другие водоносные источники стали не только предметом искреннего эстетического наслаждения и созерцания их природной красоты, но и в большей степени, объектами особой тревоги и заботы – от постоянных системных мониторинговых исследований, разработки программ и проектов их спасения до поиска инвестиций, специального проектного финансирования, инновационных решений и их внедрения в повседневную практику. Природа уже не в силах справиться с маргинальным антропогенным воздействием на её естественные процессы, поэтому мы и призваны создать полноценную научно – технологическую и промышленно – производственную инфраструктуру возвращения ЧЕЛОВЕКУ первозданной ЧИСТОЙ ВОДЫ!!!

Именно поэтому весьма не случайно, а чрезвычайно осознанно и целесообразно формирование нашего сегодняшнего высокого собрания ведущих учёных и специалистов двух стран, принципиально заинтересованных в объединении усилий для СОХРАНЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДЫ. Ориентация России и Беларуси на переход в ближайшей перспективе к шестому технологическому укладу с максимальным акцентом на нано-, био-, инфо- и когно- технологиях, на проектировании будущего и управлении этим процессом фиксирует наше главное внимание на ЧЕЛОВЕКЕ и адекватном естественно – ресурсном обеспечении его полноценной жизнедеятельности. В данном случае для нас с вами это обозначает приоритет вопроса чистой воды, его место и роль в перечне проблем нашей совместной инновационной политики, в работе по созданию единого инновационного пространства Союзного государства.

Положениями Договора о создании Союзного государства поставлена задача обеспечения единого научно – технологического пространства. Формирование единого

союзного научно – технологического пространства предполагает создание и совместное использование научно – технических потенциалов России и Беларуси и обеспечение на этой основе последовательного роста конкурентоспособности экономик России и Беларуси, укрепления основ Союзного государства.

Очень важно, что решение проблем чистой воды фигурирует в основных направлениях научно – технической инновационной политики, которые, в свою очередь, формируются в рамках государственных приоритетов научно – технического развития России и Беларуси на основе осуществляемых в обеих странах мероприятий по переводу национальных экономик на инновационный путь развития и закреплены в Постановлениях Совета Министров Союзного государства.

Чистая вода становится на наших глазах индикатором, лакмусовой бумагой, критерием устойчивого развития любой территории, эффективности её экономики, при условии высокого уровня социального комфорта и экологической безопасности не только нынешнего поколения, но и будущих. Это определяет необходимость инновационного подхода науки к технологиям производства и потребления воды, её природопользования и антропогенной инфраструктуры.


Нам есть, чему учиться и что перенять друг у друга. И данный специальный выпуск Форума весьма красноречиво это демонстрирует. В то же время, это лишь фрагмент огромной перспективной работы и начало будущих совместных проектов. Так, опыт двух стран сегодня может быть особенно актуален в разработке и реализации совместных проектов, особенно в рамках программ приоритетного развития приграничных территорий. Представляется, что мы могли бы вместе взяться за разработку уникальных и беспрецедентных проектов. Например, **СОВМЕСТНО РЕШАТЬ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО НАУЧНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГО – ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН И КОРИДОРОВ РАЗВИТИЯ В ДОЛИНАХ И БАССЕЙНАХ НАШИХ ОБЩИХ РЕК - ДНЕПРА И ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ.** Создание единого российско – белорусского Центра разработки стратегии такого развития и механизмов её реализации для двух пограничных рек могло бы стать достойным примером начала совместной перспективнейшей и интереснейшей работы.

Нам сегодня крайне необходимы совместные инновационные институты, механизмы, инструменты формирования единого научно – технологического пространства. Тема чистой воды даёт для этого необходимое инновационное пространство для реальной деятельности учёных и специалистов вузов двух стран, для создания высокоэффективных научно – технологических и образовательно – воспитательных площадок подготовки классных специалистов, создания наукоёмких высоколиквидных лидирующих рыночных продуктов.

РЕДАКТОРЫ ВЫПУСКА:



П. Зайдфудим



А. Калиниченко

## МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА

**Б. А. Якимович**, доктор технических наук, профессор, ректор

**А. В. Еленский**, кандидат химических наук, доцент,  
проректор по учебной работе

**М. С. Кадацкая**, кандидат технических наук, доцент,  
начальник управления образования

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова

Тел. (3412) 58-53-58, e-mail: rector@istu.ru

*Рассматривается структура подготовки специалистов разных уровней в ИжГТУ. Предложенные инновации в подготовке специалистов совместно с зарубежными вузами-партнерами позволяют повысить качество образования и расширить область профессиональных компетенций выпускников ИжГТУ.*

**Ключевые слова:** программа развития, сетевое взаимодействие, многоуровневая подготовка, международное сотрудничество.

Национальные системы образования требуют постоянной модернизации, ускоренного освоения инноваций, быстрой адаптации к изменениям внешней среды. Получение качественного образования продолжает оставаться одной из наиболее важных жизненных ценностей граждан и решающим фактором социальной справедливости и политической стабильности

Необходимо отметить ряд особенностей, влияющих на отрасли, для которых мы готовим инженеров [1]:

- появление на рынке высокотехнологичной продукции и технологий новых стран и увеличение мировой потребности в высококвалифицированных специалистах;
- переход к новой идеологии разработки и проектирования техники, использование принципиально новых материалов, IT-технологий; экологические требования;
- острая нехватка кадров в высокотехнологичных отраслях промышленности.

В то же время произошло изменение конкурентных требований к специалистам на внутреннем рынке, вследствие чего необходимы принципиальные преобразования в структуре и содержании подготовки инженеров.

Основные особенности технического университетского образования в России можно сформулировать следующим образом:

- осуществлен переход российского образования к принципиально новой системе подготовки в рамках Болонского процесса: бакалавр, магистр, специалист;
- реализуются новые образовательные стандарты, в основе которых лежит компетентностная модель специалиста, где результатом обучения является способность человека применять в различных ситуациях усвоенные в процессе обучения знания, умения и навыки;
- требуется подготовка специалистов нового типа, удовлетворяющих требованиям профессиональных стандартов, формируемых работодателями;
- наличие современной материально-технической базы в университетах;
- обеспечение непрерывной опережающей подготовки и переподготовки кадров для работы с высокотехнологичным оборудованием и технологиями.

В развивающихся промышленных регионах необходимо не только сохранить высокий уровень профессионального образования, но и развивать социокультурное пространство с целью формирования личности, отвечающей современным требованиям.

Особая роль в обеспечении высокого качества инженерного образования принадлежит региональным техническим университетам, которые расположены в таких регионах.

В этих условиях стратегической целью ИжГТУ является его трансформация в университет инновационного типа, осуществляющий проведение научных исследований и подготовку специалистов мирового уровня, способных обеспечить позитивные изменения в области своей профессиональной деятельности и, в конечном итоге, в экономике и социальной сфере России.

Основным инструментом для достижения этой цели является инновационная программа стратегического развития ИжГТУ.

*Программа стратегического развития ИжГТУ* строится с учетом сетевого сотрудничества прежде всего с вузами-партнерами, включая зарубежные; региональными образовательными учреждениями; академическими и отраслевыми институтами; высокотехнологичными промышленными предприятиями. Она согласуется с региональной программой социально-экономического развития в вопросах подготовки кадров для предприятий Удмуртской Республики.

Стратегической миссией университета является генерация знаний и трансферт технологий, подготовка и переподготовка кадров, способных обеспечить инновационное развитие высокотехнологичных отраслей и предприятий промышленного комплекса региона и России.

*Цель программы:* становление университета как инновационной корпорации, способной обеспечить технологическую модернизацию Приволжского федерального округа и Удмуртской Республики, повышение конкурентоспособности высокотехнологичных отраслей экономики через подготовку инновационно-ориентированных кадров, обладающих актуальным перечнем общекультурных и профессиональных компетенций, генерацию знаний и трансферт технологий, комплексное развитие научно-образовательной, инновационной, культурной и социальной сфер региона.

### **Стратегические задачи университета**

*Первая.* Модернизация системы управления университетом, позволяющей эффективно участвовать в решении комплекса проблем социально-экономического развития России и региона, в подготовке кадров для научно-технической и инновационной сфер.

*Вторая.* Развитие многоуровневой системы непрерывного инженерного образования, позволяющей сформировать специалиста, имеющего общекультурные и профессиональные компетенции.

*Третья.* Развитие системы научно-инновационной деятельности, обеспечивающей результативную работу по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий, трансфер знаний и технологий в учебный процесс и производство, коммерциализацию результатов научной деятельности в рамках инновационного сотрудничества с высокотехнологичными предприятиями России и региона.

*Четвертая.* Развитие информатизации, администрирования и электронных видов коммуникации, обеспечивающих систему управления всеми подразделениями вуза, единство образовательного и научно-инновационного пространства.

*Пятая.* Совершенствование внеучебной работы со студентами в целях формирования гражданской позиции и политического сознания, правовой и политической культуры современного специалиста.

### **Общая характеристика структуры вуза**

С 2011 г. университет ведет прием по 48 направлениям бакалавриата, 37 направлениям магистратуры, 6 программам специалитета.

ИжГТУ является единственным вузом в Удмуртской Республике по подготовке кадров в областях военной и специальной техники, по конструкторско-технологической деятельности в машиностроении, инфокоммуникационным технологиям, в



приборостроении, радиотехнике и электронике, строительстве; ведет подготовку более 60 % выпускников в областях автоматизации и информационных технологий, энергетики и экологии, транспорта [2].

ИжГТУ – член Ассоциации европейских университетов (EUA), один из первых российских вузов, подписавших Великую хартию университетов в Болонье.

В течение последних пятнадцати лет университет развивает сотрудничество с зарубежными университетами и научно-исследовательскими институтами по всем актуальным вопросам высшей школы: многоуровневое непрерывное образование, совместные научные исследования, взаимное признание и установление эквивалентности документов о получении высшего образования. В настоящее время партнерами ИжГТУ являются 50 зарубежных вузов и организаций из Европы, Азии, Ближнего Востока и Африки.

Инфраструктура университета отвечает современным требованиям и включает интегрированные системы и центры коллективного пользования, бизнес-инкубатор, технопарки, малые инновационные предприятия, органично вписанные в существующую структуру вуза. Внутри университета формируется сеть центров коллективного пользования, проводящих исследования по приоритетным направлениям развития и подготовку кадров для определенных высокотехнологичных секторов экономики.

ИжГТУ совместно с институтами УрО РАН уже создал центр коллективного пользования, научно-образовательный центр и 5 вузовско-академических отделов в области перспективных направлений [1], что позволяет использовать потенциал научных учреждений РАН для повышения качества подготовки специалистов и уровня научных исследований в вузе.

#### **Развитие системы многоуровневого непрерывного образования**

В программе развития университета планируется разработка современных образовательных программ по реализуемым в университете направлениям бакалавриата и магистратуры с участием работодателей, представителей научных организаций, зарубежных университетов-партнеров, в том числе на иностранном языке. Ряд программ пройдут процедуры международной аккредитации и лицензирования. В университете на базе кредитно-модульной системы и разработанных программ будут созданы возможности для реализации индивидуальных образовательных траекторий при подготовке магистрантов и аспирантов.

Разработка новых программ в вузе основана на системном подходе и проводится с учетом опыта ведущих российских и зарубежных вузов. В основе моделирования учебных планов лежит принцип структурного проектирования программ на основе устойчивых блоков учебных планов и библиотеки образовательных модулей вуза. Проектирование устойчивых структур учебных планов важно при формировании программ, реализуемых совместно несколькими вузами, где должны быть предусмотрены семестры академической мобильности и согласованные модули. Проведенная работа по разработке программ показала следующие преимущества представленного подхода:

- возможность подключать новые профили к основной программе;
- создание общих специализаций для различных программ;
- адаптивная настройка на систему образовательных регламентов страны с учетом особенностей вуза;
- гибкое построение программы с большим набором модулей по выбору.

Основные изменения коснутся обеспечения организации и методического обеспечения учебного процесса. Важным компонентом является внедрение IT-технологий.

Будут разработаны современные учебные модули, электронно-образовательные ресурсы, учебно-методические комплексы и другие учебно-методические материалы в соответствии с разработанными новыми и модернизированными образовательными программами. Образовательные модули и учебные материалы будут опираться на

современные образовательные технологии и оформлены в соответствии с требованиями международных форматов оформления электронных образовательных ресурсов. Будут использоваться дополнительные средства поддержки обучения: тренажеры, имитаторы, обучающие компьютеризированные программы, новые лабораторные практикумы. Также будет разработана и внедрена система дистанционной поддержки обучения, создающая базу для развертывания образовательной и научно-исследовательской деятельности университета в России и за рубежом.

### **Сетевое взаимодействие вузов**

Беспрецедентное развитие информационных технологий на рубеже веков предложило новые организационные формы рождения и развития университетских сетевых структур. Эти структуры могут затрагивать ученых и педагогов всего мира, объединенных общими интересами. Повышение коммуникационных возможностей реализует концепцию открытых инноваций, когда в решение актуальной задачи в области образования может внести свой вклад любой ученый, имеющий доступ в мировую информационную сеть.

Вторым фактором является усложнение инновационных технологий, повышение их наукоемкости и одновременно скорости морального старения. Это требует адекватного ответа, началом которого может быть объединение усилий, причем не только ученых и педагогов одной группы исследователей одного университета, а нескольких коллективов различных университетов, а также научных и производственных организаций, занимающих передовые позиции в разработке конкретной новации.

Названные факторы служат основанием для формулирования проблем развития современных педагогических коллективов, современных научных школ, первая из которых состоит в том, что современные скорости изменения технологий, обмена информацией и коммуникаций предполагают выработку новых форм организации и реализации исследовательских программ. Программы должны быть адаптированы к быстрой смене технологий, быстрой смене взглядов на проблемы, наконец, к быстрой корректировке или смене направления исследования. Второй проблемой можно назвать проблему воспроизводства научных кадров научно-педагогических коллективов (НПК). Это неизбежно ставит вопросы включения процесса подготовки специалистов в среду сетевой исследовательской программы. И наконец, третья проблема – это существенное изменение форм и скорости трансляции системы знаний. Сетевое взаимодействие значительно увеличивает объем и скорость взаимодействия, смывает территориальные границы, снижает необходимость непосредственного контакта и необходимость физического коллективного собрания.

Обозначенные проблемы формируют новые признаки научно-педагогических и исследовательских коллективов высшей школы. Одним из первых таких признаков можно назвать повышение включенности членов этих коллективов в акты деятельности по пунктам исследовательской программы через среду активного сетевого сотрудничества. Быстрота существующих уже на сегодня контактов делает сотрудничество научно-педагогического сообщества соответствующим циклам изменения технологий и подготовке научной отчетности. Следующий признак – это усиление нормативной составляющей в деятельности университетских сообществ и, как следствие, ослабление зависимости деятельности школы от конкретной личности научного руководителя сообщества. Нормативная составляющая призвана обеспечить структурную и тематическую устойчивость деятельности НПК или научной школы, освободить ее от стресса возможного распада, в том числе при уходе лидера или изменения тематики исследовательской программы.

За научно-педагогическим коллективом университета целесообразно закрепить ответственность по отбору магистрантов в магистратуру и аспирантов в аспирантуру. При этом критерисм отбора может явиться, по нашему мнению, критическая экспертиза выпускных работ бакалавров и магистров.

Сегодня обучение через научное исследование возможно только при наличии современной учебно-научной и научно-производственной материальной базы. Сконцентрировать образцы современной техники, в том числе измерительной и экспериментальной техники, в отдельно взятом вузе не представляется возможным. Поэтому необходимо организовать обучение и исследование, особенно для студентов старших курсов, магистрантов и аспирантов, с помощью сетевого взаимодействия вузов, предприятий и научных организаций, имеющих специализированные центры коллективного пользования (ЦКП).

Это способствует качественному повышению уровня сотрудничества и увеличению числа связанных с ИжГТУ организаций и учреждений в научно-исследовательской и образовательной практиках. Вуз предоставляет своим студентам и преподавателям возможность изучать и овладевать современными технологиями производства и управления, которые используются на предприятиях Европы, проходить стажировку и производить сбор материала для своих диссертаций, находясь в вузах-партнерах Германии, Чехии, Словакии, Венгрии. Знаковым событием для вуза и примером сетевого сотрудничества становится и соглашение о совместной деятельности между тремя высшими учебными заведениями: ИжГТУ, Белорусским национальным техническим университетом и Венским техническим университетом.

Один из видов сетевого взаимодействия может реализовываться с помощью проектного подхода – путем создания проектных команд и выполнения конкретных проектов. Ижевский государственный технический университет задействован в нескольких таких международных проектах. Так, совместно с университетом г. Аален (Германия) и компанией «Zeh Metallveredelungs GmbH» (Zeh GmbH) в ИжГТУ создан центр компетенций в области гальванотехники и экологии; университет стал участником международной лаборатории «ИнтерНаноТех» и международного проекта в области наноматериалов и нанотрубок вместе с Белорусским национальным техническим университетом, Институтом тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Национальной академии наук Республики Беларусь, Венским техническим университетом (Австрия); на базе ИжГТУ создана лаборатория сетевой академии Cisco и т. д.

Накопленный в этой сфере опыт позволил ИжГТУ успешно работать в проектах: «Организация высокотехнологичного производства конденсаторов нового поколения – сотрудничество ОАО “Элеконд” и ИжГТУ», создание Учебного центра подготовки кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности, программе опережающей профессиональной переподготовки ГК «Роснано» в области производства сверхпрочных пружин с использованием технологии контролируемого формирования однородных наносубструктур в материале.

Если известная и традиционная тенденция состоит в том, что аспирантом руководит один ученый, имеющий ученую степень, но узкий специалист по тематике диссертации, то в новой тенденции соискатель ученой степени освобождается от жесткой опеки научного руководителя. За научным руководителем, безусловно, остается ответственность за защиту соискателем диссертации в сроки обучения в аспирантуре или докторантуре, но консультантов по аспектам диссертации соискателя может быть несколько. То есть сетевое сотрудничество предполагает, что для каждого аспекта работы может быть найден свой научный консультант: ученый-математик – для консультаций по формализации положений диссертации; компетентный ученый-программист – для консультаций по созданию современного программного продукта диссертационной работы; ученый-методист – для методически грамотного изложения научно-квалификационной работы. При этом контакт соискателя и научных консультантов может осуществляться и дистанционно. Необходимость в расширении круга научных консультантов обосновывается еще и тем положением, что сложность современных задач и проблем научного исследования, как отмечалось выше, может выходить за рамки компетенций одного специалиста – научного руководителя диссертанта, что было и остается проблемой

традиционного научного руководства аспирантами. Поэтому для выполнения диссертационной работы на должном уровне требуются консультации профильных специалистов по соответствующим аспектам диссертационной работы. Отметим, что именно вызывающая сложность современных наукоемких результатов научной деятельности делает нетрадиционный подход научного руководства и консультирования при написании диссертации диссертантом предпочтительным.

*Академическая мобильность* обеспечивается в нашем университете:

- организацией научно-исследовательской и научно-производственной практик, включенным обучением студентов в вузах-партнерах и организациях;
- широкомасштабной подготовкой студентов и преподавателей свободному владению как минимум одним иностранным языком на базе Института переводчиков и созданных центров языковой подготовки;
- организацией стажировок преподавателей в ведущих мировых университетах, учебных, научных и исследовательских центрах, корпорациях;
- привлечением к основному учебному процессу, а также к организации переподготовки и повышению квалификации преподавателей высококвалифицированных специалистов ведущих мировых университетов и исследовательских центров, корпораций.

Анализ опыта международного сотрудничества университетов, включая опыт сотрудничества со странами СНГ, выявил необходимость интеграции программ взаимодействия вузов с учетом мирового опыта.

В 2011/12 учебном году ИжГТУ направляет на стажировку и обучение в зарубежные вузы-партнеры около 60 студентов: только в Технологический университет г. Брно – 24 студента; в университеты Венгрии (Университет им. Иштвана Сечени, г. Дьер; Университет г. Печ; Университет им. Александра Дубчека, г. Тренчин) – 18; в три вуза Германии (Высшая школа прикладных наук Остфалия; Университет Лейфана, г. Люнебург; Западно-Саксонская высшая школа Цвиккау); в Южную Корею – 2.

За последнее время еще больше укрепилось сотрудничество ИжГТУ с Технологическим университетом г. Брно – стратегическим партнером нашего университета. Во время последнего визита в Словакию руководством ИжГТУ подписан договор о сотрудничестве со Словацким техническим университетом в Братиславе.

В Ижевском государственном техническом университете существует ряд программ, таких как «Производственная и системная автоматизация», «Теплогазо- и водоснабжение», реализуемых совместно с зарубежными университетами: Технологическим университетом г. Брно (Чехия), Университетом Лейфана (Германия), Будапештским университетом технологии и экономики.

Одним из главных пунктов в программе расширения сетевого сотрудничества становится требование по изучению иностранных языков, созданию центров изучения иностранных языков.

Успешно реализуется проект по включенному обучению студентов Египетско-Российского университета в ИжГТУ, занятия для студентов наши преподаватели проводят на английском языке. В настоящее время семестровое обучение проходят 16 студентов из Египта по направлению «Мехатроника». Большое внимание уделяется языковой подготовке: ежегодно на первый курс института переводчиков для получения дополнительной квалификации «Переводчик в сфере профессиональных коммуникаций» и на языковые курсы поступает более 300 студентов. Кроме наших ведущих преподавателей английского и немецкого языков, занятия ведут носители языка – преподаватели из Чехии, США и Испании.

В 2011 г. решением Министерства образования и науки РФ ИжГТУ в числе 24 ведущих российских вузов, осуществляющих подготовку иностранных граждан, был включен в пилотный проект по предоставлению вузам права самостоятельного отбора и приема иностранных граждан для обучения за счет бюджета. В рамках проекта

к обучению в ИжГТУ в 2011/12 учебном году на бюджетных местах приступили 18 студентов из Венгрии, Египта, Кыргызстана, Таджикистана, Молдовы, Азербайджана, Казахстана, Туркменистана.

Все вышеизложенное позволяет с уверенностью смотреть в будущее преподавателям, сотрудникам и студентам нашего замечательного университета.

В ближайшее время мы должны решить следующие задачи:

- создать условия для повышения качества подготовки профессиональных кадров, адаптированных к потребностям рынка труда и требованиям экономики, обеспечивая через сетевое взаимодействие соответствующее качество подготовки и компетенций своих выпускников;
- корректировать механизмы реализации программы развития университета с учетом современных тенденций развития науки и технологий через сотрудничество с зарубежными вузами-партнерами;
- совместно с региональными органами власти решать задачи участия университета в реализации программы социально-экономического развития, привлечения для работы в реальном секторе экономики в регионе лучших выпускников.

#### Список литературы

1. *Путин, В. В.* О наших экономических задачах [30.01.2012]. – URL : <http://putin2012.ru/#index> (дата обращения: 30.01.2012).
2. *Волков, А. А.* Успех обеспечит интеграция образовательной и производственной деятельности // Образование в России : федеральный справочник. – 2011. – Т. 8 – С. 175–182.

УДК 628:651.01

## МИРОВОЙ ОПЫТ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Гуринович А.Д., Бахмат А.Б.

Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, г.  
Минск – 210033, Беларусь (E-mail: [gurinowitsch@tut.by](mailto:gurinowitsch@tut.by))

Водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) представляет собой наукоемкий, материально-технически сформировавшийся комплекс водного хозяйства, представленный инженерными системами очистных сооружений, насосных станций, трубопроводных систем и др. Системы водоснабжения и канализации (ВиК) представляют собой технологическую естественным монополию, основанную на единстве сооружений, сетей, оборудования, каждая из которых является частью единственной для данного территориально-административного пункта инженерной инфраструктуры. Понятие «естественная монополия» впервые было применено к ситуации установления контроля управления за использованием природных (естественных) ресурсов (откуда и пошло название). Это явление исследовал еще в 1838г. А. Курно, приведший пример собственника источника, способного контролировать потребление воды населением, живущим ниже по течению[1;

с.6]. Большие транспортные издержки (прокладка инженерных сетей) делают услуги водоснабжения локальными по природе.

Система управления водным хозяйством на общегосударственном уровне, как и единая водохозяйственная политика в Республике Беларусь, не сложилась до настоящего времени. В настоящее время ВКХ Республики Беларусь находится в неудовлетворительном состоянии (износ систем водоснабжения и водоотведения в среднем по республике составляет соответственно - 59% и 64%), во многом это связано с неэффективной системой управления, отсутствием четкого разграничения прав и обязанностей между собственником инженерной инфраструктуры и эксплуатирующим объекты водоснабжения и водоотведения предприятием. Наиболее тесное взаимодействие администрация предприятия ВКХ осуществляет с местным органом власти, который является собственником инженерной инфраструктуры систем водоснабжения и водоотведения. Исполнительный комитет в крупных и средних по размеру городах Беларуси непосредственно контролирует деятельность предприятий ВКХ (утверждает устав предприятия, подписывает договор о назначении на должность директора, финансирует расходы на новое строительство, реконструкцию объектов водоснабжения и канализации из местного бюджета). Основным направлением совершенствования системы управления ВКХ, согласно принятым законам и государственным программам по водоснабжению и водоотведению «должно было стать создание предприятий ВКХ с правом юридического лица путем отделения их из структуры городских (районных) управлений ЖКХ [2;3;4;5;6]. На практике же в настоящее время происходит обратный процесс – включение юридически самостоятельных предприятий ВКХ на правах дочерних подразделений в состав управления ЖКХ, тем самым снижается заинтересованность и ответственность руководителей и работников предприятий ВКХ за результаты своей деятельности, вследствие ограничения и контроля их в выборе стратегии развития собственного предприятия.

#### **Характеристика основных моделей управления системами водоснабжения и канализации**

Анализ зарубежного опыта в этой области показал, что в каждой стране мира система и формы управления коммунальным водным хозяйством формировались исходя из экономического и социального развития, законодательной практики, политических процессов и менталитета населения. Универсальные подходы к управлению ВКХ в мировой практике отсутствуют. Общим же для всех стран является то, что ответственность за водоснабжение и водоотведение несет непосредственно государство независимо от моделей управления коммунальным водным хозяйством. Исторически услуги водоснабжения в странах Европы непосредственно оказывались муниципалитетами. Так, в Древнем Риме строительство и эксплуатация акведуков (водопроводов) происходила за счет средств городской администрации, в связи с тем, что удовлетворение массовых потребностей и достижение социального благосостояния является основной целью муниципального хозяйства [7, С.439]. С ростом дефицита государственного бюджета, повышением требований к качеству питьевой воды, ростом индустриализации в ряде стран функции по оказанию услуг водоснабжения переходили к частным специализированным компаниям, при этом услуги канализации по-прежнему оставались в ведении муниципалитетов. В 1981г. в странах Евросоюза (ЕС) была принята «Директива об очистке городских сточных вод», которая установила жесткие нормативные требования к очистке сточных вод и установила плату с потребителей за предоставленные услуги канализации (21 мая 1991 г. директива ЕС). В связи с этим муниципальные органы власти, из-за отсутствия достаточного объема инвестиций в модернизацию инженерной инфраструктуры систем водоотведения, были вынуждены делегировать свои полномочия на оказание услуг канализации частным компаниям. В Европейском союзе в ВКХ в настоящее время расходуется около 75 млрд. долл. США в год на развитие систем ВК, и капиталовложения, по прогнозам, будут расти ежегодно на

7 процентов в год [8]. Поэтому администрация муниципалитетов, особенно в странах Южной Европы, все активнее обращаются к частным компаниям для усовершенствования методов управления ВКХ и привлечения частных инвестиционных средств на покрытие растущих долгосрочных потребностей в капиталовложениях. Добавленная стоимость на работника сектора водоснабжения в странах ЕС более, чем в два раза превышает затраты на его содержание, что намного выше среднего уровня по промышленности [9]. В настоящее время в Европе активно разрабатываются варианты либерализации коммунального водного хозяйства, направленные в первую очередь на увеличение доли частного сектора в управлении сетевым хозяйством. Согласно основным водным принципам, принятым в 1992 г. на конференции в Дублине, впервые вода начала рассматриваться не только как социальная услуга, но и как экономический товар. Противники участия частного сектора в оказании услуг ВиК часто руководствуются аргументом, что услуги водоснабжения, оказываемые муниципальными предприятиями, служат обществу, невзирая на достигнутые экономические результаты, частные же фирмы поставлены главным образом на достижение прибыли, часто с отрицательными социальными и экологическими последствиями для потребителей, а когда деятельность не приносит запланированных результатов, переносят свою деятельность в другие регионы (страны). Вторая сторона полагает, что только частный сектор, используя рыночные механизмы, может улучшить эффективность эксплуатации систем ВиК, расширить охват обслуживания, привлечь инвестиции в ВКХ и уменьшить государственный (муниципальный) дефицит бюджета. По данным Научного центра ООН по социальному развитию в 2006 г. около 90% населения в мире услуги ВиК предоставляли государственные (муниципальные предприятия) водоснабжения [59]. На *рисунке 1* представлена матрица, характеризующая основные формы управления системами ВиК в странах Евросоюза. Проведенный анализ развития системы управления коммунального водного хозяйства в индустриально развитых странах Европы позволил классифицировать существующие модели управления предприятиями водоснабжения и водоотведения на четыре группы – см. *таблицу 1*:

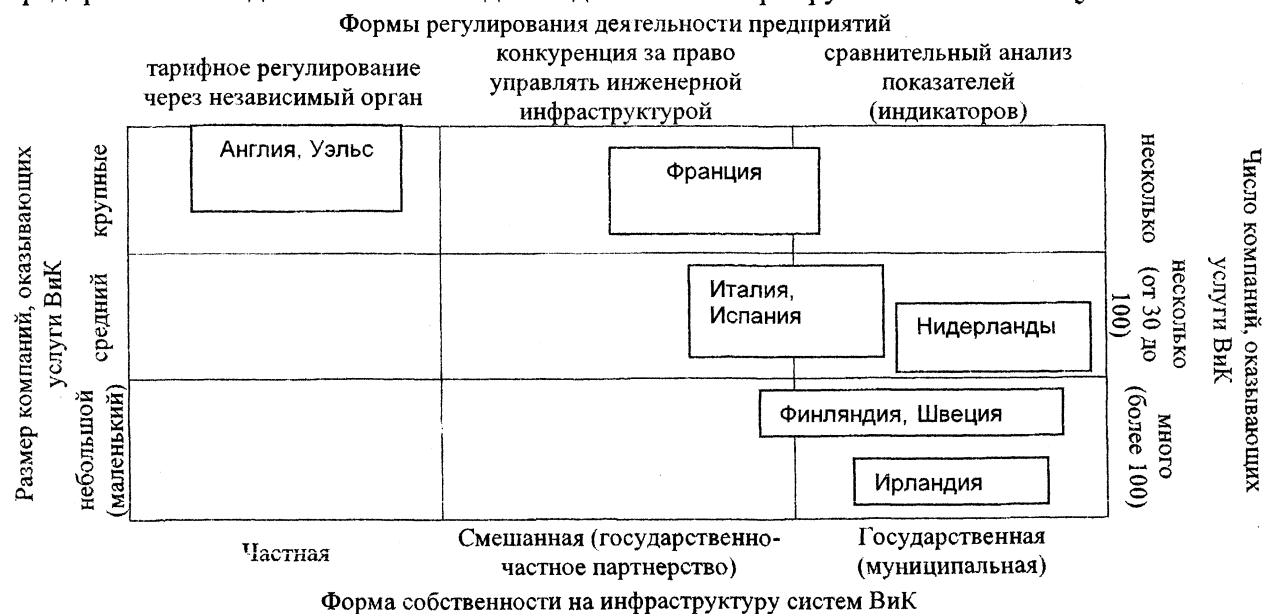


Таблица 1 Характеристика основных моделей управления системами ВиК в мировом хозяйстве [10—18]

Форма управления системами ВиК	Особенности	Преимущества	Недостатки	Страны (типичные представители)
<b>1. Прямое государственное управления</b>				
<b>1.1 полная интеграция служб в организационную структуру муниципальных органов.</b>	Муниципалитет или его структурное подразделение напрямую управляет инженерной инфраструктурой систем ВиК, выбирает организационную форму управления водоснабжением на местном уровне. При этом бюджет структурного подразделения, оказывающего услуги водоснабжения, полностью зависит от финансового состояния муниципалитета.	Структурные подразделения легко контролировать муниципалитетом, которые определяют какую организационную форму водоснабжение принимает на местном уровне. Кроме того, муниципалитеты фиксируют цены на воду и принимают решения по связанным с водоснабжением стратегическим вопросам	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ отсутствует учет затрат на услуги ВиК</li> <li>▪ исключается возможность планирования капиталовложений на среднесрочную и долгосрочную перспективу</li> <li>▪ сложность в оценке эффективности деятельности предприятия из-за отсутствия юридической самостоятельности</li> <li>▪ полный контроль со стороны муниципалитета, как собственника инфраструктуры и основного инвестора</li> <li>▪ финансовые, инвестиционные риски принимает на себя местный орган власти</li> </ul>	Швейцария, Ирландия (очистка стоков)
1.2 выделение служб водоснабжения из структуры местных органов власти и предоставление им юридической самостоятельности от муниципалитета.	Хотя муниципальные предприятия имеют техническое самоуправление и управленческую автономию, они значительно ограничены в выборе самостоятельной стратегии развития.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Финансовый учет отделен от муниципалитета;</li> <li>▪ Наличие собственного бюджета;</li> <li>▪ Возможность привлечения высококвалифицированных специалистов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ сложность в привлечении внебюджетных средств на развитие;</li> <li>▪ управляющая организация не самостоятельна в вопросах определения объема инвестиций, поскольку она тесно связана с муниципальным бюджетированием, найме управляющих работников</li> <li>▪ Сильная зависимость от субсидий (дотаций) со стороны муниципалитета</li> </ul>	Австрия, Швеция, Финляндия, Норвегия, Канада
<b>2. Делегированное государственное управления</b>				
2. Образование юридически независимых предприятий ВКХ, находящихся в	Предприятия водоснабжения в форме АО заключают контракт с муниципалитетом, владельцем контрольного пакета акций, на управление объектов ВиК, что	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ участие самих предприятий в формировании тарифов на воду, позволяющих покрывать все затраты на</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Муниципалитет обычно является основным владельцем акций в управляющей организации, чтобы дает ему контролировать стратегию развития предприятия. Малая вероятность участия</li> </ul>	Нидерланды (водоснабжение), Германия, Греция, Бельгия, в ряде



<p>собственности муниципалитетов, т.е. акционерных предприятий. Коммерциализация муниципальных предприятий.</p>	<p>позволяет им самостоятельно разрабатывать определять производственную и инвестиционную программу. Создание системы договорных отношений позволяет регламентировать взаимоотношения между местным органом власти и эксплуатирующим предприятием</p>	<p>обновление основных средств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ самостоятельное определение величины собственного бюджета</li> <li>▪ самостоятельность в вопросах найма и увольнения сотрудников</li> <li>▪ возможность привлекать банковские кредиты на развитие</li> </ul>	<p>частного сектора в развитии инженерной инфраструктуры посредством продажи муниципалитетом определенной части акций</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ конкуренция на рынке поставщиков будет сдерживаться тенденцией фирм к концентрации</li> </ul>	<p>штатов Австралии, Новая Зеландия</p>
<p>Форма управления системами ВиК</p>	<p>Особенности</p>	<p>Преимущества</p>	<p>Недостатки</p>	<p>Страны (типичные представители)</p>
<p><b>Частное делегированное управления</b></p>				
<p>3.1 <b>Контракт на управление</b> (от 3 до 5 лет)</p>	<p>Существует две разновидности данной формы взаимодействия местного органа власти и частной компании: контракт на управление с фиксированным вознаграждением (без риска) и контракт на управление, предусматривающий выплаты (премии) по результатам производственно-хозяйственной деятельности, предусмотренные договором (на основе себестоимости единицы продукции, сэкономленных средств или выручки и т.д.). Все затраты частной компании должны возмещаться за счет доходов от эксплуатации инженерной инфраструктуры.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение способности реагировать на нужды и предпочтения потребителей, повышение эффективности управления;</li> <li>• Пополнение местного бюджета, т.к. доходы от оказания коммунальных услуг за вычетом вознаграждения управляющей компании остаются в распоряжении местного органа власти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Нет устойчивых стимулов к результатам своей деятельности (снижению себестоимости услуг);</li> <li>▪ Всю инвестиционную и коммерческую ответственность несет местный орган власти, собственник инженерной инфраструктуры</li> </ul>	<p>Мексика (г. Мехико); Турция (г. Анталия); Германия (г. Брауншвейг); Пуэрто-Рико; Тринидад и Тобаго; США (г. Индианаполис)</p>

<p>3.2 Аренда (affermage) (от 5 до 15 лет)</p> <p>( по фр. аффермаж – соглашение между местным органом власти, который передает на правах аренды инженерную инфраструктуру, частной компании)</p>	<p>Инженерная инфраструктура передается в аренду частной компании в целях осуществления ей производственно-хозяйственной деятельности, при этом объекты ВиК остаются в собственности муниципалитета, который и разрабатывает программу развития инфраструктуры. Часть коммерческого риска связанного с эксплуатацией инженерной инфраструктуры, приходится на частную компанию. Арендатор несёт полный риск производственной деятельности. Тариф на воду должен обеспечить покрытие не только эксплуатационных затрат, но в включать в себя арендные платежи и прибыль арендатор</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ повышение инициативы (контроль за утечками воды);</li> <li>▪ повышение технического уровня эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения;</li> <li>▪ увеличение экономической ответственности арендатора создает побудительные мотивы к использованию им инноваций и повышению на этой основе эффективности хозяйствования, экономия ресурсов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Нет сильных стимулов к обновлению частной компанией арендованных ими основных средств;</li> <li>▪ Требуется финансовый контроль со стороны местного органа власти, который несет инвестиционный риск по договору</li> <li>▪ Инвестиции в реконструкцию объектов водоснабжения осуществляет местный орган власти, т.к. оператор (арендатор) не ответственный за управление инвестиционной деятельности (за исключением текущих инвестиций в оборотный капитал)</li> </ul>	<p>Франция; Чехия (Северная и Южная Богемия); Польша (г. Гданьск); Венгрия (г. Сегед); Гвинея; Колумбия (г. Картагена)</p>
<p>Форма управления системами ВиК</p>	<p>Особенности</p>	<p>Преимущества</p>	<p>Недостатки</p>	<p>Страны (типичные представители)</p>

<p>3.3 <b>Концессия</b> (от 15 до 30 лет). Срок действия концессии объектов ВиК, зависящий от следующих факторов (продолжительность жизненного цикла объектов, срок создания или реконструкции объекта, объема инвестиций в создание или реконструкцию объекта концессионного соглашения), должен позволить компенсировать концессионеру вкладываемые инвестиции за счет сбора тарифных платежей с потребителей в течение данного периода времени.</p>	<p>договор, по которому собственник инженерной инфраструктуры, как правило, это орган местной власти, передает право на ее управление, содержание и эксплуатацию государственной или частной компании (оператору) за свой счет взамен права на взимание платы с потребителей в период эксплуатации объектов инженерной коммунальной инфраструктуры. В конце срока концессионного соглашения все основные производственные фонды концессионера возвращаются безвозмездно (или же город рефинансирует не амортизированную их часть по рыночной стоимости при участии независимого эксперта) и в рабочем состоянии местному органу власти, который приобретает право собственника на объекты ВиК.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ возврат в конце срока концессионного соглашения модернизированного оборудования местному органу власти;</li> <li>▪ Повышение эффективности использования капитала;</li> <li>▪ Использование новейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</li> <li>▪ финансовые, инвестиционные риски входят в компетенцию частной компании (оператора)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Требуется постоянный контроль со стороны местного органа власти (сильная степень административного регулирования тарифной политики, рационального водопользования, соблюдение стандартов технического обслуживания);</li> <li>Повышение тарифов частным предприятием ВКХ на воду от 20 до 100 % и выше. Величина тарифов должна покрывать операционные издержки, включая амортизационные отчисления, а также затраты на обслуживание кредитов, взятых на поддержание в соответствующем техническом состоянии объектов, в пределах срока концессии.</li> <li>▪ Коррупция при проведении тендеров</li> <li>▪ Сложность в регулировании, отсутствие прозрачности при предоставлении информационных данных концессионером</li> </ul>	<p>Франция, Испания, Аргентина (г. Буэнос-Айрес), Филиппины (Манила), Касабланка (Марокко), Венгрия (г.Будапешт), ЮАР (г.Йоханнесбург); Румыния (г. Бухарест); Кот-д'Ивуар; Гвинея</p>
<p>3.4 <b>BOOT</b> (от 20 до 30 лет)- англ. Build-Own-Operate Transfer-<i>Строить-Владеть-Управлять- Передавать в собственность</i> Разновидности:</p>	<p>Суть правовой схемы BOOT состоит в следующем: частная компания на заемные (кредиты банков) или собственные средства проектирует, строит и эксплуатирует (заключает договор либо с существующим муниципальным предприятием ВКХ или создает специальную компанию-оператор данного проекта)) вновь созданные системы ВиК в течение определенного срока времени, позволяющего вернуть ей вложенные средства и получить оговоренную в контракте прибыль. После этого по</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Повышение технического уровня обслуживания систем ВиК за счет использования эффективных технологий очистки сточных вод, внедрения энерго- и ресурсосберегающего оборудования</li> <li>▪ строительные, финансовые, инвестиционные риски переносятся на частную компанию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Административное регулирование эффективности эксплуатации очистных станций, стандарты обслуживания;</li> <li>▪ Законодательные ограничения. Отсутствие государственных гарантий по возврату вложенных средств;</li> <li>▪ Рост тарифов на оказываемые коммунальные услуги</li> <li>▪ Данную форму можно реализовать только в крупных мегаполисах, в которых городская администрация сможет гарантировать частному инвестору минимальный объем</li> </ul>	<p>Австралия (г. Сидней); Турция (г. Измир); Мексика (г. Пуэрто-Валарта, Чихуахуа); Российская Федерация (г. Москва станция очистки сточных вод</p>

	истечению указанного в договоре периода времени концессионер передает инженерную инфраструктуру в надлежащем состоянии, которое отвечает требованиям договора, в собственность местному органу власти (муниципалитету).	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ привлечение иностранных инвестиций для строительства объектов водоснабжения и водоотведения (преимущественно станций очистки сточных вод), экономия средств из местного бюджета;</li> </ul>	оказываемых услуг ВиК. В случае снижения установленного объема городская администрация должна компенсировать ущерб частной компании за счет бюджетных средств.	«Южное Бутово», Юго-Западная водопроводная станция); Словения (г. Марибор), Китай (г. Ченьду, Шанхай)
<b>ВОТ</b> – (анг. Build-Operate-Transfer) - <i>Строить- Управлять Передавать.</i>	Инвестор осуществляет строительство и эксплуатацию в течение оговоренного срока, после чего объект передается государству.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	
<b>ВТО</b> – (анг. Build-Transfer -Operate) – <i>Строить-Передавать- Управлять.</i>	Инвестор строит объект, который передается государству в собственность сразу после завершения строительства.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	
<b>ВВО</b> (анг. Buy – Build-Operate) – <i>Покупать- Строить- Управлять.</i>	Государство продает объект частному инвестору, который выполняет модернизацию, необходимую для эффективного управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	
<b>ВОО</b> (анг. Build-Own-Operate) – <i>Строить- Владеть- Управлять.</i>	Инвестор строит объект и осуществляет его последующую эксплуатацию. При этом он обладает правом собственности на построенный объект	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	
• <b>ROT</b> (ang. Refurbish - Operate - Transfer): <i>Реконструировать – Управлять – Передавать в собственность.</i>	Вместо строительства нового объекта концессионер осуществляет модернизацию существующей системы ВиК, которую затем эксплуатирует и по истечению контрактного соглашения передает собственнику (муниципалитету).	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■</li> </ul>	

**Частное управления**

<p align="center">4. Приватизация</p>	<p>Частной компании передается собственность на государственный объект. После чего частная компания может эксплуатировать объект</p>	<p>Привлечение внебюджетных инвестиций в воспроизводство основных средств инженерной инфраструктуры путем сбора платежей с потребителей, выпуска и реализации акций на фондовых биржах, привлечения кредитных ресурсов коммерческих банков, сокращение субсидий со стороны муниципалитета. При приватизации объектов частная компания может свободно самостоятельно выбирать форму инвестиционную политику и полностью не зависеть от состояния бюджета и политики местных органов власти</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ увеличение забора воды из-за чего пересыхают водоемы. строго экономически ориентированная, поддерживать сокращение спроса на воду, с соответствующим сокращением дохода компании.</li> <li>▪ массовое сокращение численности персонала на приватизируемых предприятиях от 10% до 50% от общего объема рабочих мест;</li> <li>▪ необоснованное повышение тарифов на воду для населения.</li> <li>▪ Отсутствие затрат на охрану окружающей среды</li> <li>▪ Создание специального государственного органа для регулирования деятельности частных монополий в области тарифной политики и соблюдения норматива качества предоставляемых услуг</li> </ul>	<p align="center">Англия, Уэльс, Чили, ряд штатов США</p>
---------------------------------------	--	---	--	---

### **Основные тенденции развития менеджмента коммунального водного хозяйства в индустриально развитых странах мирового хозяйства**

Прямое государственное управление системами ВиК - наиболее частая форма обслуживания населения услугами водоснабжения и канализации специализированными предприятиями ВКХ (структурными подразделениями муниципалитетов). Полная интеграция услуг водоснабжения и водоотведения в организационную структуру муниципальных органов власти наблюдается в странах для которых характерно большое количество незначительных по численности территориально-административных единиц. Большинство структурных подразделений водоснабжения (около 3000 компаний, что приводит к наличию избыточных производственных мощностей) в Швейцарии объединены с другими коммунальными службами при муниципалитетах. Главным элементом реформы управления коммунальным водным хозяйством Швейцарии является реорганизация муниципальных коммунальных предприятий с предоставлением им юридической самостоятельности [19]. В настоящее время в большинстве индустриально развитых странах Европы осуществляется то, что в Республике Беларусь было в 1984 г. и 1998 г., когда наблюдался рост технического уровня, разрабатывалась долгосрочная стратегия развития предприятий водоснабжения и водоотведения, т.е. преобразование предприятия ВКХ из компании, находящейся в структуре муниципалитета, в самостоятельную коммерческую организацию, но при этом инженерная инфраструктура оставалась в собственности местного органа власти.

Основными тенденциями развития менеджмента в странах Скандинавии (Швеция, Финляндия и др.) является создание организационно-автономных специализированных предприятий ВКХ, что позволит повысить их организационную самостоятельность предприятий, постепенное объединение небольших по размеру предприятий водоснабжения, особенно в малых городах и сельских населенных пунктах, в межмуниципальные (региональные) предприятия для достижения большей эффективности и нахождения решения по вопросу недостатка финансирования для капитальных инвестиций [20;21]. Это означает, что компании коммунального водного хозяйства в странах Северной Европы должны действовать не только за счет субсидий со стороны муниципалитета, но и использовать собственные средства. Так, в Финляндии 2001 году вступил в действие новый Закон о водоснабжении, в котором главное внимание было уделено отделению финансового учета компаний коммунального водного хозяйства от финансового учета муниципалитетов. В частности коммерческое муниципальное предприятие «Хельсинки Воте» полностью покрывает свои эксплуатационные и инвестиционные расходы за счет своих доходов. При этом администрация города согласовывает финансовый бюджет предприятия и утверждает структуру тарифов [22]. В Дании размер платы за воду утверждается местными властями, согласно требованиям акта по водоснабжению, с учетом предложений со стороны предприятий по водоснабжению. И если предприятие ВКХ отвечает за оказание услуг по ВиК, эксплуатацию и модернизацию инженерной инфраструктуры, разработку стратегии развития, то муниципалитет участвует в региональном планировании водных коммунальных услуг. Основной тенденцией развития менеджмента коммунального водного хозяйства в Швеции является создание автономных от муниципалитета предприятий водоснабжения. В 2004 г. их число насчитывало 36, что составляет около 15% от их общего объема (для сравнения в 1989 г. – было лишь одно юридически самостоятельное предприятие). В Швеции успешно действует специализированная организация Водная ассоциация (VAW), основной целью которой является осуществление технической, научной помощи предприятиям коммунального водного хозяйства [21].

Основные направления стратегии реформирования системы управления предприятиями ВКХ в Италии (Закон «Галли») сводятся к следующему [12; 23;24;25]:

-ликвидация служб в структуре муниципалитетов, оказывающих водные коммунальные услуги, вследствие отсутствия у них профессионализма в управлении

системами водоснабжения и водоотведения, низких показателей эффективности производственно-хозяйственной деятельности, постоянных субсидий на покрытие убытков со стороны местных органов власти;

- расширение деятельности специализированных предприятий водоснабжения («azienda speciale» на их долю приходится около 45% от всего объема водопользования), так как они обладают большей управленческой и финансовой самостоятельностью, чем службы в структуре муниципалитетов;

- создание крупных региональных предприятий (минимальная численность населения, обслуживаемого одной такой компанией, должна составлять около 100 000 человек);

- привлечение частных инвестиций со стороны ТНК по водоснабжению (для соответствия европейским стандартам в ближайшие 10 лет итальянским компаниям по водоснабжению потребуется более 35 млрд. долларов США на реконструкцию и обновление существующей инженерной инфраструктуры систем ВиК).

В Германии ответственность за оказание предоставления услуг водоснабжения и канализации согласно конституции несет муниципалитеты, в функции которых входит выбор соответствующей организационной формы управления ВКХ, установление тарифов на воду. На рынке водных коммунальных услуг представлены не крупные холдинги (исключение составляют следующие немецкие компании - RWE, Berlinwasser, Gelsenwasser, действующие на международном рынке), а большое число малых и средних по размеру специализированных предприятий коммунального водного хозяйства (около 6 700 предприятий). В Германии существует 81 поставщик водоснабжения на миллион потребителей, в Нидерландах, с другой стороны, эта цифра составляет только 1,27, в Англии и Уэльсе – 0,46, а во Франции – 0,07 компаний на миллион потребителей [15;38]. Около двух третей немецких компаний обслуживают район с населением от 50 до 3000 жителей и совместно поставляют около 4% всего объема воды. Особую роль играет в Германии сотрудничество муниципалитетов с Союдами водоснабжения и водоотведения в целях эффективной организации водоснабжения и очистки сточных вод в данном регионе [26, С.14]. В зависимости от федеральной структуры и степени децентрализации в Германии выделяют следующие организационные формы управления коммунальным водным хозяйством: структурные подразделения муниципалитетов; полуавтономные муниципальные агентства; межмуниципальные агентства; ассоциации управления водоснабжением; муниципальные предприятия в форме акционерных компаний (корпораций с ограниченной ответственностью), которые полностью находятся в собственности муниципалитета; государственно-частные компании; частные компании. В настоящее время в Германии продолжается процесс либерализации коммунального водного хозяйства, это проявляется в сокращении объема оказания услуг водоснабжения и водоотведения непосредственно структурными подразделениями муниципалитетов, полуавтономными муниципальными агентствами и увеличением более чем в 2 раза за последние тридцать лет количества смешанных (государственно-частных) компаний. [14]. В настоящее время в Германии выделяют следующие организационные формы управления водоснабжением: 39,3% от общего количества компаний водоснабжения представляют собой полуавтономные муниципальные агентства; 16,4% - межмуниципальные агентства, 3,9% - представлены в качестве водных ассоциаций, и только 1,9% - в качестве департамента при муниципалитете; 38,5% предприятий водоснабжения являются либо акционерными компаниями либо с ограниченной ответственностью (при этом 85% акций которых находятся в ведении муниципалитета (государства)) [15]. Перспективной формой государственно-частного партнерства в Германии является создание совместных предприятий в крупных городах по управлению инженерной инфраструктурой систем ВиК путем продажи акций. В частности в 1999г. в Берлине была создана компания-оператор в форме АО (Berlinwasser Holding Aktiengesellschaft) по управлению системами ВиК, 51% которой принадлежал местному

муниципалитету, а 49 % было распределено между консорциумом ТНК (французская Veolia, немецкие RWE и Allianz) [12]. Несмотря на то, что немецкие компании уступают в мировом масштабе французским и английским ТНК на рынке поставки воды и оказания услуг канализации, зато в сегменте, связанном с разработкой и внедрением водных технологий, германская водная промышленность занимает устойчивое второе место (16,3% всей мировой торговли, уступая только США, объем британских компаний – 5,1%) [38].

В Германии компании по водоснабжению инвестируют порядка 2,5 млрд. евро в год на обновление и расширение, реконструкцию инженерных сетей ВиК. Результатом данных инвестиций является самый низкий процент непроизводительных потерь воды (9%), по сравнению со странами Южной Европы (от 20 до 30%). Степень покрытия эксплуатационных затрат в разных странах различна, не включена в цену не только «экологическая составляющая», но и «инвестиционная» (отсюда величина тарифа в Испании почти в 2,5 раза меньше, чем в Германии, Дании) [14;15]. Как правило, тариф на воду в Италии, Испании, Португалии, Греции покрывает только эксплуатационные расходы; капитальные расходы на модернизацию систем ВиК предприятиям компенсируются правительством (муниципалитетами) субсидиями посредством увеличения налоговой нагрузки для всего общества. В Германии цена за воду устанавливается предприятием ВКХ, исходя из принципа полной компенсации всех затрат, связанных с функционированием и развитием систем водоснабжения, а также обеспечить возврат кредитных ресурсов, привлеченных на обновление инженерной инфраструктуры. Тариф на воду состоит из двух компонентов: фиксированный (условно-постоянные расходы, связанные с надлежащим содержанием инфраструктуры) и переменной, зависящей от объема потребления воды. Утверждение и контроль за ценовой политикой в области ВКХ находится в компетенции муниципалитета. Преимущественно предприятия, оказывающие услуги ВиК не стремятся получать максимальную прибыль, то немецкая модель управления ВКХ функционирует по существу без внешнего регулирования тарифов на воду. Региональные программы развития федерального правительства предлагает предоставление ссуд под небольшой процент (значительно ниже, чем кредитные ресурсы банков) на длительный период предприятиям водоотведения на модернизацию систем канализации.

Предприятия водоснабжения в Нидерландах обладают большей финансовой и управленческой независимостью (при наличии собственного бюджета), чем муниципальные предприятия коммунального водного хозяйства в других странах ЕС и представляют собой предприятия в форме акционерных обществ (АО) или обществ с ограниченной ответственностью (ООО), которым делегируются право на управление инженерной инфраструктурой со стороны муниципалитета, которому принадлежит контрольный пакет акций [11]. Основная тенденция развития системы управления водоснабжением в Нидерландах состоит в объединении и укреплении предприятий коммунального водного хозяйства с целью повышения эффективности управления и эксплуатации инженерной инфраструктуры (очистка сточных вод находится в компетенции муниципалитетов). Этому процессу способствует наличие небольших расстояний между населенными пунктами в Голландии, *высокая плотность населения*. Так, в 1938 г. в Нидерландах было около 210 небольших компаний; которые в 1994г. были объединены в 40 средних; а в конце 90-х годов – в 20 крупных специализированных предприятий водоснабжения [27, С.8]. В перспективе планируется создание 10 самостоятельных региональных предприятий водоснабжения в виде акционерных предприятий, основные фонды которых будут находиться в собственности муниципалитетов. Характерной чертой голландского управления в секторе водоснабжения является водный совет (правительственное учреждение), в ведение которого находится разработка стратегического плана развития систем водоснабжения данного региона. Кроме этого, для коммунального водного хозяйства Голландии имеет место сравнительная конкуренция путем оценки результатов



работы компаний коммунального водного хозяйства друг с другом. Сравнительная конкуренция в городском коммунальном водном хозяйстве в странах, где инженерная инфраструктура принадлежит муниципалитету, может осуществляться только в форме «бенчмаркинга», который представляет собой систематическое сравнение производственных процессов и уровней выполнения производственных операций с целью стимулирования усовершенствования производственно-финансовой деятельности предприятия (самые небольшие утечки воды по странам Евросоюза в среднем 4-5% имеют голландские компании водоснабжения). Так, профессиональная ассоциация VEWIN отвечающая за подготовку десятилетних среднесрочных стратегических планов развития инженерной инфраструктуры водоснабжения и канализации в Голландии проводит мониторинг и эталонное тестирование предприятий водоснабжения, начиная с 1997г. с целью определения мер для повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности данных [28].

Наиболее широкое распространение модель делегированного частного управления коммунальным водным хозяйством исторически получила во Франции и Испании. Отличительной чертой, отличающей данную модель от прямой формы предоставления коммунальных услуг является распределение рисков и ответственности между управляющей инженерной инфраструктурой компанией (частный оператор) и собственником имущества (муниципалитетом). Уже в 1882 г. во Франции был заключен договор с братьями Перрье, которые обязались снабжать водой г. Париж [29]. Во Франции в шести речных водосборных бассейнах регулированием водоснабжением занимается комитет водосборного бассейна и водное агентство, в компетенцию которого входит разработка плана управления водными ресурсами, определение налоговых платежей за забор воды и сброс сточных вод, распределение капитальных вложений на строительство очистных сооружений, плотин, финансирование научных исследований в области охраны окружающей среды [30]. Типовой контракт на управление муниципальной службой питьевого водоснабжения и системой канализации, рекомендуемый Водными агентствами Франции, включает 16 статей (условия передачи сооружений, вознаграждение эксплуатирующей компании, методика определения тарифа, ремонт и др.).

Франция представлена более 36 000 коммунами (во многих из них проживает менее 2000 человек), большинство из которых имеют ограниченный бюджет необходимый для модернизации коммунальной инженерной инфраструктуры для оказания услуг ВиК надлежащего качества [12]. Данный фактор предопределил развитие частного делегированного управления через создание частных крупных вертикально интегрированных компаний. Так, во Франции крупные частные компании водоснабжения предоставляют воду, данная услуга была передана им муниципалитетами, в компетенцию которых входит выбор форм управления коммунальным водным хозяйством —79% населения (53% населения частные фирмы оказывают услуги канализации) [11]. В небольших по размеру населенных пунктах, находящихся преимущественно в сельской местности и в ряде регионах (Лотарингия, Эльзас), сохранилась форма муниципального прямого управления системами ВиК, либо частная компания не заинтересована в участие в тендере из-за минимальной доходности проекта либо администрация коммуны предпочитает иметь дело не с крупными частными холдингами.

Основными достоинствами частной делегированной модели управления во Франции являются: возможность мэра при передаче прав на управление выбрать предприятие водоснабжения из нескольких претендентов, а сооружения и сети водоснабжения и канализации остаются в собственности муниципалитетов (однако, как показывает практика более чем в 80% случаев, тендеры выигрывают старые концессионеры) [31]; адаптивность системы управления к внешним условиям, что стало причиной быстрого распространения «французской» модели управления в развивающихся странах Латинской Америки, Азии, Африки. Кроме этого, реализация на практике государственно-частного партнерства в области управления коммунальным водным

хозяйством позволяет оптимизировать процесс проектирования, строительства и эксплуатации объектов водоснабжения и водоотведения; повысить эффективность вложенных инвестиций на реконструкцию коммунальной инженерной инфраструктуры; внедрить современные инженерно-технические решения с целью повышения качества оказываемых услуг потребителям. При этом привлечение частных инвестиций в сектор водоснабжения и водоотведения позволяет развивать местный финансовый рынок.

Во Франции интегрированные частные компании водоснабжения были созданы уже в 19 веке: в 1853 г. – Générale des Eaux /Vivendi Environment (в настоящее время Veolia Environment), а в 1880 г. – Societe Lyonnaise des Eaux (Ondeo). В 1933 г. была основана третья по величине компания Societe d'Aménagement Urbain et Rural (SAUR/Bouygues) [15;30]. Veolia Environment (Veolia Water - подразделение в структуре, занимающееся вопросами водоснабжения и водоотведения) оказывает услуги ВиК более 132 млн. человек в 60 странах мира и компания Societe Lyonnaise des Eaux (входит с 1997г. в структуру финансово-промышленной группы по энерго-газо-водоснабжению Suez Environnement) предоставляет водные коммунальные услуги 112 млн. человек во всем мире [32;33]. Данные международные компании, которые занимают первое и второе место по обхвату централизованными услугами ВиК потребителей, при высоком техническом уровне развития (представляют на рынке готовые комплексные решения — от производства сопутствующего оборудования, оказания консалтинговых, инжиниринговых услуг, проведения научных исследований, лабораторного анализа воды до проектирования, строительства и эксплуатации сооружений ВиК) используют в своей деятельности «виолентную» стратегию. Суть, которой состоит в том, что за счет масштаба от своей деятельности и удовлетворения массового спроса покупателей международные ТНК по коммунальному водному хозяйству получают контроль над значительной долей мирового рынка водоснабжения и водоотведения путем приобретения активов местных компаний коммунального водного хозяйства для вывоза из стран значительной части капитала для финансирования других инвестиционных проектов, входящих в сферу влияния данных ТНК. Это достигается зачастую за счет экономически необоснованного повышения тарифов на ВиК с целью максимизации своей прибыли. Так, за период с 1994 г. по 1999 г. тариф на воду в г. Будапеште, где инженерная инфраструктура была передана в концессию компании Suez, поднялся более чем в 3 раза [34]. Компания-оператор Augas Argentinas, контролируемая французским холдингом Sues, заключила с местным органом власти г. Буэнос-Айрес концессионное соглашение на управление системами ВиК, в результате с 1993 г. по 2002 г. средний платеж за услуги водоснабжения для населения увеличился на 88,2%, впоследствии контракт был расторгнут из-за проводимой непрозрачной тарифной политики, проводимой управляющей компанией [35; С.93]. Сравнительный анализ ценовой политики организационно автономных от муниципалитета предприятий водоснабжения в г. Лодзь (Польша), г. Дебрецен (Венгрия) с аналогичными частными компаниями из этих стран в г. Гданьске (дочернее предприятие SAUR), г. Пеше (дочерняя компания ТНК Lyonnaise des Eaux) показал, что средний тариф на воду в частных компаниях на 30-35% выше соответственно, чем в муниципальных компаниях. С периода с 1994г. по 1997г. английская компания Anglian water (которой принадлежит более 60% акций предприятия водоснабжения VAKJS в южной Богемии) увеличила цена на воду на 100,7%, что примерно в два раза превысило средний показатель по стране [34]. На Филиппинах в ряде городов местный оператор, управляющей компанией у которого компания Biwater (Англия), поднял тариф на воду для промышленных предприятий на 400%, что негативно сказалось на инвестиционном климате страны [60].

В ряде крупных городов (Познань, Лодзь и др.) стран с переходной экономикой международные компании по водоснабжению не получили надлежащей поддержки и их предложения были отклонены, во многом это связано с неубедительно представленным к рассмотрению бизнес-планом развития соответствующей инфраструктуры систем ВиК

региона. Французские ТНК коммунального водного хозяйства, стремящиеся к максимизации прибыли, желают заключать контракты на аренду (концессию) инженерной инфраструктуры систем ВиК в странах с переходной экономикой преимущественно только в крупных городах, где проживает население более 100 тысяч человек с высоким уровнем дохода (Москва, Будапешт, Бухарест, Гданьск, Марибор, Острава и др.). И не стремятся в небольшие города, малообеспеченные регионы, в особенности в сельские населенные пункты. Идеологический фактор (резкий переход от социалистической системы в рыночные отношения в сфере коммунального хозяйства) стоял на первом месте, когда в начале 90-х гг. в странах ЦВЕ была принято решение о передаче в управление иностранным ТНК инженерной инфраструктуры. Интересен к рассмотрению опыт г. Дебрецена (Венгрия), местный орган власти отказав французской компании *Générale des Eaux* и холдингу *Eurawasser* (филиал *Lyonnais des Eaux* в Европе) на право аренды систем ВиК в данном административном округе, предоставил местному предприятию водоснабжения *Debreceni Vizmi* организационную и финансовую автономию. Муниципальное предприятие, смогло привлечь кредиты венгерских банков и европейского инвестиционного банка, и реализовать в полном объеме инвестиционную программу, при этом используя местное оборудование (трубы и т.д.), что позволило снизить общие капитальные затраты на 30% по сравнению с планом развития, предлагаемым *Eurawasser* [60].

В течение 90-х годов XX века французские ТНК по водоснабжению (которые вместе контролируют около 85% международного рынка коммунального водного хозяйства) совместно с другими международными компаниями (немецкий холдинг *RWE*, испанские концерны *Aguas de Barcelona*, *Fomento de Contratas y Construcciones*, итальянская компания *ENEL* и др.) создали ряд консорциумов для осуществления «формальной» конкурентной борьбы с местными компаниями ВКХ в конкурсных торгах на управление инженерной инфраструктурой посредством концессий в развивающихся и постсоциалистических странах (Аргентина, Бразилия, Мексика, Буркина-Фасо, Индонезия, Филиппины, Боливия, Венгрия, Чехия и др.) [36]. Сектор коммунального водного хозяйства высоко концентрирован — практически все контракты по делегированному управлению системами ВиК распределены между 10 крупными частными ТНК (преимущественно французскими и английскими холдингами).

Как правило, инициатива о проведении тендера на передачу в частное делегированное управление инженерной инфраструктуры в развивающихся странах исходит от самих международных компаний, которые формируют в стране общественное мнение (особенно обрабатываются представители городской администрации, руководители коммунальных предприятий через организацию им зарубежных поездок с целью ознакомления с опытом существующих форм частного делегированного управления) о необходимости коренной реформы существующей структуры управления коммунальным водным хозяйством. В результате ТНК коммунального водного хозяйства фактически сами разрабатывают тендерное предложение, и фактически в предложении по оказанию услуг ВиК участвует лишь их один проект, направленный в первую очередь не на удовлетворение социально-общественных функций в данном регионе, а на максимизацию прибыли иностранных инвесторов [37; С.32]. Наряду с этим часть международных крупнейших корпораций по водоснабжению выходят на рынки и индустриально развитых стран за счет покупки акций крупных местных компаний коммунального водного хозяйства (так, немецкий концерн *RWE* приобрел вначале активы британской компании коммунальных услуг *Thames Water Plc*, а затем и *American Water*).

В некоторой степени апробация «французской модели» управления коммунальным водным хозяйством произошла в Эстонии. Так в 2001 г. контрольный пакет акций в размере 50,4 % предприятия «Таллин Уотер» (которое оказывает услуги 95% всей территории страны) был выкуплен у местного органа власти британской компанией «Интернэшнл Уотер» и совместным предприятиям «Юнайтед Ютилитиз Эстония». В

результате уменьшения норм водопотребления населением с 200 л/сутки до 90 л/сутки при реализации инвестиционного проекта, направленного на реконструкцию существующих систем водоснабжения, английские инвесторы столкнулись с проблемой возврата собственных средств. В результате инвесторы были вынуждены увеличить тариф на воду, снизить численность персонала на 30%, чтобы покрыть эксплуатационные издержки и капитальные затраты на финансирование объектов коммунальной инфраструктуры [39;40].

Для некоторых российских специалистов в области водоснабжения Франция является образцом конкурентной модели управления в ВКХ [41;42;43]. Однако на самом деле, существующая «французская модель» управления системами ВиК выгодна представителям администрации ТНК водоснабжения и представителям муниципалитета, вследствие этого не только во Франции, но и в ряде развивающихся странах конкуренция за право управлять системами ВиК происходит только между дочерними предприятиями трех французских ТНК по водоснабжению. При этом конкуренция за рынок услуг ВиК во Франции ограничена временным лагом (в период действия срока концессии более 15 лет о конкуренции за право управлять инженерными сооружениями говорить не приходится). В январе 1997 г. правительственное контрольное учреждение (Cour des Comptes) Франции представило критический доклад по вопросам оказания услуг водоснабжения и водоотведения в регионах, в частности было отмечено, что отсутствует надлежащий контроль со стороны местной администрации за финансовой деятельностью (так в г. Меце дочернее предприятие одного из международных французских ТНК не предоставляло финансовой отчетности муниципалитету в течение 20 лет, тем самым уменьшало сумму налоговых поступлений в бюджет) частных компаний, которым было делегировано управление муниципальной инфраструктурой; практикуется повторное заключение контрактов с частными эксплуатирующими компаниями, т.е. пролонгация договоров (более чем в 80% случаев, тендеры выигрывают старые концессионеры, при этом условия контракта являются конфиденциальной информацией для общественности) [31;36]. Анализ проведенный французской организацией потребителей UFC-Que choisir показал, что при эксплуатации систем ВиК частными компаниями (г. Марсель, Мец и др.), тариф на воду для потребителей на 25-33% выше, чем при управлении инженерной инфраструктурой специализированным муниципальным предприятием ВКХ (Гренобль, регион Эльзас и Лотарингия) [35; С.93]. В 1995 году 14,3 миллиона человек в городах Франции с населением свыше 10 000 хотя бы однажды получали воду, которая не удовлетворяла бактериологическим стандартам.

В странах Южной Европы (особенно на Пиренейском полуострове) в секторе водоснабжения и водоотведения наблюдается процесс либерализации, т.е. привлечение частного капитала в модернизацию и строительство систем ВиК (так, в Испании – более 40% населения получают услуги водоснабжения от частных компаний). В Португалии, Испании, в ряде стран Латинской и Южной Америки (Аргентина, Боливия, Эквадор и др.) преимущественно в сельскохозяйственной местности, которая не обслуживается муниципальными предприятиями для оказания услуг водоснабжения и водоотведения используется следующая форма государственно-частного партнерства как водные ассоциации (коммунальные кооперативы), созданные местным населением [18;С.34]. Капитальные вложения на реконструкцию объектов сельскохозяйственного водоснабжения поступают не только от местных жителей и администрации местного органа власти, но и от частных благотворительных организаций. Однако, в целом данная система управления системами ВиК применима лишь при обслуживании незначительного числа граждан, поставка воды потребителям осуществляется по себестоимости. Как правило, кооперативом управляет административный и наблюдательный совет, который выбирают из членов кооператива, вследствие этого получение прибыли не является основной целью данных общественных организаций, главное - предоставлять воду по качеству, соответствующую требованиям Всемирной организации здравоохранения.

Двойная роль собственников и потребителей в кооперативных коммунальных службах вводит элемент саморегулирования, который отсутствует в других моделях управления ВКХ. С 1979 г. предоставлением услуг ВиК в г. Санта-Круз (Боливия) занимается городской кооператив SAGUAPAC (крупнейший в мире – численность обслуживания около 750 000 человек), надзор за его деятельностью через лицензионный контракт, в котором определены стандарты очистки воды и качества воды, осуществляет Управление Водного Хозяйства (SIBAB). Члены кооператива из 9 районов обслуживаемой территории выбирают делегатов в представительное собрание, из которых впоследствии формируют административный совет, который назначает генерального менеджера. Он отвечает за назначение менеджеров в следующих областях: коммерция (установка счетчиков, составление счетов); финансы и административное регулирование; технические вопросы; планирование (инвестиционное проектирование) [44]. Основной тенденцией развития коммунального водного хозяйства в Новой Зеландии является корпоратизация предприятий водоснабжения, т.е. собственность на инженерную инфраструктуру систем ВиК остается в руках местного органа власти, но предприятиям предоставляется организационная автономия и поощряется их коммерческая независимость [12].

В Великобритании бывшие государственные коммунальные предприятия водоснабжения и канализации были приватизированы в 1989 году единым масштабным национальным действием. Приватизация систем водоснабжения и водоотведения не характерна для стран Европы, исключением является только Англия и Уэльс владельцами систем водоснабжения и водоотведения являются частные компании ВКХ, а в Шотландии, Северной Ирландии – государственные предприятия коммунального водного хозяйства. С 1860 г. до 1989 г. системы водоснабжения и водоотведения в Англии находились преимущественно в муниципальной собственности. До 1974 г. управление и эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения выполнялось примерно 1400 фирмами, из которых 1200 отвечало за канализацию и очистку сточных вод и только 160 – за водоснабжение. После реорганизации в 1974г. все услуги водоснабжения и водоотведения были переданы 10 региональным государственным управлениям ВКХ с привязкой регионов к границам основных речных бассейнов [45, С.205; 46].

В декабре 1989г. эти компании были приватизированы путем реализации их акций на Лондонской фондовой бирже на сумму около 8,4 млрд. долл. США [47]. В качестве собственников активов данных предприятий ВКХ выступают крупные учреждения Сити - пенсионными фондами, кредитные банки, инвестиционные компании, либо ТНК коммунального водного хозяйства (французские и немецкие корпорации - Lyonnaise des Eaux, RWE и др.) [38;46]. В ходе проведенной реструктуризации были образованы 10 холдинг-компаний Thames Water, Severn Trent Water, Anglian Water, United Utilities и др., которые осуществляют непосредственно управление и эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения регионов, они оказывают водные коммунальные услуги около 3/4 населения Англии и Уэльса. Остальную часть населения (около 25%) обслуживают 29 небольших (в настоящее время с учетом реорганизации их количество составило 21) по размеру компаний водоснабжения, которые изначально с конца XIX века были созданы как частные [46;48]. При частной модели управления коммунальным водным хозяйством государственное регулирование водопользованием в Англии и Уэльсе обеспечивает: 1) независимое Агентство по экологии, регулирует вопросы управления водными ресурсами, контроля качества воды в реках, озерах и т.д. (самофинансируется за счет сборов платежей по лицензиям на добычу воды); 2) Инспекция питьевой воды, функция которой состоит в обеспечении населения водой, безопасной для питья и соответствующей установленным стандартам качества; 3) Управление по водоснабжению и водоотведению (OFWAT), в компетенцию которого входит утверждение тарифов для каждого предприятия ВКХ на 5 лет [46]. Метод регулирования цен в Англии и Уэльсе OFWAT осуществляется через установление предельных цен на воду – RPI (retail price index – индекс розничных цен). В том случае, когда регулирующим органом

устанавливается необходимость в привлечении крупных инвестиций в развитие инженерной инфраструктуры ВиК, исходя из потребностей предприятия водоснабжения в данном регионе, предусматривается рост тарифов на воду с учетом коэффициента «К» (ставка доходности на капитал), т.е.  $RPI + K$  [49;с.68]. Показатель «К» (дополнительная прибыль) является максимальным значением, на которое предприятие водоснабжения может увеличить сумму своего тарифа за год сверх темпов инфляции. Переменные затраты (материалы, заработная плата и др.) составляют 55% от общей суммы платежа за воду, остальные 45% - капитальные затраты (обслуживание кредитного долга) и прибыль акционеров [48]. В Соединенном Королевстве программа капитальных затрат финансируется за счет долговых ссуд (средне- и долгосрочных), финансового лизинга, эмиссии облигаций, долговых обязательств, увеличения потребительских платежей. Начало процессу приватизации дало правительство М. Тэтчер. Поводом для приватизации предприятий коммунального хозяйства (в том числе и предприятий ВКХ), послужили не только вопросы повышения эффективности работы компаний ВКХ, но и политическое решение партии консерваторов - желание ослабить власть лейбористов, которые преобладали в руководстве муниципалитетов в Англии [31]. У правительства за счет сокращения государственных расходов из-за высокой инфляции по требованиям МВФ не было достаточных финансовых ресурсов (по оценкам экспертов требовалось около 80 млрд. долларов США в течение 1989—2005 г., для модернизации инженерной инфраструктуры водоснабжения и водоотведения, чтобы выполнить требования ЕС по стандартам качества воды и очистки сточных вод) [46].

Несмотря на то, что система регулирования сферы водоснабжения и водоотведения в Англии и Уэльсе является наиболее жесткой в мире (система контроля координируется на национальном уровне) крупнейшие британские компании коммунального водного хозяйства, получив от государственных органов лицензию на оказание услуг водоснабжения и водоотведения сроком на 25 лет, зачастую злоупотребляют своим монопольным положением: необдуманно увеличивают забор воды из-за чего пересыхают водоемы, массово сокращают численность персонала – так за период с 1990 по 1999 г. было уволено 9 000 работников, необоснованно повышают тарифы в среднем на 4-5% + темпы инфляции в год (в Финляндии реальное повышение тарифов без учета инфляции составило за этот период 1%) [50]. В результате этого созданные в ходе приватизации частные холдинг-компании имеют самый высокий уровень рентабельности среди аналогичных предприятий ВКХ в Европе (для сравнения Severn Trent – 43.20%; муниципальное предприятие Stockholm Vatten – 19.20%) [51]. Несмотря на завышенный тариф за воду, устанавливаемый британскими компаниями, большая часть остающейся в распоряжении предприятий прибыли направляется не на модернизацию основных средств, а на выплату дивидендов акционерам, премий администрации и др. Стоит отметить, что после 10 лет увеличения тарифов, связанных во многом с острой нехваткой в 80-е года инвестиций на развитие систем ВиК, в апреле 2000г. уровень тарифов в Англии и Уэльсе снизился в среднем на 12% по решению OFWAT, за счет уменьшения объемов утечек воды. Однако в целом, непроизводственные потери воды в среднем в Англии составляют около 25% (в Германии в среднем 9%, в Швеции-19%) на сетях водопровода; менее 10% от всего объема очистных сооружений по своему техническому состоянию могут полностью очищать сточные воды от примесей фосфора и др. вредных элементов [50]. Главным достоинством приватизации и концессионных соглашений по управлению системами ВиК является возможность осуществлять внебюджетные инвестиции в воспроизводство основных средств инженерной инфраструктуры систем водоснабжения и водоотведения путем сбора платежей с потребителей, выпуска и реализации акций на фондовых биржах, привлечения кредитных ресурсов коммерческих банков. На водном коммунальном рынке готовых решений «под ключ» (планирование, строительство, производство оборудования и комплектующих, эксплуатация инфраструктуры, выставление счетов и клиентское обслуживание), в котором

доминируют предприятия из Франции и Великобритании, крупных конкурентов со стороны государственных (муниципальных) предприятий пока нет. Аккумуляция крупных капиталовложений позволяет компаниям внедрять в производственный процесс эффективные технологии очистки сточных вод, энерго- и ресурсосберегающее оборудование, что позволит повысить эффективность оказания водных коммунальных услуг и т.д. Используя эффективную систему стимулов для привлечения и сохранения высококвалифицированных работников международные ТНК используют инновационные разработки, тем самым используя меньше ресурсов, чтобы предоставлять коммунальные услуги. Реализация инвестиционных проектов французскими и английскими ТНК в ряде крупных городов Мексики (г. Мехико), Колумбии, Буркина-Фасо позволило улучшить качество поставляемой воды, увеличить численность населения, подключенного к централизованным системам водоснабжения, снизить перебои с водой, построить очистные сооружения. Во многом это объясняется хроническим дефицитом финансирования развития коммунальной инфраструктуры на протяжении многих лет правительством данных стран (так из-за ветхости сетей водопровода утечки воды составляли от 30 до 40% от объема забранной воды) [12;18]. В ряде стран Южной Америки (Уругвай, Перу) муниципалитеты вместо заключения концессионных соглашений с иностранными ТНК предпочитают финансовые средства изыскивать на модернизацию систем ВиК посредством получения долгосрочных кредитов у Всемирного банка. Однако именно международные финансовые институты особенно активны в продвижении приватизации (концессии) систем ВиК в развивающихся странах, т.к. по их мнению, это единственный возможный способ привлечь частный капитал в развитие инженерной инфраструктуры, как правило за этим стоит приход ТНК по водоснабжению на рынок.

С другой же стороны отрицательными результатами приватизации и концессии систем ВиК в развивающихся странах стали: рост тарифов для населения от 35% в ЮАР до 200% и более в Аргентине, Боливии (при этом зачастую рост тарифов не приводил к существенной модернизации систем водоснабжения и повышению качества поставляемых услуг); повышение загрязнения окружающей среды; отсутствие правовой защиты у водопотребителей в получении качественных водных коммунальных услуг; коррупция (так существует сговор между ведущими ТНК и местными органами власти при проведении конкурсных торгов, при этом городская администрация получает определенное вознаграждение при решении вопроса в пользу крупной частной компании на управление инженерной инфраструктурой); отсутствие прозрачности у иностранных ТНК по водоснабжению при проведении финансово-хозяйственной деятельности; слабое регулирование, невыполнение обещанных в договорах инвестиций; сокращение персонала, ослабление роли профсоюзов на местных предприятиях водоснабжения [36;52]. В Тринидад и Тобаго, Пуэрто-Рико несмотря на рост тарифов эффективность эксплуатации сетей водоснабжения осталась на низком уровне (частые аварии, отсутствие воды и др.) [60].

Определенный интерес представляет опыт Китая по привлечению иностранного капитала в инфраструктурные проекты в сфере водоснабжения и водоотведения, обеспечению гарантий при реализации капиталоемких проектов. Правительством Китая были разработаны мероприятия по регулированию доходности иностранных ТНК, по уменьшению рисков (особенно валютные) через правительственные гарантии и налоговые льготы при реализации проектов, которые находились в компетенции частных инвесторов. Так, если компании, осуществляющие инвестирование в инфраструктурные проекты, сталкиваются со значительными убытками, вызванными корректировкой политики китайского правительства в области политики или налогового законодательства, им разрешается продлить срок концессионного соглашения, либо экономически обоснованно повысить тарифы на оказываемые населению услуги. Инвестору предоставлено право конвертировать доход от проекта, полученный в юанях, в доллары

США с целью оплаты проектных расходов, обслуживания долга и прибыли на капитал в течение срока действия концессионного соглашения [53]. В соответствии с долгосрочным планом развития в стране планируется построить 30 тысяч новых современных систем водоснабжения (в 2005 г. из 41 инвестиционного проекта в сфере ВКХ с участием иностранного капитала 25 было реализовано в Китае). Основным источником финансирования являются средства из государственного бюджета (так на период с 2006 по 2010 гг. планируется выделить 20,47 млрд. долларов США). Реализация ряда проектов с участием французских ТНК по строительству очистных сооружений осуществляется в рамках модели «ВОТ» (т.е. иностранные инвестиции привлекаются под конкретные инфраструктурные проекты, контроль за реализацией которых находится под особым вниманием со стороны государственных органов управления). Кроме этого, значительный объем финансовых средств со стороны государства вкладывается в проекты, связанные с развитием рынка водных технологий и оборудования (адаптация зарубежных аналогов), которые в скором будущем могут стать значительной составляющей в экспортной выручке Китая, а также в научные разработки в области ВКХ [54].

Международным общественным движением по противодействию коррупции "Трансперенси Интернешнл" был представлен доклад о масштабах коррупции в водохозяйственном секторе за 2008 год, в котором было отмечено, что отрасль ВКХ является одним из крупнейших получателей мировых грантов от государств-доноров и международных финансовых институтов и ключевым звеном в Программе преодоления бедности, одобренную всеми нациями на саммите тысячелетия в ООН. Однако из-за коррупции, которая проявляется, начиная от создания технико-экономического обоснования развития систем ВиК, распределение средств, проведение тендера до эксплуатации систем ВиК, стоимость подключения домов к системам водоснабжения возрастает на 30%, что, в свою очередь, приводит к повышению издержек по достижению целей в области развития Декларации тысячелетия в сфере водоснабжения и санитарии на огромную сумму, составляющую 48 миллиардов долларов. Коррупция приводит к оттоку инвестиций, росту цен и сокращению объемов поставок воды. Авторы данного доклада констатируют, что передача управления муниципальными системами ВиК международным ТНК привело к тому, что беднейшие семьи в городах Джакарте (2,62 долл. США за 1м<sup>3</sup>), Лиме, или Маниле были вынуждены платить за воду (в большинстве случаев не отвечающая стандартам Всемирной организации здравоохранения) больше, чем жители Нью-Йорка, Лондона или Рима [55;12]. Так, в Индии, где продовольственный кризис ощущается с особой силой, коррупционная надбавка в области подрядов на орошение земли составляет, по меньшей мере, 25% от общей суммы всех контрактов, а соответствующие доходы, в свою очередь, направляются на поддержание коррумпированной системы, основанной на политических подачках и нарушениях в области надзора за деятельностью в этой сфере. При этом необходимо отметить, что рост цены на услуги автоматически не ведет к повышению эффективности деятельности предприятий водоснабжения, находящихся под частным управлением: качество воды не улучшается, непроизводительные потери воды не снижаются, (так в г. Джакарте, несмотря на то, что эксплуатацией занимались дочерние предприятия французской компании Suez и Thames Water – уровень потерь воды в столице Индонезии составил около 50% от объема забора); количество новых подключений населения к централизованным сетям водопровода осуществляется невысокими темпами [35; С.103].

В связи с этим во многих странах с середины 90-х гг. начался процесс деприватизации – т.е. обратная передача частными компаниями, которые понесли убытки (во многом это было предопределено некомпетентной оценкой уровня платежеспособности населения, что привело к значительному завышению размера тарифов иностранными компаниями) при оказании услуг водоснабжения и водоотведения, право на управление объектами инженерной инфраструктуры местным органам власти. Так, в Малайзии с конца 90-х гг. по 2000 г. практически ряд приватизированных



предприятий ВКХ были возвращены государству; аналогичная ситуация произошла с рядом предприятий в Аргентине (в частности с Aquas Argentinas в г. Буэнос-Айрес, с дочерним предприятием Veolia Water в г. Тукуман из-за высоких тарифов на воду и низкого качества воды), после того как часть населения из бедных районов не смогла своевременно оплачивать счета, выставленные за оказанные услуги водоснабжения, иностранной компании по водному коммунальному хозяйству, на Филиппинах – обе частные компании, осуществляющие поставку воды в г. Маниле, в связи с финансовыми проблемами продали свои акции правительству [56;57;35;52]. С 1990 г. по 2005 г. около 80% соглашений о концессии и договоров аренды в африканских странах южнее Сахары были либо расторгнуты (Мали, Гамбия), либо пересмотрены условия договора, объемы инвестиций, т.к. часто иностранные ТНК по водоснабжению не выполняют полностью свои инвестиционные обязательства по доступу к централизованным системам водоснабжения (ЮАР, Габон) [35; С.102]. Анализ проведенный научно-исследовательским институтом Социального Развития Организации Объединенных Наций (UNRISD) показал, что начиная с 2002 г. ТНК по водоснабжению начали покидать коммунальный рынок ряда стран Азии и Латинской Америки после ряда финансовых кризисов, прихода к власти правительства, отрицательно относящегося к приватизации стратегически важных отраслей народного хозяйства, природных катаклизмов (засуха и т.д.), роста коррупции, несоблюдения договорных обязательств (так, в 2004 г. – зона обслуживания международных ТНК составляла около 349 млн. человек, то в 2006г. – уже 296 млн. человек) [59].

Даже в США коммунальное водное хозяйство из частного сектора переходит в государственное (муниципальное) управление. Так, из 60 тыс. компаний питьевого водоснабжения – 60% принадлежат муниципалитетам, которые обслуживают более 75% всего населения. В сфере же водоотведения на долю муниципальных предприятий коммунального водного хозяйства приходится вообще около 99% от всего числа компаний [58]. Оценивая результаты деприватизации сектора водоснабжения и водоотведения в США, следует отметить главный фактор: сегодня цена за водоснабжение в 2 раза ниже, чем в любой развитой европейской стране. В Канаде более 90% систем ВиК находится в эксплуатации у муниципальных специализированных предприятий водоснабжения, исключение составляют только ряд регионов (Онтарио и др.), где диапазон обслуживания частных компаний составляет порядка 500 000 тыс. человек.

Такой же процесс деприватизации постепенно начинается и в Уэльсе — так, обанкротившаяся компания Wels Water (Glas Cymru) в Кардиффе контрольным пакетом акций, которой владела частная фирма Hyder перешла в 2001 г. консорциуму государственных компаний (в результате данной реструктуризации в 2004 г. Wels Water имела наилучшие показатели по итогам производственно-хозяйственной деятельности среди государственных предприятий ВКХ в Великобритании) [39].

### **Основные предложения по использованию передового опыта с целью совершенствования действующей системы управления ВКХ в Республике Беларусь**

Опыт индустриально развитых стран мирового хозяйства свидетельствует, что основными направлениями совершенствования системы управления водоснабжения и водоотведения являются:

- заключение договоров на управление инженерной инфраструктурой с целью упорядочения взаимоотношений между местным органом власти и предприятием ВКХ, повышения эффективности эксплуатации систем ВиК, финансовой и управленческой самостоятельности эксплуатирующей инженерную инфраструктуру организации за счет привлечения частного капитала и инициативы без значительного повышения роста тарифов, в отличие от концессионных соглашений, которые сразу требуют полного возмещения затрат.

- постепенное привлечение частного капитала в ВКХ в целях либерализации деятельности в сфере водоснабжения. Наиболее приемлемым вариантом является заключение контрактов на эксплуатацию и техническое обслуживание инженерной инфраструктуры, что предоставляет возможность частным фирмам и администрации города приобретение соответствующего опыта в сфере взаимного сотрудничества, перед передачей в дальнейшем в концессионное соглашение объектов ВиК. Контракты должны защищать общественные интересы, что требует предоставления услуг, гарантирующих их качество и наличие регулирующего режима, который прозрачен, доступен и подотчетен общественности. При этом частный подрядчик *получает оплату* в зависимости от результатов деятельности, например при достижении соответствующего экологического стандарта качества воды, однако и местный орган власти должен выполнить свои обязательства в финансировании развития инженерной инфраструктуры;

-перспективной формой при ограниченных финансовых возможностях местного органа власти и необходимостью строительства инженерной инфраструктуры (очистные сооружения) является применение финансово-правовой схемы делегированного управления «строительство - эксплуатация - передача» (ВОТ) и «строительство - владение - эксплуатация - передача» (ВООТ), когда частная компания за свой счёт строит объект, эксплуатирует его, а после возмещения капиталовложений и получения оговоренной в договоре прибыли передаёт его в муниципальную собственность. Договор типа «ВОТ» гарантирует приток финансовых средств на стройку, а потом на управление вновь строящихся инженерных сооружений через управляющую финансово-строительную компанию в течение определённого в договоре периода времени, при этом местное самоуправление осуществляет на этот период исключительно контрольную и регулируемую роль. Однако здесь необходимы правительственные гарантии о выплате неустойки при недоборе платежей из Республиканского бюджета. Инвестиционный риск раскладывается между кредиторами, гарантам и исполнителями работ. Как правило, норма доходности по инвестиционным проектам с использованием модели «ВОТ» составляет в среднем 15-20%. При заключении данного контракта, в нем должны быть отражены следующие вопросы: качество очистки сточных вод; требования к содержанию, воспроизводству, расширению сооружений; размер оплаты за пользование имуществом (в случае аренды); устранения аварии; форма финансирования инвестиций и ремонтов, технического состояния инфраструктуры в моменте передачи местному органу власти после истечения контракта, способа вознаграждения оператора (при управлении вознаграждение зависит от следующих параметров:- длины сети, которую эксплуатируют, состояния имущества, которым управляет; в случае аренды имени может быть оно сделано зависимым от достигнутых финансовых результатов , причём необходимое определение механизма роста цен на воды и очистку сточных вод;

- привлечение при разработке бизнес-планов (планов корпоративного развития, генерального плана развития инженерной инфраструктуры, комплексной программы строительства и реконструкции объектов водоснабжения и водоотведения), выполнения комплексного технического аудита системы ВиК международных консультантов и экспертов в области в области технической, экономической и финансовой политики в сфере ВКХ. Таким образом, было проведено совершенствование системы управления коммунальным водным хозяйством в 1984г. в Новой Зеландии в условиях экономической стагнации всего народного хозяйства с широким участием консультантов в области управления и внешних независимых экспертов; при разработке комплексной стратегии развития. В Европе накоплен значительный научно-технический и инновационный потенциал в водном секторе, поэтому передача навыков и ноу-хау будет более эффективной между международными частными консалтинговыми компаниями и государственными организациями, что повысит общий уровень информированности и потенциал ВКХ.

- Создать Национальный координационный центр по развитию государственно-частного партнерства в Беларуси, который имел бы в своем квалифицированных специалистов,

имеющих практический опыт в реализации и управлении инфраструктурными проектами с длительными сроками окупаемости.

- Создать в стране областные (региональные) интегрированные компании, которые одновременно выступают в роли оператора систем ВиК, а также в качестве производителя и поставщика соответствующих технологий, оборудования (труб, задвижек и т.д.). Осуществление конкуренции не за рынок услуг ВиК, а за право временно управлять (эксплуатировать) инженерную инфраструктуру систем водоснабжения и канализации, используя при этом инновационные разработки, которые положительно влияют на эффективность оказываемых услуг. Предоставление данной возможности управляющим компаниям позволит внедрять новые технологии управления, систему мотивации персонала к рационализации и интенсификации труда, что позволит в конечном итоге значительно повысить внутреннюю эффективность предприятия ВКХ;

- либерализация монополитистического сектора ВКХ посредством регулирования на основе сравнительного анализа между эксплуатирующими предприятиями по ряду индикаторов позволит им оптимизировать свою производственно-финансовую деятельность, ориентируясь на наилучшие значения показателей деятельности компании-эталона (объект-представитель по каждой территориально-административной единицы), а также выявить основные резервы в снижении себестоимости ВиК. Развитие новых форм статочетности для принятия управленческих решений, вследствие того, что в Республике Беларусь сбор информационных материалов, характеризующих, как правило, объемно-производственные показатели водоснабжения и канализации (статистическая отчетность 1-В (водопровод), 1-К (канализация)), производится без учета стратегии развития и реального состояния дел в секторе ВКХ, что ведет к нецелевому использованию денежных средств. Для повышения роли общественности необходимо публиковать в средствах массовой информации результаты мониторинга деятельности предприятий ВКХ, а также прочих аспектов деятельности, включая рассмотрение инвестиционных решений с источниками финансирования и других ключевых договорных отношений в водном хозяйстве;

- привлечения частного сектора путем аутсорсинга на выполнение ряда функций, которые ранее входили в компетенцию коммунального унитарного предприятия, через контракты на сервисное обслуживание (установка приборов учета воды и снятие с их показателей, ремонт инженерной сети водопровода, переработка илового осадка);

- включение экономически обоснованной «инвестиционной составляющей» даст возможность окупить инвестиции в строительство, реконструкцию объектов ВиК, а также получить частным компаниям (инвесторам) определенную норму прибыли за определенный срок, по истечению которого объект подлежит передаче местному органу власти. Местный орган власти должен устанавливать самостоятельно размер тарифа с учетом предоставленного ему управляющей компанией на рассмотрение бизнес-плана развития предприятия и инженерной инфраструктуры с ежегодной индексацией, учитывающей отраслевую инфляцию. При этом необходимо проведение независимой экспертизы размера и структуры тарифов в сфере ВКХ;

- реорганизация предприятий ВКХ в Республике Беларусь путем создания автономных компаний водоснабжения и водоотведения в форме АО, контрольный пакет акций которых при этом будет принадлежать местному органу власти, а 25% акций можно реализовать частной компании. Основные принципы делегированного управления между частной компанией коммунального водного хозяйства и местным органом власти должны быть трансформированы на отношения между предприятием ВКХ в форме АО и администрацией местного органа власти. Для того чтобы оказаться представлеппым на рынке готовых комплексных решений, необходимо создать мощный конкурентный ресурс, сравнимый с зарубежными компаниями водоснабжения. Для этого следует ослабить существующее сильное влияние администрации местного органа власти на компании водоснабжения Беларуси и построить вертикально интегрированную

управляющую компанию по водоснабжению (государственный холдинг по водоснабжению и водоотведению), которые могла быть конкурентоспособными на международном рынке;

- включить в тариф на воду для перерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий налог в Национальный фонд развития водопроводных сетей расходуются на сооружение водопроводных систем в наименее обустроенных сельских районах;

- осуществление экспорта услуг водоснабжения в страны Ближнего Востока в связи с нехваткой в данном районе пресной воды.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бутыркин А.Я. Естественные монополии: Теория и проблемы регулирования / А.Я. Бутыркин. – М.: Новый век, 2003 г. -152 с.;
2. О питьевом водоснабжении: Закон Республики Беларусь: принят Палатой представителей 26 мая 1999 г.: одобр. Советом Респ. 9 июня 1999г. № 271–3 от 24.06.1999 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 1999.– № 50. – С. 6–28.
3. Республиканская программа первоочередных мер по улучшению снабжения населения питьевой водой : одобр. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 2 июня 1998 г. №871.- Минск: МЖКХ Республики Беларусь, 1998. – 91 с.
4. Государственная программа по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода» на 2001-2005 годы: одобр. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 17 января 2002 г. №52.- Минск.: МЖКХ Республики Беларусь, 2002. -115 с.
5. Государственная программа по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода» на 2006–2010 годы: утв. Указом Президента Республики Беларусь 10 апреля 2006 г. № 208 – Минск: Белстройцентр, 2006. – 238 с.
6. Концепция развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь на период до 2015 года: одобр. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 14 июля 2003 г. № 943. –Минск: МЖКХ Республики Беларусь, 2003. – 17 с.
7. Велихов Л.А. Основы городского хозяйства. – М.: Наука, 1996 – 480 с.
8. Ллойд Мартин Партнерства между государственным и частным секторами в водопроводно-канализационном хозяйстве в регионе ВЕКЦА: состояние и рекомендации по совершенствованию предоставления услуг [Электронный ресурс] // Документ с изложением позиции международного частного сектора о его роли в реформировании предприятий водопроводно-канализационного хозяйства в Восточной Европе, на Кавказе, и в Центральной Азии (ВЕКЦА). Режим доступа: <http://www.oecd.org/dataoecd/36/6/35457655.pdf>. Дата доступа: 20.01.2009
9. Chapter: water supply, sewerage and waste management
10. David Naarmeyer, Ashoka Mody Tapping the Private Sector: Approaches to Managing Risk in Water and Sanitation [Electronic resource]. Mode of access: [www.partnershipsforwater.net/psp/tc/TC\\_Tools/077F\\_Tapping%20private%20sector.pdf](http://www.partnershipsforwater.net/psp/tc/TC_Tools/077F_Tapping%20private%20sector.pdf). Date of access: 20.12.2008
11. Analysis of the European Water Supply and Sanitation Markets and its possible evolution [Electronic resource] // Final report for work package 2 (phase 2). Mode of access: [http://mir.epfl.ch/webdav/site/mir/shared/import/migration/D2\\_Final\\_Report.pdf](http://mir.epfl.ch/webdav/site/mir/shared/import/migration/D2_Final_Report.pdf)
12. Alexander Orwin Privatization of Water and Wastewater Utilities: An International Survey [Electronic resource]. Mode of access: [www.environmentprobe.org/EnviroProbe/pubs/ev542.html/](http://www.environmentprobe.org/EnviroProbe/pubs/ev542.html/) Date of access: 30.11.2008
13. Piotr Jasiński Modele zarządzania usługami wodno-kanalizacyjnymi -- doświadczenia zagraniczne[Electronic resource]. Mode of access: [www.ppsk.pl/Portals/kignet/Jasinski\\_woda.pdf](http://www.ppsk.pl/Portals/kignet/Jasinski_woda.pdf) Date of access:20.11.2008
14. Privatization of water supply companies in Germany: environmental aspects. [Electronic resource] / Gramel S., Urban W. 2003. Mode of access: <http://www.iwar.bauing.tu-darmstadt.de/WV/Deutsch/>
15. Regulation and privatisation of public water supply and corresponding competitive effects. [Electronic resource]/Johann Wackerbauer, 2004. Mode of access: [www.infraday.tu-blin.de/.../wackerbauer%20%20Regulation%20and%20Privatization%20of%20Public%20water.pdf](http://www.infraday.tu-blin.de/.../wackerbauer%20%20Regulation%20and%20Privatization%20of%20Public%20water.pdf)

16. Assessment of the role of the private sector in the development and management of water supply in selected ECWA member countries. - United Nations. New York, 2003. – 74 p.
17. Иванов С.Г., Лифшиц З.В. Управление коммунальной инфраструктурой: опыт зарубежных стран и возможности его использования в условиях России // Жилищное право.—2006.— №6 – С.44-52
18. Осипова В.А., Ходарев А.С. Государственно-частное партнерство в сфере коммунальных услуг: мировые модели и возможность их трансформации к российским условиям // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера.2005. Часть 1. №8– С.29 - 34
19. Klein Hans-Peter Welche Organisationsstrukturen sind zukunftstauglich?
20. WaterTime National Context Report – Finland [Electronic resource] / J. Hukka, T. Seppälä 09.02.2004. Mode of access:[www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D10b\\_Finland.doc](http://www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D10b_Finland.doc)
21. Dr Tapio S. Katko WaterTime National Context Report – Sweden. 2004. Mode of access: [www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D101\\_Sweden.doc](http://www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D101_Sweden.doc) Date of access:6.05.2007
22. Корелин А. «ХельсинкиVote» - высокорентабельное коммерческое муниципальное предприятие ВКХ // Материалы семинара. Финский водный день. Москва. ЭКВАТЭК-2006 – с.4
23. Merlo H., Paren R. The system of drinking water supply in Italy – private or public sector // AQVA. —1991—Volume 40. №4. —P.206-210
24. Emanuele Lobina WaterTime National Context Report – Italy[Electronic resource] / [www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D10f\\_Italy.doc](http://www.watertime.net/docs/WP1/NCR/D10f_Italy.doc) Дата доступа: 20.01.2009
25. Италия Режим доступа: [www.vkh21.ru/strategy/international/italy.htm](http://www.vkh21.ru/strategy/international/italy.htm). Дата доступа: 20.01.2009
26. Водный сектор в Германии. Методы и опыт. - Берлин: Федеральное Министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности реакторов. Федеральное ведомство охраны окружающей среды на благо человека и окружающей среды, 2001 - 151 с.
27. Blokland M., Braadbaart O. & Schwartz K. (Eds.) 1999. Private business, public owners. Government shareholdings in water companies. The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. 213 p.
28. Benchmark:Dutch Water Companies [Electronic resource] / Theo Schmitz. — 12.10.2007. — Mode of access: [www.iwahq.org/.../IWA%20conference%20on%20benchmarking%202006\\_04\\_Theo%20Schmitz.pdf](http://www.iwahq.org/.../IWA%20conference%20on%20benchmarking%202006_04_Theo%20Schmitz.pdf)
29. Студенцов В. Государство и естественные монополии// Мировая экономика и международные отношения, 1995, №9, с.86-97.
30. Французский опыт на службе водному хозяйству.- Париж.: Министерство жилищного хозяйства инфраструктуры и транспорта, Министерство землеустройства и окружающей среды, 1998. – 25 с.
31. Антонов Н.В. Делегированное управление как форма функционирования коммунального хозяйства // Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ). 2001. №5. - С.9-11
32. <http://www.veoliaenvironnement.com/en/group/activities/water-management.aspx>
33. <http://www.lyonnaise-des-eaux.fr/distribution-eau-3.html>
34. Hall D., Emanuele L. Water and privatisation in central and eastern Europe, 1999. <http://www.psir.org/reports/9909b-W-CEE.doc>
35. Котов Д.А. Зарубежный опыт реформирования водного коммунального хозяйства // ЭКО. Всероссийский экономический журнал. №11. 2008 – С.90 - 104
36. Комаров И.К. Концессии на водных ресурсах [Электронный ресурс] // N 5(160) “ОБОЗРЕВАТЕЛЬ – OBSERVER.200 Режим доступа: [http://www.rau.su/observer/N5\\_2003/5\\_11.htm](http://www.rau.su/observer/N5_2003/5_11.htm) Дата доступа: 20.01.2009
37. Кулик П.А. Международное сотрудничество в области жилищно-коммунального хозяйства // Внешнеэкономический бюллетень. .—2001.—№11—С.31 -38
38. Johann Wackerbauer The Regulation and Privatisation of the Public Water Supply and the Resulting Competitive Effects
39. Long-term strategic decisions in 13 countries and 29 cities [Electronic resource] / Brendan Martin — 31 January 2005 — Mode of access: [www.watertime.net/docs/WP3/D45\\_City\\_in\\_Time.doc](http://www.watertime.net/docs/WP3/D45_City_in_Time.doc)
40. Реконструкция водоканалов Балтийских стран: информация для размышления // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера.—2002.—Часть 1 -№9—С.56-57
41. Кулик П.А. Оценка возможности использования зарубежного опыта концессий в развитии системы водоснабжения России: автореферат диссертации на соискание ученой

- степени канд. экон. наук, 08.00.05, 08.00.14 / Всероссийская академия внешней торговли. - Москва, 2002
42. Куханович А.И. Зарубежные инвестиции в системы горводоканалов // Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ).2000.№6—С.2-5
43. Баженов А. Частное управление системами водоснабжения // Коммунальный комплекс России .2005. №10—С.42-47
44. Fernando Ruiz-Mier, Meike van Ginneken Consumer cooperatives: an alternative institutional model for delivery of urban water supply and sanitation services? // Water Supply & Sanitation Working Notes. Note No. 5, January 2006. Mode of access:[www.siteresources.worldbank.org/INTWSS/Resources/WN5cooperatives.pdf](http://www.siteresources.worldbank.org/INTWSS/Resources/WN5cooperatives.pdf)
45. Семин В.А. Основы рационального водопользования и охраны водной среды: Учебное пособие для студ. Вузov. – М. : Высш. шк., 2001. – 320с.:
46. Мартин Л., Итева М. Коммерциализация и регулирование сферы ВКХ в Англии и Уэльсе // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера, 2004. Часть 1. №10 — С.71-75
47. David Haarmeyer. Privatizing infrastructure: options for municipal water-supply systems executive summary Mode of access: <http://www.reason.org/ps151.html>
48. The application on the 'polluter pays' principle in Cohesion Fund countries Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities. 200 – 272 p.
49. Бутыркин А.Я. Теория и практика антимонопольного регулирования в ведущих странах Запада и России / Бутыркин А.Я. – М.: Новый век, 2004 – 88 с.
50. Keine Privatisierungs-Experimente bei der Wasserversorgung [Electronic resource] / Herbert Tumpel, Wolfgang Lauber —Mai 2001 .— Mode of access: [www.arbeiterkammer.at/pictures/importiert/Tagbandwasser.pdf](http://www.arbeiterkammer.at/pictures/importiert/Tagbandwasser.pdf)
51. Wasserprivatisierung in Großbritannien – ein Überblick [Electronic resource] / Emanuele Lobina, David Hall — Februar 2001 .— Mode of access: [www.arbeiterkammer.at/pictures/importiert/Tagbandwasser.pdf](http://www.arbeiterkammer.at/pictures/importiert/Tagbandwasser.pdf)
52. Результаты приватизации воды в мире. Под музыку "Вивенди" // [http://ru.mondediplo.com/rubrique.php3?id\\_rubrique=58](http://ru.mondediplo.com/rubrique.php3?id_rubrique=58)
53. Сурков В.В. Гарантии и риски частных инвестиций в проекты строительства инфраструктуры: опыт Китая // Экономика строительства. 2003.№5 – С.49-63
54. Комаров И.К., Лемешев М.Я., Максимов А.А., Маслов Б.С. Приватизация водных услуг: благо или бедствие? [Электронный ресурс] // Использование и охрана природных ресурсов России. №5. 2008 <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=8720>
55. Коррупция в водном хозяйстве угрожает жизням миллиардов людей | Общество | Лента новостей "РИА Новости" //<http://www.rian.ru/society/20080625/112118293.html>
56. Privatization of municipal services: Potential, limitations and challenges or the social partners [Electronic resource] / Brendan Martin—August 2001— Mode of access: [www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/munserv/partners.pdf](http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/munserv/partners.pdf)
57. Чернышов Л.Н. Приватизация предприятий коммунального обслуживания // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера – Часть 1 - №3 – 2004 – С.83-85
58. Кзылходжаева Д. А. Система водоснабжения и канализации Нью-Йорка: регулирование и правовая база // ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера.—2002.—Часть 1 -№12
59. Social Policies and Water Sector Reform // Markets, Business and Regulation. Programme Paper Number 3 September 2007 Prasad N., «Privatization Results: Private Sector Participation in Water Services After 15 Years». – UNRISD, 2006
60. Emanuele Lobina, David Hall Public Sector Alternatives To Water Supply And Sewerage Privatisation: Case Studies // International Journal of Water Resources Development, Vol 16, No.1, 35-55, 2000

## АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ

**В.И. Чуешов**

доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философских наук Академии управления при Президенте Республики Беларусь

В наши дни вопрос об антропологических (человекоразмерных) основаниях современной социально-экономической теории и практики находится в фокусе общественного мнения. На это указывают как жаркие дискуссии отечественных и зарубежных ученых о предмете экономической науки, так и дебаты управленцев-практиков о целях, средствах и механизмах хозяйственной деятельности. Ученые теоретики, выдвигая новые концепции экономической науки, не отказываются, однако, от уже ставших традиционными представлений о том, что биологическое существование человека невозможно без труда, производства и потребления, что труд всегда взаимосвязан с определенными отношениями волеизъявления, собственности, присвоения, что необходимо хозяйствовать эффективно и при минимуме затрат ресурсов добиваться максимального результата.

Концентрируя внимание на новой антропологической ориентации современной экономической теории, ученые сегодня активно вводят в оборот новые, по сравнению с понятиями «экономика», «политическая экономия», «экономикс», понятия – социальной экономии и социальной политэкономии, моральной экономики, справедливой, а также гуманистической экономики и т. д. Отдавая должное их новаторскому смыслу, следует все же прислушаться к мнению о том, что та же *«социальная экономия», базируясь на двух фундаментальных категориях – социализации и гуманизации, продолжает ряд традиций классической политической экономии*. Одновременно, при этом, нам никуда не уйти и от необходимости более глубокого продумывания смысла продолжения процитированной выше мысли о том, что *«как трансформированный аналог традиционной политической экономии в новых исторических условиях она (т.е. социальная экономия, – В.Ч.) идет ей на смену ( выд. также мною, – В.Ч.)»*. (Алиев У.Ж. «Экономическая теория» или «теоретическая экономия»? // Проблемы современной экономики. – 2003, N 3/4.– С. 50).

Сегодня достаточно очевидно, что национальное государство даже в условиях глобализации все еще остается сильным субъектом на поле хозяйствования человечества, а внутри социума различия между государством и гражданским обществом, в том числе и особенностями их хозяйствования (если они, конечно, в некоторой стране имеются), могут быть весьма значительны. Неудивительно, поэтому, что в наши дни даже некоторые прошлые критики государственности, а следовательно, и политической экономии, может быть даже неожиданно для себя, оказываются апологетами сильного государства, отдавая должное, например, его возможностям в борьбе со СПИДом, наркотиками и терроризмом (см.: Fukuyama F. State building. Governance and World Order in the 21st century. -- Ithaca, New York, Cornell Univ. press, 2004).

Человек, общество (как, впрочем, государство, гражданское общество ) всегда существуют во взаимосвязи друг от другом, а также человечеством, в непрерывном процессе смены поколений людей и различных типов социума. Более того, сегодня вполне можно предположить и помыслить, что связанные с человеком, обществом и человечеством антропологические основания социально-экономической теории и практики представляют собой такую иерархически упорядочиваемую в социально-исторической практике систему, игнорирование особенностей которой отрицательно

сказывается не только на эффективности социально-экономической практики, но и перспективах биологического воспроизводства человека.

С этой точки зрения вызывает сожаление, что не менее чем *трехмерная* антропологическая структура современной экономической науки и практики не всегда учитывается. Порождается, в том числе, неоправданная поляризация мнений о границах предметов различных социальных и гуманитарных наук, сфере компетенции разнообразных общественных и государственных институтов, которые, фактически, всегда имеют дело не только с индивидом или социумом, но и человечеством.

На это справедливо указывают представители не только политической экономии, но и экономикс, подчеркивая что «экономикс – наука о том, как **общество** (выд. мною, – В.Ч.) управляет, имеющимися в его распоряжении ограниченными ресурсами» (Мэнкью Г.Н. Принципы экономикс.– СПб., Питер, 1999. – С. 30).

В развитых странах в наши дни непосредственная связь индивида с материальным производственно-трудовым процессом скорее исключение, чем правило. Это, отчасти, оправдывает, реализуемое в экономикс как теории вынесение труда и его роли в жизни общества за скобки предметной области экономической науки, оказывается если и не вполне нормальным, то, по меньшей мере, методологически приемлемым «ходом мысли». Наоборот, если уже не в целях теоретической чистоты изучения предмета экономикс, а, так сказать – «практически», изъять труд, материальное производство из жизни уже не отдельного человека, а общества в целом, то оно сначала «проест» в течение нескольких месяцев то, что им *уже* было произведено, а затем просто прекратит существование. В этом отношении труд, производство – атрибут не столько индивида, сколько общества, социума в целом. По крайней мере, именно на это указывали и Священное писание, и работы первых ученых экономистов Нового времени (У. Петти и др.). Первый принципиальный критик классической политической экономии К. Маркс достаточно убедительно углубил это представление. Для существования общества (на предысторической фазе его развития) должно, по его мнению, заниматься материальным производством, но производя, оно, в свою очередь, воспроизводит себя в виде дифференцированной на социальные классы и слои системы, которая со своей стороны накладывает неизгладимый отпечаток на бытие отдельного человека.

Марксово открытие двухмерности труда, материального производства, в антропологической перспективе – индивидуально-социумного характера экономических процессов в наши дни в силу ряда объективных причин не может не трансформироваться в еще более сложное представление об их *трехмерности*. Раскрывая один из возможных смыслов трехмерности хозяйствования, современные ученые правильно обращают внимание на то, что «один из векторов выражает товарно-стоимостную, конкурентную сторону хозяйственной жизни **общества**, другой – отношения сотрудничества (коллективной связи в широком смысле) и третий вектор, занимающий вертикальное положение, символизирует **экологическое измерение** (все выд. мною, – В.Ч.) хозяйственных процессов. Этот вектор выполняет ценностную функцию» (Ведин Н.И., Газизуллин Н.Ф., Хасанова А.Ш. Актуальные вопросы разработки методологии современной экономической науки //Проблемы современной экономики. – 2003, № 3/4. – С.48).

Нельзя не согласиться с тем, что в наши дни *роль экологического фактора* в конструировании предметной области экономической теории и реализации хозяйственной практики трудно переоценить. Сегодня уже не только специалистам хорошо известно о том, что удельный вес высвобождаемой современным *человечеством* энергии является сопоставимым с той энергией, которую наша планета получает от Солнца и что современное человечество потребляет всего около *двух процентов* от добываемого им с помощью труда в природной среде.

Многообразные противоречия и проблемы современного взаимодействия уже не столько отдельного человека, общества, социума, сколько *человечества в целом* с



природной средой в наши дни обычно именуется экологическим кризисом. Раскрывая его причины, специалисты обычно ссылаются и на низкий уровень культуры, и (или) биологическую агрессивность человека (точнее сказать, общества), и на лежащие в основе хозяйственной практики (в особенности, в так называемом развитом мире) принципы иудейско-христианского мировоззрения, и на второй закон термодинамики. Важное место среди причин современного экологического кризиса они отводят также и собственно экономическим факторам – особенностям современного взаимодействия производства и потребления, законам получению прибыли и рынка. Отдавая должное указанным выше причинам современного экологического кризиса, уместно также обратить внимание на то, что сегодня в научной литературе в их числе называются и причины, связанные не только с жизнедеятельностью индивида и (или) социума, но всего *современного человечества*. На последнее, к примеру, акцентируется внимание в концепции, согласно которой в экологическом кризисе «виноваты все и каждый (концепция «коллективной ошибки»)» (см.: Глобальная экологическая проблема. – М.: Мысль. – 1990. – С. 36-44).

В наши дни, по-видимому, было бы и наивно, и малопродуктивно, как с конкретно-научной, так и с философской глубокомысленностью, *игнорировать* какую-либо из перечисленных выше, в том числе и неявно указанную нами здесь, индустриально-технологическую причину современного, чреватого разнообразными экологическими кризисами природопользования.

Не менее важно и другое – научиться различать и исследовать, по меньшей мере, *три* измерения современного экономического макропространства взаимодействия людей с природной средой: уровень отдельного человека (индивида), социума (общества) и, наконец, человечества в целом. Среди причин кризиса природопользования сегодня обычно называют: тесную связь реальных успехов в деле индивидуального природопользования и уровня агрессивности и (или) культуры человечества в целом; взаимосвязь достижений социума в деле рационального природопользования и индивидуальных особенностей людей; зависимость современного человечества в целом от использованных различными социумами видов производственной технологии.

Неудивительно, что важной приметой, по крайней мере, последней трети XX в., в деле изучения причин современного экологического кризиса стало растущее понимание взаимосвязи индивидуального, социального и относящегося к *человечеству в целом* моментов в комплексе причин современного экологического кризиса.

Данное обстоятельство бросается в глаза при сравнении текстов знаменитого доклада Римскому клубу «Пределы роста» («The limits to growth», 1972 г.)<sup>\*</sup> и их не менее известного доклада «Пределы роста. 30 лет спустя» («Limits to growth. The 30-Year Update», 2004 г.). Обратим внимание на то, что из духа доклада супругов Медоуз 1972 года еще однозначно не вытекала императивность представления о том, что экологическая катастрофа для человечества в целом является неизбежной по причине неверно выбранной *им в целом* стратегии экономического развития. Из прогнозов американских исследователей 1972 года вытекало следующее: если поведение социумов разных типов не изменится, то их общая численность должна будет, вследствие реализации неоправданно высоких экономических темпов развития, резко сократиться к 2020 г. Несмотря на то что авторы доклада очень ответственно отнеслись к экологическим предсказаниям 1972 г. (подвергнув себя даже стерилизации), созданная ими компьютерная модель хозяйствования была адресована, по преимуществу, и не отдельному человеку, и не человечеству в целом, а социуму (в первую очередь, конечно, национальным государствам).

К счастью даже для национальных государств, реальная аудитория доклада 1972 г. оказалась все же более широкой. Однако именно человечество в целом, в том числе и с

<sup>\*</sup> Создателями которого были в то время еще никому не известные аспиранты Дж. Форрестера, автора программы «Мир-2», супруги Медоуз, создавшие компьютерную модель «Мир-3».

помощью доклада супругов Медоуз, получило реальную возможность вплотную приблизиться к пониманию тупикового характера роста без пределов (в особенности, экономического роста без экономического развития) и вынуждено было задуматься о последствиях собственного хозяйствования.

С философской точки зрения, понятие «человечество» при этом стало превращаться, говоря гегелевско-марксовым языком, из абстрактно-общего понятия в имеющее не только субъективный, но и объективный смысл и аналоги понятие конкретно-всеобщее. Одним из следствий данного процесса стала разработка концепции ограниченного, или устойчивого экономического развития не только для отдельных типов социума, но и человечества в целом. Сегодня концепция устойчивого развития стала, по-видимому, одним из наиболее точных *антропологических ответов* на возможный и трагический по своим последствиям выход человечества за определенные с помощью компьютерных программ границы роста. Вместе с тем и в 2008 году еще нельзя сказать, что человечество в целом стало подлинным субъектом экономического развития.

По крайней мере, еще в 2004 году в соавторстве с Е. Рэндерс супруги Медоуз, апеллируя уже не столько к национальным государствам, сколько к единому человечеству, вынуждены были констатировать следующий вывод. Современные процессы акселерации (убыстрения) экономического роста, появление неизвестных ранее барьеров безопасности, как, впрочем, и субъективные, человеческие ошибки в восприятии и оценке пределов дальнейшего экономического роста, обусловили невозможность использования **человечеством в целом концепции ограниченного экономического развития.**

В вопросах экологии человечество в целом, в отличие от социума, настаивали авторы доклада Римскому клубу в 2004 году, к сожалению, не спасают ни новые технологии (инновации), ни новые институты (правила игры), ни новое сознание. В самом деле, новые технологии (инновации) никогда не бывают дешевыми. Это означает, что, как выбор в их пользу, так и отказ от них определяется в первую очередь экономической мощью определенного типа социума. В современных условиях почти половина жителей планеты живут менее чем на два доллара в день (60 долларов в месяц). Разрыв между богатейшими и беднейшими странами увеличился с 30:1 до 82:1 в 1995 году. Единое экологическое одеяло человечества, с этой точки зрения, может в реальности состоять лишь из отдельных лоскутков, размеры которых будут определяться бедностью/богатством их владельцев – национальных государств и (или) их объединений. Вместе с тем, само по себе экономическое богатство некоторого социума еще не гарантирует для него возможности уберечь себя от экологических угроз (под ударами урагана Катрина не устояли даже мощнейшие в экономическом плане США).

Под этим углом зрения следует критически оценивать возможности трех известных стратегий устранения причин и последствий экологического кризиса: технологически-инновационной, хозяйственно-экономической и менеджериальной. Согласно первой стратегии, любые экологические угрозы могут, в принципе, быть преодолены за счет инноваций. Например, на резкое ухудшение качества потребляемой воды или воздуха человечество, согласно технологически-инновационной стратегии, может адекватно отреагировать, направив свои ресурсы на разработку принципиально новых очистных сооружений для воды и воздуха. В этой перспективе, однако, цепь, состоящая из старых технологий (нефундаментальных инноваций – НФИ) – экологических угроз – фундаментальных инноваций (ФИ), будет напоминать постоянно раскручивающуюся спираль. В ней средства и цели, следствия и причины всегда будут перепутаны, а телега нередко поставлена впереди лошади.

Сходная ситуация складывается и в случае концентрации внимания человечества в целом на экономии собственных ресурсов и возможностей дальнейшего развития. В этом

случае временной лаг между НФИ и экологическими угрозами увеличивается, а последние превращаются в своеобразные мины замедленного действия. Обратившие на это внимание американские ученые, поэтому, вполне справедливо полагали, что наиболее эффективным способом устранения экологического кризиса является ликвидация не его следствий, а *причин*. Сегодня, по их мнению, уже нельзя мириться с тем, что современное человечество разбазаривает наиболее благоприятные технико-политико-экологические возможности скорректировать дальнейший курс собственного развития, а ученые будут и далее игнорировать принципиально **трехмерный-индивидуальный**, социальный, а также связанный с феноменом человечества уровень функционирования и развития экономической науки и практики. Важно понимать, что данная трехмерность пронизывает не только глобальное хозяйствование и макроэкономику, но и микроэкономику, в том числе и ее новые новополисные формы типа *Лугового*.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МАЛЫХ РЕК



**М.А. Шевченко**

Зам. Генерального директора

ООО «Институт прикладной экологии»

заслуженный эколог России

действительный член Международной академии

экологии и природопользования

Общественный интерес к водным ресурсам и обеспечению населения качественной питьевой водой не случаен. Вода, как никакой другой природный ресурс, является определяющим фактором состояния окружающей среды, социальной сферы и экономики. Все большее осознание необходимости оценить все происходящее с точки зрения интересов человека, его здоровья, комфортности проживания меняет отношения к экономике общественного развития и сохранению окружающей среды. Вода и ее качество в этом аспекте имеет исключительное значение.

В первое десятилетие наступившего столетия человечество вступило в период глубокого эколого-экономического кризиса. Происходит качественное истощение водных ресурсов, деградируют территории водосборов водных объектов, огромные ущербы наносят национальной экономике стихийные бедствия и техногенные аварии.

Для обеспечения национальной и территориальной водной безопасности в условиях прогнозируемого глобального изменения климата и для обеспечения социально-экономического развития России необходимо в приоритетном порядке уделять внимание решению проблем, связанных с восстановлением и сохранением природных водоисточников - родников, малых рек, средних и крупных рек, озер и подземных вод.

Загрязнение водных объектов – источников питьевого водоснабжения при недостаточной барьерной роли действующих водоочистных сооружений, резко обострило проблему водообеспечения многих регионов России питьевой водой и создает серьезную опасность для здоровья населения, обуславливает высокий уровень его заболеваемости.

Проблема рационального водопользования и охраны малых рек от загрязнения и истощения занимает важное место среди современных водохозяйственных и экологических проблем.

Во-первых, малые реки составляют большую часть речной сети, покрывающей территорию России: из 2,5 млн. рек, составляющих гидрографическую сеть, более 2 млн. приходится на малые реки. К последним причисляют водотоки с площадью водосбора до 2 тыс. км<sup>2</sup> и средним многолетним расходом воды до 5 м<sup>3</sup>/с за период низкого стока.

Во-вторых, на долю малых рек приходится значительная часть среднего объема речного стока – от 10 до 85% в разных регионах или около 50% в среднем по стране, а протяженность их гидрографической сети составляет более 80% от суммарной.

В-третьих, велика роль малых рек как приемников и ложбин стекания с водой наносов и растворенных загрязняющих веществ, поступающих с водосборов и транспортируемых в большие реки или водоемы.



Указанные обстоятельства определили заметную роль малых рек среди географических, экологических, экономических и социальных факторов существования среды обитания человека, животного и растительного мира. Сейчас эта роль еще более возросла в связи с тем, что в последние десятилетия наблюдается все увеличивающийся разрыв между объемом водных

ресурсов малых рек и возрастающими потребностями общества в их использовании.

Малые реки, являясь наиболее доступными к освоению водными источниками, в значительной мере способствовали исторически сложившемуся территориальному расселению населения и размещению объектов экономики.

Собственно «проблема» малых рек возникла в экономически развитых густонаселенных регионах степной и лесостепной зон страны, особенно в юго-восточной части Европейской территории России (ЕТР), где малые реки испытывают сильную антропогенную нагрузку.

Во многих степных районах безвозвратное водопотребление из малых рек достигает значительных величин – от 20 до 60%. На территории ЕТР объем безвозвратного водопотребления из малых рек в среднем составляет около 15% стока года средней водности и около 27% стока в меженный период. Велико значение малых рек как источников местного водоснабжения – более 50 млн. человек проживают на территориях их бассейнов, где водные ресурсы малых рек интенсивно используются на нужды жилищно-коммунального, сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения.

Малые реки, формируют гидрохимический и водный режим, водные ресурсы средних и крупных рек, создают уникальные природные ландшафты территорий. Малые реки, выполняя функции формирования водных режимов, непосредственно влияют на экологию водосборных территорий крупных речных бассейнов. В то же время малые реки остаются наименее изученными и наиболее уязвимыми к внешним воздействиям природными объектами.

В настоящее время состояние малых рек, особенно в ЕТР, в результате резко возросшей антропогенной нагрузки на них, катастрофическое. Сток малых рек снизился более чем наполовину, качество воды неудовлетворительное. Многие из них полностью прекратили свое существование. Например, сегодня в Московской области насчитывается 4312 малых рек, а полтора века назад таких рек было на 25-30% больше.

Несмотря на то, что в последнее десятилетие прогрессируют процессы обмеления малых рек, в результате варварского, непродуманного нарушения природных стокообразующих комплексов (болото-река, пойма-река, лес-река, земля-река), водохозяйственные работы - очистка дна, берегозащитные инженерные и противоэрозионные мероприятия, лесовосстановительные работы в водоохраных зонах практически не проводятся. А если осуществляются, то бессистемно (не от истока до устья, а эпизодически).

До сих пор, в нарушение Водного кодекса Российской Федерации, имеет место загрязнение малых рек неочищенными сточными водами, распахивание и несанкционированные застройки прибрежных полос вдоль рек и оврагов.

Малоэффективной остается система нормирования водопользования на водосборах малых рек, весьма вяло, территориальные органы исполнительной власти организуют проведение проектных работ по обустройству водоохраных зон малых рек и их прибрежных защитных полос. Практически не разрабатываются целевые программы по восстановлению малых рек.

Широкое хозяйственное использование малых рек сопровождается возведением в руслах и на поймах множества гидротехнических сооружений, которые приводят к изменению их водных режимов и ухудшают экологию. Как известно, существенное влияние на экосистемы малых рек оказывают: строительство малых водохранилищ и прудов; водозаборные сооружения; русловые карьеры по добыче полезных ископаемых.

Следует отметить, что и сегодня при принятии решений о строительстве инженерных сооружений предпочтение отдается экономическим интересам и не учитываются экологические требования. В проектах, как правило, не проводится оценка их воздействия на окружающую среду малой реки. В результате, реализация проектов приводит к заилению и ухудшению качества вод, накоплению загрязняющих веществ (органики) в донных отложениях и, как следствие, к потере биоты малой реки.

Это свидетельствует, прежде всего, об отсутствии надлежащего контроля за принятием необходимых мер по предупреждению дальнейшей деградации малых рек и сохранению их экосистем.

Одной из причин такой кризисной ситуации с экологическим состоянием малых рек является отсутствие надлежащего научного, нормативно-методического, проектного обеспечения решения проблем рационального использования водных ресурсов малых рек. До 1990 г применялись в практической деятельности более 200 нормативных документов по вопросам регулирования, использования и охране малых рек.

Так же были разработаны такие предплановые проектные документы, как Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов России до 2005 г (1992 г); Схемы охраны вод малых рек (1990 г); Схемы улучшения технического состояния и благоустройства водохранилищ и прибрежных зон (1970-1980 гг); паспорта малых рек (1980-1985 гг) (утрачены).

Сегодня выше указанные нормативные и предплановые документы утратили силу в связи с тем, что они были разработаны более 20 лет назад. Новые правовые нормативные и методические документы по рациональному использованию и охране малых рек не разрабатываются, научные исследования по изучению формирования водных режимов малых рек и оптимизации воздействия хозяйственной деятельности на их экологическое состояние в силу тех или иных причин не проводятся.

Всё это не может ни сказаться на эффективности проведения водоохраных мероприятий на малых реках и на получении ожидаемых результатов по улучшению экологии малых рек. За последнее десятилетие негативные тенденции в данной проблеме явно усиливаются.

Одной из первоочередных задач планирования водохозяйственных и водоохраных мероприятий для малых рек является разработка научно-обоснованных норм водопотребления и водоотведения, а также предельно допустимых антропогенных

нагрузок с учетом экологической емкости водосборов малых рек и, на их основе, регламентов для всех видов хозяйственной деятельности.

Проектирование и осуществление водохозяйственных и водоохраных мероприятий должно сопровождаться разработкой прогноза их влияния на водные ресурсы и окружающую среду малых рек с целью оптимизации принятия оперативных и долгосрочных управленческих решений.

В перспективе это позволит проводить мероприятия по созданию весьма необходимых резервов водных ресурсов для надежного водоснабжения населения и объектов экономики.

В качестве критериев, обеспечивающих санитарно-биологическое благополучие, незаиляемость, незарастаемость русла, самоочищение и сохранение биоразнообразия реки предлагается рассматривать гидролого-гидравлические параметры: минимальные расходы, скорости и глубины с учетом экологически допустимого изъятия стока (различной обеспеченности) и сброса сточных вод, поступления рассеянных поверхностных стоков и отбора подземных вод на водосборе малой реки.

В связи с интенсивным развитием за последнее десятилетие строительства комфортабельных жилищ на территориях водоохраных зон, особенно обострилась проблема совместного использования поверхностных и подземных вод малых рек. Её решение требует: во-первых, - принять меры по созданию и развитию системы комплексного мониторинга природопользования и охраны окружающей среды малых рек; во-вторых, - ужесточить государственный контроль за использованием природных ресурсов и охраной окружающей среды на водосборных территориях малых рек.

Промышленные стоки занимают первое место по объему и ущербу, который они наносят малым рекам. К основным источникам промышленного загрязнения малых рек относятся: сброс в водоемы неочищенных сточных вод; смыв ядохимикатов ливневыми осадками; газодымовые выбросы; утечки нефти и нефтепродуктов.

Наибольший вред причиняет выпуск в малые реки неочищенных сточных вод – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др. Промышленные сточные воды загрязняют экосистемы самыми разнообразными компонентами в зависимости от специфики отраслей промышленности. Следует заметить, что в настоящее время объем сброса промышленных сточных вод во многие водные экосистемы не только не уменьшается, но и продолжает расти.

Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц и т.д. В сточных водах этого типа преобладают различные органические вещества, а также микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

Из-за промышленных стоков в водоемах наблюдается избыток кислорода, поэтому можно наблюдать так называемое «цветение» водоемов. Изменяется и химический состав водоемов, повышается содержание азота, фосфора и хлорсодержащих веществ.

Важной проблемой является загрязнение водоемов отходами сельского хозяйства. Проводимые, часто с нарушением экологически безопасных методов, работы по внесению минеральных удобрений и ядохимикатов, а также практически повсеместное нарушение правил хранения средств химии и органики, размещение в водоохраных зонах лагерей скота, складов ГСМ, сбросы отходов перерабатывающих сельскохозяйственных предприятий весьма отрицательно влияют на экологическое состояние малых рек.

Проблема заиления малых рек, требует особого отношения к ее решению. Заиление малых рек на севере лесостепи приводит к подъему уровня грунтовых вод и заболачиванию пойм. Они становятся непригодными для какого либо использования. Заиление малых рек в этой зоне увеличивает вероятность затопления в период весеннего половодья или сильного дождевого паводка многочисленных сел, деревень и городов, пахотных земель. Кроме того заиление малых рек на юге лесостепной зоны ведет к катастрофическому изменению всей экосистемы в целом и отчетливо начинается

проявляться процесс опустынивания. Кардинальным образом меняется видовой состав растительности, в нем начинают преобладать полупустынные и пустынные виды, практически исчезают отдельные древесные виды кустарников.

Еще одна причина истощения малых рек – осушение болот, которое в прежние годы носило массовый характер.

Восстановление и сохранение водных ресурсов малых рек страны в экологически благоприятном состоянии должны являться приоритетными направлениями государственной водохозяйственной политики.

Государственная политика должна создать условия для согласованной работы всех участников водных отношений (государственных органов, органов местного самоуправления, водопользователей и населения) по решению водохозяйственных и экологических проблем малых рек.

Особые экологические требования к ведению хозяйственной деятельности должны устанавливаться законодательно в зонах с особо сложной водохозяйственной и экологической ситуацией и в пределах особо охраняемых природных территорий малых рек.

Первостепенное значение для обеспечения эффективной охраны малых рек имеет закрепление в водном законодательстве системы необходимых правовых требований и понятий в процессе водопользования применительно ко всем стадиям хозяйственной деятельности юридических и физических лиц: размещение, проектирование, экспертиза, строительство, эксплуатация-контроль.

Пути решения проблем малых рек:

В сложившейся обстановке существенным звеном в системе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов следует считать оптимизацию системы мониторинга состояния поверхностных вод на основе восстановления гидрологических и гидрохимических наблюдений на малых реках, которые были прекращены в течение прошлого десятилетия вследствие сложной экономической ситуации в стране.

Особенно перспективным представляется сочетание мониторинга состояния поверхностных вод по гидрохимическим показателям с микро-, гидробиологическими и токсикологическими наблюдениями для выяснения степени антропогенного воздействия по реакции биоты.

Комплексный мониторинг малых рек должен включать следующие составные части:

- наблюдение за природными факторами – гидрохимия, гидрогеология, гидробиология, геофизика;
- оценка фактического состояния окружающей среды водосбора малой реки;
- прогноз изменения водности и экологического состояния малых рек.

Получаемая информация должна стать основой для принятий управленческих решений по рациональному природопользованию в бассейне малой реки и охране окружающей среды.

Мониторинг только водной среды является неадекватным, так как не выявляет причины, обуславливающие изменение показателей качества окружающей среды водосборного бассейна водного объекта.

Для того, чтобы система мониторинга работала, необходимо наличие основных функциональных элементов:

- организационная структура;
- информационные ресурсы;
- методология проведения работ;
- правовые нормы;
- комплекс технических средств;
- финансовые и кадровые ресурсы.

К первоочередным мероприятиям по решению экологических проблем малых рек можно отнести:

- переход на водосберегающие технологии и полную очистку хозяйственно-бытовых и промышленных стоков;
- ужесточение контроля за соблюдением природоохранных нормативов сброса загрязняющих веществ в водные объекты;
- установление водоохраных зон для всех водных объектов, в первую очередь для малых рек;
- ограничение промышленных сбросов в реки, озера и другие водные объекты;
- очистка русел и пойм рек и озер от скопившегося мусора;
- модернизация технологий производства и технологий утилизации отходов;
- осуществление жесткого контроля за сбросом с полей удобрений и ядохимикатов, за выпасом в поймах, за попаданием фекальных масс в русла рек;
- посадка лесов вдоль русел малых рек и примыкающих к речным долинам оврагов;
- проведение разъяснительных мероприятий с населением по основам рационального природо- и водо- пользования в бассейнах малых рек.

Весь комплекс мероприятий по восстановлению малых рек должен быть научно обоснован в СКИОВО и реализован в рамках целевых программ рационального использования природных ресурсов и охраны малых рек.

Особое внимание в этих программах должно быть уделено решению проблем охраны малых рек. Эти разделы должны включать комплекс системных правовых, организационных, экономических и инженерно-технических мероприятий, а также соответствующее научно-информационное обеспечение реализации программ.

Для обеспечения их разработки необходимо возобновить при надлежащей постоянной государственной поддержке и координации деятельности научно-исследовательских институтов РАН прежде всего фундаментальные научные исследования, включая многолетние экспедиции и развитие системы научно-исследовательских стационаров по изучению важнейших водных и экологических проблем малых рек на основе эколого-системного подхода.

Началом этой большой работы должна быть повсеместная паспортизация малых рек. А в первоочередном порядке разработка научно-обоснованной структуры и содержания паспорта малой реки, как – целостной водно-земельной системы. Это может стать реальностью при условии вовлечения самых широких слоев населения и общественных организаций к проведению постоянных наблюдений и сбору исходной информации об экологическом состоянии малых рек, необходимой для составления паспортов малых рек, а также ведения государственного водного реестра водных объектов и государственного мониторинга водных объектов, включая малые реки России.

### **Заключение**

Малые реки являются наиболее уязвимыми природными водными объектами по отношению к различным естественным и техногенным факторам, влияющим на формирование их водных режимов и экологию. Предпринятые за последние годы меры государственными органами власти никак не сказались на улучшении экологического состояния малых рек. Бессистемное, а зачастую научно необоснованное осуществление отдельных водоохраных мероприятий на отдельных участках малых рек не могут оказать какого-либо воздействия, влияющего на экологию малых рек. Истощение, а в ряде случаев исчезновение малых рек и повсеместное загрязнение их вод свидетельствуют о негативных тенденциях формирования водных режимов и ухудшении их био-, гео-, экосистем.

Преодоление сложившейся ситуации с экологическим состоянием малых рек требует активного развития фундаментальных исследований в области наук о земле, воде и атмосфере, интеграции доступных информационных, материально-технических,



финансовых ресурсов, консолидации прогрессивно настроенных общественных сил и соответствующей координации совместных действий всех участников по решению проблем рационального использования природных ресурсов и охраны малых рек на государственном уровне.

Список литературы:

1. Алексеевский Н.И. Малые реки Волжского бассейна. – Москва, 1998 г. -233с.
2. Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек: Межресп.научн-практ.конф.:Сб. Материалов – Краснодар, 1992- 228с.
3. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Российской Федерации до 2005 г. – Москва, 1992г. – 15 томов. ЗАО"СовИнтервод"
4. Национальная программа (проект) "Развитие водохозяйственного комплекса России до 2015 г." – Москва, 2003 г. – 90 томов, МПР России.
5. Ежегодные государственные доклады "О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации", - Москва, 2000-2006г.г., МПР России.

## **ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕЛАРУСИ**

**С.П.Гатилло**<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, доцент БНТУ

**Г.Г.Круглов**<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой гидротехнического и энергетического строительства БНТУ

**А.И.Смирнов**<sup>2</sup> кандидат технических наук, старший научный сотрудник, директор НПООО «Малая энергетика»

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, 220013 Беларусь, г.Минск, проспект Независимости, 65 <sup>1</sup>

<sup>2</sup>НПООО «Малая энергетика», 220053 Беларусь, г.Минск, ул.Червякова, 25 <sup>2</sup>

E-mail - [sergei.gatillo@gmail.com](mailto:sergei.gatillo@gmail.com)

*В статье рассматривается краткая история развития гидроэнергетики Беларуси до настоящего времени и перспективы использования ее гидроэнергетического потенциала.*

В последние десятилетия во многих странах мира повысился интерес к освоению возобновляемых энергоресурсов, как нетрадиционных – солнечной, геотермальной, ветровой энергии, так и традиционных, к которым в первую очередь относится гидравлическая энергия рек.

В настоящее время малая гидроэнергетика, как область энергетического строительства, переживает в Беларуси уже третий виток в истории своего развития.

Начало использования энергии рек Беларуси можно отнести к 12-13 вв. Это было связано со строительством водяных мельниц.

К началу 40-х годов 20 века на территории Беларуси насчитывалось 1094 гидросиловых установок с суммарной мощностью около 15тыс. кВт. В основном это были водяные мельницы, реже гидроэлектростанции малой мощности.

Одна из сохранившихся в Беларуси водяных мельниц – на Рис.1 справа.



Рис.1. Водяная мельница в Гервях.

В 1933 г. при Управлении водного хозяйства Народного комиссариата сельского хозяйства БССР была создана гидроэнергетическая группа.

Массовое строительство гидроэлектростанций, в основном малых, было начато с 1935 г. Ряд гидроэлектростанций был создан путём реконструкции бывших мельниц. При этом водяные турбины с низким коэффициентом полезного действия заменялись на новые. Такие турбины даже изготавливались в г.Бобруйске на электромеханическом заводе. Часто с целью увеличения мощности ГЭС поднимался уровень водохранилищ, что обеспечивало больший рабочий напор воды.

подавляющее количество ГЭС и линий электропередач было разрушено во время 2-ой Мировой войны.

В первые годы после войны многие гидроэлектростанции были восстановлены. В 1954 г. дала ток самая крупная на то время в Беларуси Осиповичская ГЭС мощностью 2250 кВт, на которой установлено три гидроагрегата фирмы Фойт (Австрия). Эта станция работает по сей день и представлена на Рис.2.

Однако по мере развития централизованного энергоснабжения и строительства крупных тепловых электростанций, более 95% действующих малых ГЭС были выведены из эксплуатации и демонтированы. При этом основная часть малых ГЭС была ликвидирована из-за высокой себестоимости вырабатываемой электроэнергии и трудностей эксплуатации, и только немногие более совершенные и крупные ГЭС были подключены к энергосистеме.

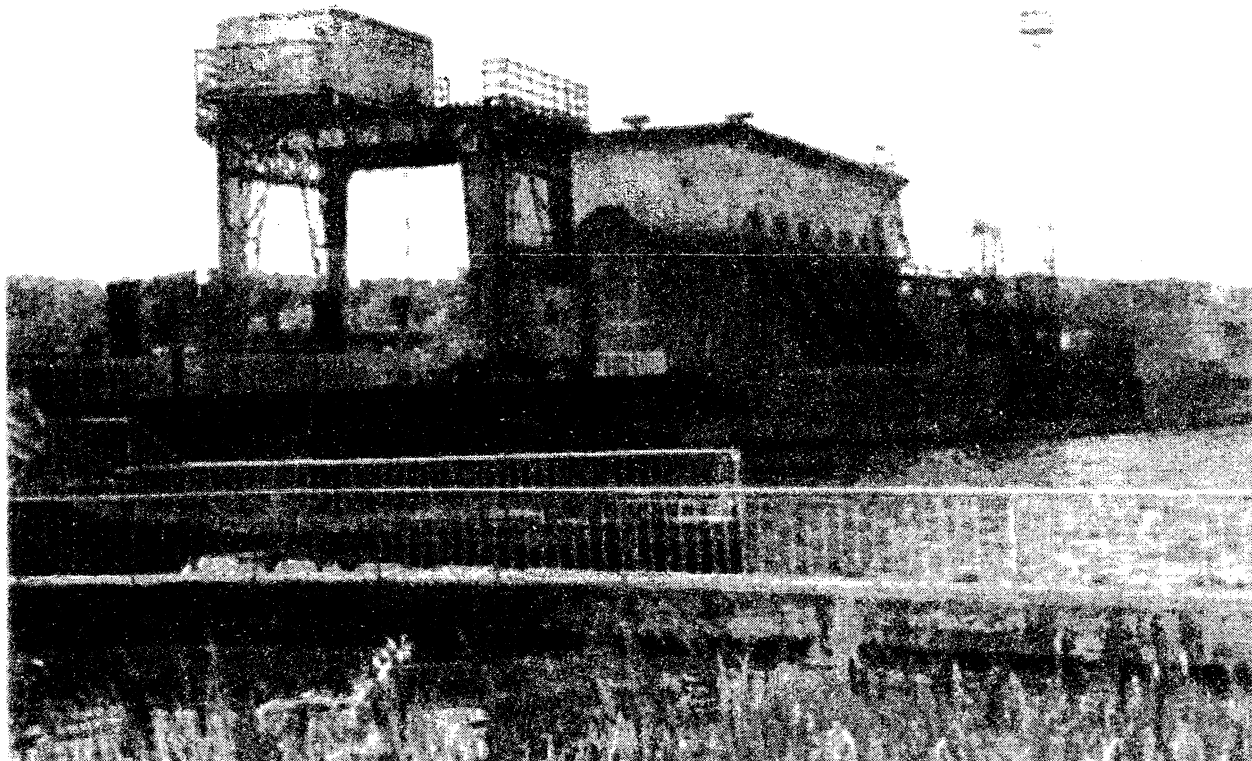


Рис. 2. Осиповичская ГЭС. Вид со стороны верхнего бьефа.

Всего по Беларуси к концу 1956 г. насчитывалось 162 гидроэлектростанции общей установленной мощностью 11854 кВт.

В конце 80-ых- начале 90-х годов, как и во всём мире, в нашей стране начался третий этап развития малой гидроэнергетики, обусловленной главным образом желанием экономии органического топлива и экологической эффективностью возобновляемых ресурсов, в первую очередь гидроэнергетических. Кроме того, современные достижения техники в области автоматики и средств управления позволяют преодолеть определённые недостатки, свойственные ранее действующим малым ГЭС, обеспечить их полную автоматизацию и улучшить показатели рентабельности (за счёт существенного сокращения эксплуатационных затрат).

На начало 1991 г. на территории Республики Беларусь действовало всего шесть малых ГЭС единичной мощностью менее 2,5 тыс. кВт при суммарной мощности 6 тыс. кВт, из числа которых 4 ГЭС (помеченных \* ) имеют единичную мощность менее тысячи кВт: Клястицкая\* (р.Нища, зап. Двина), Волпянская\* (р.Рось, Неман), Гезгальская\* (р.Молчадь, Неман), Осиповичская (р.Свислочь, Днепр), Тетеринская\* (р.Друть, Днепр), Чигиринская (р.Друть, Днепр).

Надо сказать, что в 50-60 годах 20 века в работах Академии наук Белорусской ССР [1] и Академии наук СССР [2] был определен гидроэнергетический потенциал Беларуси. В то время он был определен так: потенциальные гидроэнергетические ресурсы – 6 млрд. кВт·ч, технически возможные к использованию - 3 млрд. кВт·ч, экономические – 0,9 млрд. кВт·ч. При этом рассматривалось строительство в том числе и крупных ГЭС (до 180 МВт), со значительными напорами (до 29 м) и значительными затоплениями территории.

В 1991 году с участием авторов данной статьи была выполнена новая оценка гидроэнергетического потенциала Беларуси [3], причем экономический потенциал оценен в 1,1 млрд. кВт·ч (при мощности в 331,5 МВт), но при этом из-за недопустимости значительных затоплений территорий предполагаемые напоры на ГЭС были значительно уменьшены, максимальная рассматривавшаяся единичная мощность ГЭС составила 84 МВт.

В Беларуси насчитывается более 20,8 тысячи рек и ручьев общей протяженностью 90,8 тысячи километров. Их суммарный сток составляет 58 кубических километров. К наиболее крупным рекам относятся Днепр, Неман, Припять, Западная Двина, Сож, Березина.

По центру Беларуси проходит водораздел между бассейнами Балтийского и Черного морей (примерно 45 процентов балтийского речного стока, 55 процентов черноморского). Отсюда тот факт, что реки на территории Беларуси только рождаются, они не так многоводны, поэтому, без образования крупных водохранилищ невозможно получить на ГЭС большие мощности.

После начала третьего этапа развития малой гидроэнергетики в Беларуси были реконструированы и построены заново с использованием существующих напорных фронтов гидроэлектростанции, указанные в табл. 1. Здесь же указаны организации, выполнившие основной объем работ на данном объекте.

**Таблица 1 – Восстановленные и вновь построенные ГЭС Беларуси**

Название ГЭС	Год восстановления или строительства	Установленная мощность, кВт	Организация, выполнившая работы	Характеристика работ
1	2	3	4	5
Добромыслянская	1991	400	«Витебскэнерго»	Восстановление
Клястицкая	1994	700	«Витебскэнерго» «Малая энергетика»	Капитальный ремонт
Гонолес	1994	300	«Малая энергетика» «Минскводоканал»	Восстановление
МикроГЭС на НС № 6 ВМВС	1994	10	«Малая энергетика»	Новое строительство
Жемьславльская	1994	160	«Малая энергетика»	Восстановление
Богинская	1995	400	БЭРН	Восстановление
Лохозвинская	1995	100	«Малая энергетика»	Восстановление
Гомельская	1996	250	«Малая энергетика»	Восстановление
Тетеринская	1996	600	ВЭРН	Капитальный ремонт
Войтовщина	1997	220	«Малая энергетика»	Капитальный

				ремонт
Ольховка	1997	120	ПС «Энергия»	Восстановление
Гезгальская	1998	610	«Гродноэнерго» «Малая энергетика»	Текущий ремонт
Яновская	1998	60	ПС «Энергия»	Восстановление
Вилейская (1оч.)	1998	815	«Минскводоканал» «Малая энергетика» «Минскводстрой»	Новое строительство
МикроГЭС Пружанского ПВС	1998	5	«Малая энергетика»	Новое строительство
Лукомльская (1оч.)	1999	150	«Малая энергетика» «Лукомльэнергомонт аж»	Восстановление
Рачунская (1оч.)	2000	200	«Гродноэнерго» «Малая энергетика»	Восстановление
Лукомльская (2оч.)	2000	150	«Малая энергетика» «Лукомльэнергомонт аж»	Новое строительство
Дубровская	2001	110	«Мнискмелиоводхоз»	Новое строительство
Новосёлковская	2002	100	«Гродноэнерго» «Малая энергетика»	Восстановление
Вилейская (2оч.)	2002	815	«Минскводоканал» «Малая энергетика» «Минскводстрой»	Новое строительство
Лепельская	2003	320	«Малая энергетика» «Лукомльэнергомонт аж»	Восстановление
Селявская	2003	110	«Малая энергетика» «Лукомльэнергомонт аж»	Восстановление
Немново	2004	200	«Гродноэнерго» ПС «Энергия»	Новое строительство
Васьковцы	2005	75	«Молодечненские эл.сети» «Малая энергетика»	Восстановление
1	2	3	4	5

Браславская	2005	200	«Витебскэнерго» ПС «Энергия»	Восстановление
Паперня	2006	100	«Брестэнерго» ПС «Энергия»	Новое строительство
Солигорская	2006	150	«Минскмелиоводхоз» ПС «Энергия»	Новое строительство
6-ая насосная станция ВМВС	2006	75	«Минскводоканал» «Малая энергетика»	Новое строительство
Саковщинская	2007	225	«Минскмелиоводхоз» ПС «Энергия»	Восстановление
Войковская	2007	100	«Минскмелиоводхоз» ПС «Энергия»	Восстановление
Мнничн	2007	200	«Брестэнерго»	Новое строительство
Дубой	2007	330	«Днепро-Бугский водный путь» ПС «Энергия»	Новое строительство
Водохранилище ТЭЦ-2, Свислочь	2008	264	«Минскводоканал» «Малая энергетика»	Новое строительство
Жодинская	2009	30	«Минскмелиоводхоз»	Новое строительство
Гореничская	2009	110	«Минскмелиоводхоз»	Новое строительство
Сычевичская	2009	110	«Минскмелиоводхоз»	Новое строительство
Кобринская	2009	200	«Днепро-Бугский водный путь» ПС «Энергия»	Новое строительство
Чижевская	2010	320	«Минскводоканал» «Малая энергетика»	Новое строительство
Дрозды	2011	300	«Минскводоканал» «Малая энергетика»	Новое строительство
Залузье	2011	180	«Днепро-Бугский водный путь»	Новое строительство

В настоящее время в стране работает более 40 малых ГЭС общей установленной мощностью около 16 000 кВт. На Рис. 3 показана одна из самых новых ГЭС, построенная в г.Минске на р.Свислочь.

За последние годы было принято несколько программ строительства ГЭС в Беларуси. Из них самая последняя «Государственная программа строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь» - 17 декабря 2010г. [4].

В соответствии с этой программой ставится задача строительства в 2011-2015 годах 33 гидроэлектростанций общей мощностью 102,1 МВт. В их числе 4 крупных ГЭС на реках Неман и Западная Двина. Их мощность составит 99 МВт.

В соответствии с этой Государственной программой уже подходит к окончанию строительство Гродненская ГЭС мощностью 17 МВт (см.Рис.4). Также построено несколько малых ГЭС мощностью до 1 МВт (см. Табл.1). Начинается строительство Полоцкой ГЭС на р.Западная Двина мощностью 22 МВт.

В случае успешного выполнения намеченной Программы с учетом ежегодной выработки электроэнергии на существующих ГЭС производство электроэнергии на ГЭС Беларуси к 2015 году будет составлять порядка 510 млн. кВт·ч.

На более поздний период (до 2020 года) также намечено строительство ряда новых ГЭС.



Рис. 3. Одна из построенных на р.Свислочь ГЭС «Чижовка»

При этом в Программе определено, что потенциальная возможная мощность ГЭС на всех водотоках Республики Беларусь составляет 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, экономически целесообразная – 250 МВт.



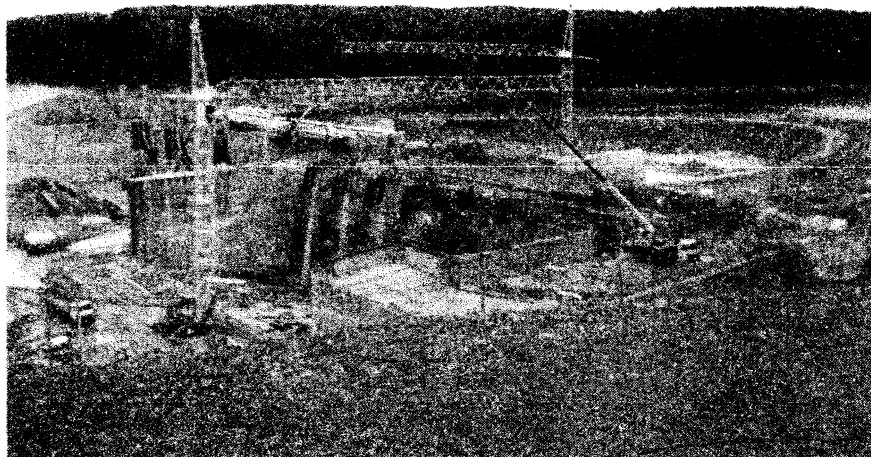


Рис.4. Строительство Гродненской ГЭС на р.Неман.

Планируется, что в 2020 году технически возможной и экономически обоснованной является выработка 860 млн. кВт·ч. При этом, такая выработка может быть достигнута без значительных затоплений.

Одним из дальнейших направлений развития гидроэнергетики Беларуси может стать строительство гидроаккумулирующей электростанции. На протяжении последних десятилетий этот вопрос прорабатывался специалистами не один раз, определено несколько перспективных площадок. При определенных сценариях развития генерирующих мощностей объединенной энергосистемы Беларуси, например, при вводе в эксплуатацию атомной электростанции, и возникновении необходимости выравнивания суточного графика нагрузки, строительство ГАЭС может оказаться самым эффективным решением.

### Литература

1. Гидроэнергетические ресурсы Белоруссии. Под редакцией М.Г.Мурашко, П.Д.Гатилло. Издательство Академии наук Белорусской ССР. Минск. 1957.
2. Гидроэнергетические ресурсы СССР. Наука, Москва, 1967.
3. Альферович А.Н., Гриневич Л.А., Богославчик П.М., Круглов Г.Г., Сеницын Н.В. Современное состояние и возможные пути развития гидроэнергетики Беларуси. Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ, Энергетика. №3-4, 1993.
4. Государственная программа строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.12.2010г. № 1838.

## **«ЭКОТЕХНОГРАД КРАСКОВО» - ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА РОССИИ**

(Государственная программа «Чистая вода»,  
Пилотный проект «Экотехноград Красково»)

**В.А. Моденов, П.Х. Зайдфудим В.В. Слепцов, МАТИ, г. Москва**  
**Ю.В. Зинин, В.Н. Голубев**

«Сегодня нужно активно развивать экологические новации – это один из высокоприбыльных и бурнорастущих секторов мировой экономики, к тому же позволяющий экономить и значительные бюджетные средства».

(Д.А. Медведев, 30.01.08 года, заседание Совета безопасности по вопросу обеспечения экологической безопасности России).

«...Современный технологический уровень позволяет полностью решить проблему сохранения чистой воды на Земле...».

(А.Г. Маленков, Вице-президент РАЕН, доктор биологических наук,  
профессор, председатель секции «Ноосферные знания и технологии» РАЕН;  
предисловие к журналу «Чистая вода: проблемы и решения» №1).

В первом номере российского журнала «Чистая вода: проблемы и решения» группа авторов Пилотного проекта «Экотехноград Красково» заявила о том, что сегодня в Российской Федерации объективно созрела необходимость и целесообразность создания единой Системы государственно-муниципального регулирования и контроля за устойчивым социально-экономическим развитием территорий («Система ГМРК») путём формирования на них системообразующих государственно-муниципальных имущественных комплексов.

Естественно и неоспоримо, что основным и неотъемлемым базисным сегментом Системы ГМРК должно стать регулирование и контроль над качеством, сохранностью и рациональным использованием водных питьевых ресурсов.

За прошедший период авторы Пилотного проекта «Экотехноград Красково» дополнительно проанализировали и сопоставили наработки ведущих отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области чистой воды с возможностью (или невозможностью) их практического применения «здесь и сейчас» (как того требуют российские реалии) для решения проблемы обеспечения населения чистой водой. Особое внимание, при этом, было уделено тем наработкам, которые были представлены в вышеуказанном первом номере журнала.

Полученный вывод совпал с мнением Вице-президента РАЕН, доктора биологических наук, профессора А.Г. Маленкова о том, что «...Современный технологический уровень позволяет полностью решить проблему сохранения чистой воды на Земле...», при условии разработки и внедрения Системы ГМРК в части водных ресурсов.

При этом концептуально-методологическая модель Системы ГМРК должна включать в себя следующие сегменты:

- социально-технологический сегмент;
- физико-математический сегмент;

- био-геохимический сегмент.

Объективно вода является не только важнейшей составной частью круговорота вещества в природе, но и системой мониторинга состояния природы. Поэтому создание российской программы водообеспечения и водопользования на основе современной Системы ГМРК может быть именно той ниточкой, потянув за которую можно будет распутать весь клубок экологических, финансовых, экономических и социальных противоречий, обострившихся в результате глобального кризиса.

Ведь сегодня речь идет о наступившей необходимости следующей ступени развития человечества, когда детская наивность безоглядно и беззастенчиво пользоваться возможностями окружающей среды должна перерасти в зрелость, которая синергически интегрирует возможности человека с возможностями окружающего нас мира.

Современные развитые индустриальные общества характеризуются следующими особенностями, негативно влияющими на состояние окружающей среды в целом и водных ресурсов в частности:

- многократно возросшими объемами производства и потребления товаров, стимулируемыми хорошо развитой рекламой, благодаря которой формируются искусственно завышенные запросы: значительным увеличением зависимости производства от невозобновляемых ресурсов, таких, как нефть, природный газ, уголь и различные металлы;

- переходом от использования природных материалов, которые обладают способностью разлагаться в природной среде, к синтетическим соединениям, многие из которых, попав в окружающую среду, разлагаются очень медленно и приводят к ее загрязнению;

- резким ростом, в расчете на одного человека, энергопотребления на транспорте, в промышленности и сельском хозяйстве, а также при освещении, отоплении (охлаждении) и пр.

Указанные особенности неизбежно ставят перед любым высокоиндустриальным обществом задачи защиты окружающей среды и энергосбережения, причем, не в числе прочих не менее важных задач повышения экономического уровня и благосостояния жизни, а в качестве ключевых проблем, от решения которых зависит не только уровень, но и сам факт дальнейшего существования человечества на Земле.

По мнению академика Н.Н.Моисеева условием дальнейшего существования человечества является такая организация жизнедеятельности, при которой изменение параметров биосферы и, прежде всего, структуры круговорота веществ протекала столь медленно, чтобы общество (и сам человек) оказались способными адаптироваться к этим изменениям, найти необходимые технические, а также нравственные решения. Для своего выживания на Земле человечество должно однажды вписаться в практически стабильные биогеохимические природные циклы.

Но оказаться в «согласии» с природой вовсе не означает, что деятельность человека не должна изменять естественных циклов биосферы. Человек не только будет продолжать деформировать естественные циклы, но и создавать новые. Но такая преобразовательная деятельность человека должна быть согласована с временными масштабами, характерными для развития биосферных процессов.

Н.Н. Моисеев также приводит два аргумента для обоснования выше изложенной точки зрения:

1. Первый - жизнь в рамках естественного круговорота веществ потребует по меньшей степени десятикратного уменьшения суммарных потребностей человечества. Но смягчение этого требования и стремление поддержать современный уровень жизни даже при значительном сокращении населения планеты не может быть обеспечено без совершенствования технологий, то есть создания новых (но строго контролируемых) биосферных циклов, к чему в конечном итоге сводится любое новое технологическое решение. И не только самих циклов, но и той структуры отрицательных обратных связей,

которая обеспечивала сохранение биосферы как целостной системы в течение почти четырех миллиардов лет.

2. Второй - всякая остановка (или даже замедление) научно-технических разработок может привести к деградации общества, к ослаблению его интеллектуального, творческого потенциала, что будет иметь тоже катастрофические последствия для рода человеческого.

Сейчас происходит переход к «высшим технологиям». Это энергосберегающие и сверхточные технологии, основанные на широком использовании современных и перспективных инновационных технологий. Переход к «высшим технологиям», например, нанотехнологиям требует высочайшего уровня квалификации рабочих и абсолютной технологической дисциплины.

Эти обстоятельства меняют роль цивилизаций в дальнейшем развитии мира. До самого последнего времени евро-американская техногенная цивилизация была абсолютным лидером в развитии «планетарного сообщества». Однако, тихоокеанские традиционные цивилизации, признающие высшей ценностью человека качество выполняемой работы, могут в современных условиях изменить соотношение «цивилизационных потенциалов» Запада и Востока.

Наверх начинают выходить и уже выходят не те страны, которые производят наибольшее количество вооружений или извлекают наибольшее количество энергетических ресурсов. Передовые позиции вскоре окажутся у тех государств, которые способны выдвигать и использовать новые научные и технические идеи, производить качественно новый и совершенный технический продукт, необходимый обществу.

Поэтому уже сейчас нужно уделять внимание созданию перспективных технологий, отвечающих задачам экономии всех видов ресурсов (ресурсосберегающих), способных исключить угрозу жизни человека и техногенных катастроф (безопасных) и используемых для решения важнейших текущих и долгосрочных социально-экономических целей развития страны.

В связи с вышеизложенным, еще более актуализируется необходимость скорейшей разработки и внедрения Системы ГМРК в части водных ресурсов. И если концептуально-методологическая суть социального сегмента Системы ГМРК понятна (о ней речь шла в первом номере журнала, и мы напомним об этом несколько ниже), то для практического осмысления концептуально-методологической сути технологического, физико-математического и био-геохимического сегментов Системы ГМРК российское общество должно на деле понять, что оно является только частью природы и рост благосостояния и качества жизни напрямую связано с сохранением и гармоничным развитием репродуктивных функций окружающего мира.

Итак, несколько выдержек из первого номера журнала «Чистая вода: проблемы и решения» относительно концептуально-методологической сути социального сегмента Системы ГМРК.

Здесь речь идет о необходимости совместного системно-комплексного решения органами государственной власти и местного самоуправления, с опорой на частное предпринимательство, соответствующих нормативно-правовых, бюджетно-финансовых и административно-организационных задач.

Поясним на примере. В ходе подготовки Пилотного проекта «Экотехноград Красково» было подсчитана сумма денежных средств, минимально необходимая на первом этапе для обеспечения населения муниципального образования городского поселения Красково Люберецкого района Московской области (более 22 тысяч человек) чистой водой.

В перечень вопросов, подлежащих решению, вошли:

1. Строительство и реконструкция поселковых централизованных систем водообеспечения муниципального образования городского поселения Красково, а именно:

1.1. Строительство и реконструкция водозаборных узлов (ВЗУ) подземных вод, реконструкция и техническое перевооружение водоочистных станций:

- ВЗУ по ул.Мичурина; забор воды 120 куб.м./час; станция водоочистки и обезжелезивания. Проект прошел государственную экспертизу, готов к реализации в 2009 году;

- ВЗУ №1; забор воды 75 куб.м./час; станция водоочистки и обезжелезивания;
- ВЗУ №2; забор воды 150 куб.м./час; станция водоочистки и обезжелезивания;
- ВЗУ №21; забор воды 200 куб.м./час; станция водоочистки и обезжелезивания;
- ВЗУ на территории ВНИИСТРОМа им. П.П. Будникова; забор воды 200 куб.м./час; станция водоочистки и обезжелезивания.

1.2. Строительство и модернизация магистральных водопроводов:

- от ул.Озерной 2 до котельной №2, далее до ул. Островского; протяженность 1,1 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ул.К.Маркса 117/7 до котельных №3 и №7 с устройством прокола под Егорьевским шоссе и переподключением действующего жилищного фонда; протяженность 0,8 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ул.Озерная 2 мимо домов по ул.Некрасова, ул.Лорха 5-21 с переподключением всего жилого фонда и устройством узлов учета на ветку ГУ «ВИЛАР»; протяженность 0,8 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ВЗУ №21 до ул.Озерной, 2; протяженность 0,7 км; диаметр труб 200х2; пластик;

- от ВЗУ №21 до ЦТП-3 по ул.2-я Заводская; протяженность 2,5 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от камеры ЗАО «Спецодежда» до жилых домов по ул.К.Маркса №117/13-15; протяженность 1,8 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ВЗУ №2 по частному сектору до ВЗУ по ул.Мичурина; протяженность 2,8 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ВЗУ по ул.Мичурина до котельной №7; протяженность 0,3 км; диаметр труб 200х1; пластик;

- от ул.К.Маркса 117/7 до ул.Школьная 1; протяженность 0,7 км; диаметр труб 200х1; пластик; с применением методов горизонтального бурения;

- от котельной №7 до ул.КСЗ 17; протяженность 0,5 км; диаметр труб 200х1; пластик.

1.3. Строительство, реконструкция и реновация внутри поселковых водопроводов и водопроводных сетей общей протяженностью 16,0 км; диаметр труб от 150 до 50; пластик.

1.4. Реконструкция систем водоснабжения жилых зданий, а именно: замена розливов и стояков (пластик) в 128 жилых домах, что составляет около 70% жилого фонда.

2. Строительство и реконструкция систем водообеспечения сельских населенных пунктов муниципального образования городского поселения Красково, а именно:

2.1. Строительство и реконструкция централизованных систем водоснабжения, в том числе, ВЗУ, с изготовлением и монтажом установок и станций опреснения и обезжелезивания воды в контейнерном и блочно-модульном исполнении:

- на ВЗУ в дер. Марусино; забор воды 70 куб.м./час;
- на ВЗУ в дер. Мотяково; забор воды 40,0 куб.м/час;
- на ВЗУ в дер. Торбеево; забор воды 40,0 куб.м/час;
- на ВЗУ в дер. Машково; забор воды 40,0 куб.м/час.

2.2. Строительство и реконструкция децентрализованных систем водоснабжения в дер. Лукьяновка и дер. Сосновка.

2.3. Строительство и реконструкция групповых водопроводов:

- от ВЗУ Марусино до дер. Марусино (ул. Буденного); протяженность 2,5 км; диаметр труб 150x1; пластик;

- от котельной №8 до ВЗУ Марусино; протяженность 3,0 км; диаметр труб 150x2; пластик;

- по частному сектору (ул. Советская, ул. Новая стройка, ул. Республиканская, ул. 1-й и 2-й проезд, ул. Вокзальная, пер. Советский, ул. Лесная и т.д.); протяженность 3,5 км; диаметр труб от 100 до 50; пластик;

2.4. Обустройство зон санитарной охраны (в количестве 9) и обеспечение мер антитеррористической защищенности источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.

2.5. Строительство производственно-технической базы и зоны складирования на земельном участке площадью от 0,75 га.

3. Устойчивое жизнеобеспечение населения муниципального образования городского поселения Красково Люберецкого муниципального района Московской области чистой питьевой водой из подземных водоносных горизонтов, в том числе, в условиях глобальных экологических и террористических угроз, а именно:

3.1. Создание системно-комплексной системы автоматизированного диспетчерского контроля, регулирования и учета за работой и безопасностью всех систем водообеспечения муниципального образования г.п. Красково, включая и ВЗУ, удаленный сбор данных по техническому состоянию всего оборудования, мгновенный и почасовой разбор воды и т.д.

Итого получилось – 1.079.600.000-00 (Один миллиард семьдесят девять миллионов шестьсот тысяч) рублей 00 копеек.

Естественно, таких денег у городского поселения Красково просто нет, да и быть не может (как, впрочем, и у любого другого городского поселения Российской Федерации).

Тем не менее, выход из сложившейся ситуации есть. И заключается он в создании единой Системы государственно-муниципального регулирования и контроля за устойчивым социально-экономическим развитием территорий («Система ГМРК») путём формирования на них системообразующих государственно-муниципальных имущественных комплексов, в первую очередь, в части регулирования и контроля над качеством, сохранностью и рациональным использованием водных питьевых ресурсов.

Однако для этого, как уже говорилось выше, необходимо практически осмыслить концептуально-методологическую суть технологического, физико-математического и био-геохимического сегментов предлагаемой к созданию Системы ГМРК.

С этой целью изложим несколько известных точек зрения, принципиально важных для наших дальнейших выводов и предложений.

Прежде всего, наивно было бы считать, что промышленное производство продукции с использованием водных ресурсов это только то, что создал человек в процессе своего развития. Еще задолго до него и затем параллельно с ним существует промышленное производство разных видов продукции, созданное природой.

Следует сразу сказать, что по масштабам производства, экологичности, технологичности, энергоэффективности, безотходности и материалоемкости природные технологии на порядки превышают то, что создано человеком. Если еще учесть красоту и эстетическое совершенство природных технологий, то следует еще раз признать, что человеку есть чему поучиться у окружающей его природы, что он более или менее осознанно и делает, постигая законы мироздания.

Природные промышленные технологии, которые обеспечивают крупномасштабное производство воздуха, нефти, газа, древесины, мяса, рыбы, биомассы, клеточных структур и целого ряда других продуктов, не нарушая при этом экологической чистоты окружающей среды в целом и водных ресурсов в частности, развиваются в соответствии с основными законами, известными как законы сохранения вещества и энергии (законы термодинамики).

Единственным звеном, функционирование которого не вписывается в эти фундаментальные законы, является человек и созданные им искусственные технологические циклы.

Например, во всем мире повседневно используется около 70 000 различных синтетических химических веществ, около 35 000 из них вредны или потенциально вредны для человека и окружающей среды, в первую очередь для водных ресурсов (т.е. вредное воздействие оказывают 50 % искусственно созданных веществ).

Становится очевидным значительное превосходство эффективности естественных природных процессов над передовыми технологиями высокоразвитых стран, что в первую очередь обусловлено двумя причинами:

1. Низкая эффективность технологических циклов, созданных человеком.

Если учесть, что КПД современного производства составляет 10-15 %, то десятикратное снижение потребностей человека может быть реально достигнуто за счет роста КПД процессов и повышения в несколько раз «функциональной эффективности» изделий.

2. Отсутствие замкнутости протекания процессов (замкнутых циклов энергии и материалов по сравнению с круговоротом веществ в природе).

Поэтому жизнь в рамках естественного круговорота веществ при современном уровне развития «постиндустриального» общества невозможна без совершенствования существующих технологий и создания поколения новых, «ресурсосберегающих» технологических циклов, ориентированных на максимальное соответствие основным фундаментальным законам развития природы.

Для этого необходимо перейти к перспективным «постиндустриальным» технологиям, связанным с возможностью получения максимального эффекта при минимальном воздействии на среду обитания (водные ресурсы), и которые обеспечивают минимальные затраты ресурсов для получения максимального функционального эффекта (т.е. работать должен каждый «атом», изменяемый или привносимый в технологическом процессе).

Возможность создания таких технологий определяется во многом тем, что человечество вплотную приступило к освоению наноструктурного уровня материального мира. Есть достаточно веских фундаментальных закономерностей, позволяющих считать, что именно этот уровень материального мира является одним из важнейших составляющих механизма, который в природе обеспечивает выполнение «великого» закона сохранения энергии.

Представляется, что создание природоразвивающегося общества невозможно без нанотехнологий. Такое общество будет основываться на повышении эффективности использования энергии, рециркуляции и вторичном использовании ресурсов вещества, а также, вначале - на сокращении производства отходов, а в дальнейшем - на создании безотходного производства.

Как же оценить перспективность той или иной технологии, и существуют ли критерии создания новых технологий, которые будут удовлетворять необходимым условиям через десять и более лет?

По нашему мнению, ответы на эти вопросы необходимо искать в фундаментальных законах развития природы и общества, лежащих в основе существования и функционирования всех процессов в природе.

Основными из таких законов являются следующие:

### 1. Закон сохранения вещества.

Ничто не исчезает бесследно. Закон сохранения вещества подразумевает, что всегда будет стоять проблема утилизации какого-то количества отходов - в противном случае мы не имеем права производить столько продукции, сколько производим в настоящее время.

### 2. Закон сохранения энергии (первый закон термодинамики).

3. Второй закон термодинамики, который говорит том, что нет ни одного процесса, в котором 100% исходной энергии превращалось бы в полезную продукцию.

В результате превращений энергии никогда нельзя получить ее больше, чем затрачено: выход энергии всегда равен ее затратам; нельзя из ничего получить нечто, за все нужно платить.

Таким образом, при постоянстве количества энергии и вещества, существует единственный путь развития живой и неживой природы - круговорот веществ и энергии в природе. Также, для сохранения равновесия в природе любая технология должна состоять из систем замкнутых циклов, которые обеспечивают выполнение законов сохранения вещества и энергии (как круговорот веществ).

Оба закона термодинамики позволяют понять, как, оценивая получаемую из различных источников энергию, можно сократить потери путем повышения её эффективности.

Например, лишь 16 % всей производимой энергии, которая поддерживает экономику Соединенных Штатов, прямо выполняет полезную работу или расходуется в процессе производства продуктов нефтехимии, из которых в свою очередь получают пластмассы, лекарства и многое другое. Это означает, что в США теряется 84% производимой энергии. Около 41 % этой энергии неотвратно теряется при рассеянии тепла, согласно второму закону термодинамики. Но потери остальных 43 % можно было бы избежать.

Одним из путей сокращения потерь энергии и сбережения средств является повышение эффективности использования энергии, то есть увеличение доли общего количества энергии, затрачиваемой на прямое выполнение полезной работы за счет сокращения ее потерь на образование в теплоэнергетических системах низкокачественного, по существу бесполезного, тепла.

Также важным принципом является соответствие качества энергии поставленным задачам: нельзя использовать высококачественную энергию для выполнения тех задач, которую можно выполнить с помощью низкокачественной энергии.

I и II законы показывают, что продукт, необходимый для развития человеческого общества, должен в итоге появляться не за счет дополнительной энергии и материалов неизвестного происхождения, а образовываться в результате циклического процесса за счет изменения формы, энергии и материала, участвующих в технологическом процессе.

Поэтому критерием №1 новых наукоемких технологий является условие минимального нарушения окружающей среды.

На сегодняшний день указанные подходы в решении проблемы обеспечения населения чистой водой наиболее системно-комплексно отработаны в Германии. Более того, эти подходы в наибольшей степени адаптированы к российским условиям и достойны самого пристального внимания.

Исходя из вышеизложенного, вопрос разработки концептуально-методологической модели Системы ГМРК за водными ресурсами, включающую в себя социально-технологический, физико-математический и био-геохимический сегменты является



государственно-значимым и первоочередным условием для решения задачи по обеспечению населения чистой водой.

Учитывая то обстоятельство, что водные ресурсы также включают в себя и подземные водоносные горизонты, которые в ведущих странах мира относятся к стратегическим и мобилизационным резервам государств, работы по разработкам и внедрению Системы ГМРК должны проводиться за государственный счет уполномоченными научными учреждениями с привлечением специалистов органов государственной власти и местного самоуправления.

При этом представляется оптимальным, чтобы указанная работа с необходимым финансовым обеспечением была поручена ОАО «Институт микроэкономики» как главному научному учреждению в рамках подготовки Государственной программы «Чистая вода».

Такой подход в реализации Государственной программы «Чистая вода» позволит:

- отработать в рамках Пилотного проекта «Экотехноград Красково» единый системно-комплексный хозяйственный механизм, включающий самые современные технологии водообеспечения и водопользования;
- создать современное экологически чистое производство по переработке канализационных илов и по вторичному использованию твердых бытовых отходов;
- сформировать комплекс юридических, экономических и административно-организационных механизмов, обеспечивающих создание сбалансированной модели оптимального взаимодействия различных форм собственности, одинаково привлекательной как для федерального, регионального и муниципального уровней, так и частного капитала.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В СИСТЕМУ SBR-РЕАКТОРОВ

Л. Дзенис, А. Гуринович

Белостоцкий технический университет (ПОЛЬША), БНТУ

В настоящее время наиболее экономически и экологически эффективной технологией биологической очистки сточных вод малых поселков и городов является технология с SBR-реакторами (sequencing batch reactor). Как уже ранее констатировалось /1-4/, в SBR-реакторах чередуются процессы биологической очистки с сопровождением биохимических реакций - нитрификации, денитрификации и дефосфотации в аэробных и анаэробных условиях в одном и том же объеме, в которых работает активный ил высокого качества с большей концентрацией биомассы и разной концентрацией растворенного кислорода во времени. Данная технология позволяет уменьшить количество емкостных сооружений (дорогостоящих и занимающих значительные площади) по сравнению с традиционными схемами биологической очистки сточных вод, и способна легко адаптироваться в действующих системах очистки. На рис.1 представлена типовая схема сооружений очистки сточных вод с SBR-реакторами для малых населенных пунктов.

Технологии очистки сточных вод с SBR-реакторами практически имеют неограниченные возможности при модернизации объектов действующих сооружений очистки сточных вод малых поселков с числом жителей до 10 тыс. жителей.

Высокая экономическая и экологическая эффективность этой технологии диктует необходимость ее широкого внедрения на действующих и реконструируемых, а также вновь строящихся очистных сооружениях канализации районных центров и агрогородков в Беларуси.

В последние годы в Польше был проведен огромный комплекс научно-исследовательских, проектных и строительно-монтажных работ по модернизации многочисленных малых канализационных очистных сооружений, где максимально использовались действующие емкостные сооружения: насосные станции, отстойники, перегниватели, песчаные фильтры и другие сооружения / 5 /.

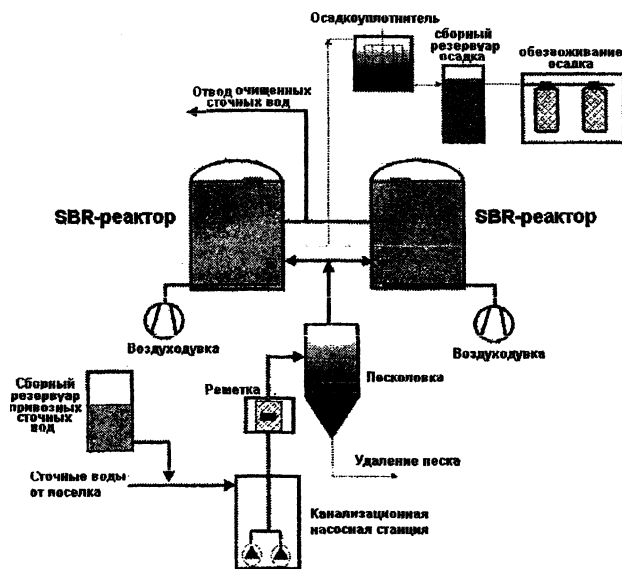


Рис.1. Схема сооружений очистки сточных вод с SBR-реакторами

Ниже приведены примеры использования вторичного отстойника и заглубленной канализационной станции.

По методике, разработанной Денисом Л. /5/, были проведены расчеты для оценки возможности использования в качестве SBR-реакторов вторичных вертикальных отстойников диаметром  $D = 2,0$  м, 4,5 м, 6,0 м, 7,5 м, и 9,0 м //. Расчеты были проведены для определения производительности сооружений очистки сточных вод при возможности использования имеющихся параметров емкостей вторичных отстойников в качестве реактора SBR.

В основе расчетов были приняты следующие данные.

Удельный расход сточных вод –  $0,15 \text{ м}^3/\text{чел}\cdot\text{сут}$ , удельные загрязнения:

БПК<sub>5</sub> – 60 г/ чел·сут, ХПК – 90 г/чел·сут, взвешенные вещества – 60 г/ чел·сут, азот общий – 12 г/чел·сут, фосфор 2 г/чел·сут, концентрация активного ила в реакторе 4,5 кг/м<sup>3</sup>.

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Диаметр, м	Глубина, м	Объем, м <sup>3</sup>	Производительность SBR-реактора, м <sup>3</sup> /сут	
			С частичной стабилизацией осадка (10 сут)	С полной стабилизацией осадка (25 сут)
3.0	2,6	18,4	9,8	6,0
	4,0	28,3	15,1	9,5
4.5	2,85	45,3	24,8	15,8
	4,0	63,6	34,6	21,3
6,0	3,0	84,8	45,8	28,5
	5,0	141,3	77,3	47,3
7.5	3,5	154,6	84,0	51,8
	5,0	220,8	120,0	73,6
9.0	4,0	254,3	138,8	84,У
	5,0	318,0	173,3	106,0

Практическим примером функционального использования вторичного отстойника в качестве SBR-реактора может служить станция очистки сточных вод в населенном месте М- Живецким (Польша).

Средняя суточная производительность станции очистки сточных вод составляет  $350 \text{ м}^3/\text{сут}$  при БПК<sub>5</sub> = 94 г/сут.

Сооружение очистки сточных вод состояло из следующих элементов.

Механическая очистка происходила через решетки тонкой очистки с просветом 2 мм. В качестве первой ступени биологической очистки использовались существующие циркуляционные каналы.

Использование SBR-реактора, как второй ступени биологической очистки, осуществлялось в существующем вторичном отстойнике, после модернизации которого высота была увеличена на 1,5 м и было смонтировано железобетонное перекрытие (рис.2).

Первичный отстойник использовался, как промежуточная канализационная насосная станция между первой и второй ступенью биологической очистки.

Второй действующий циркуляционный канал использовался как регулирующая емкость очищенных сточных вод.

Для дефосфотации были смонтированы емкости и насосы-дозаторы для ввода реагента PIX ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

Другой пример – использование канализационной насосной станции, построенной методом опускного колодца в пос. Пшеросли (рис.3).

После модернизации сооружений, сточные воды поступали через ковшовую решетку -1 в приемную часть насоса -3, установленных во внутренней части кольцевого пространства существующей канализационной насосной станции, и далее поступают непосредственно в SBR-реактор.

В технологиях с SBR-реакторами особое место занимает насосное оборудование для перекачки сточных вод и осадков, а также соответствующее технологическое оборудование (мешалки, контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации). Концерн Grundfos полностью устанавливает весь комплекс оборудования, с системой контроля основных параметров сточных вод и автоматизацией управления процессами очистки.

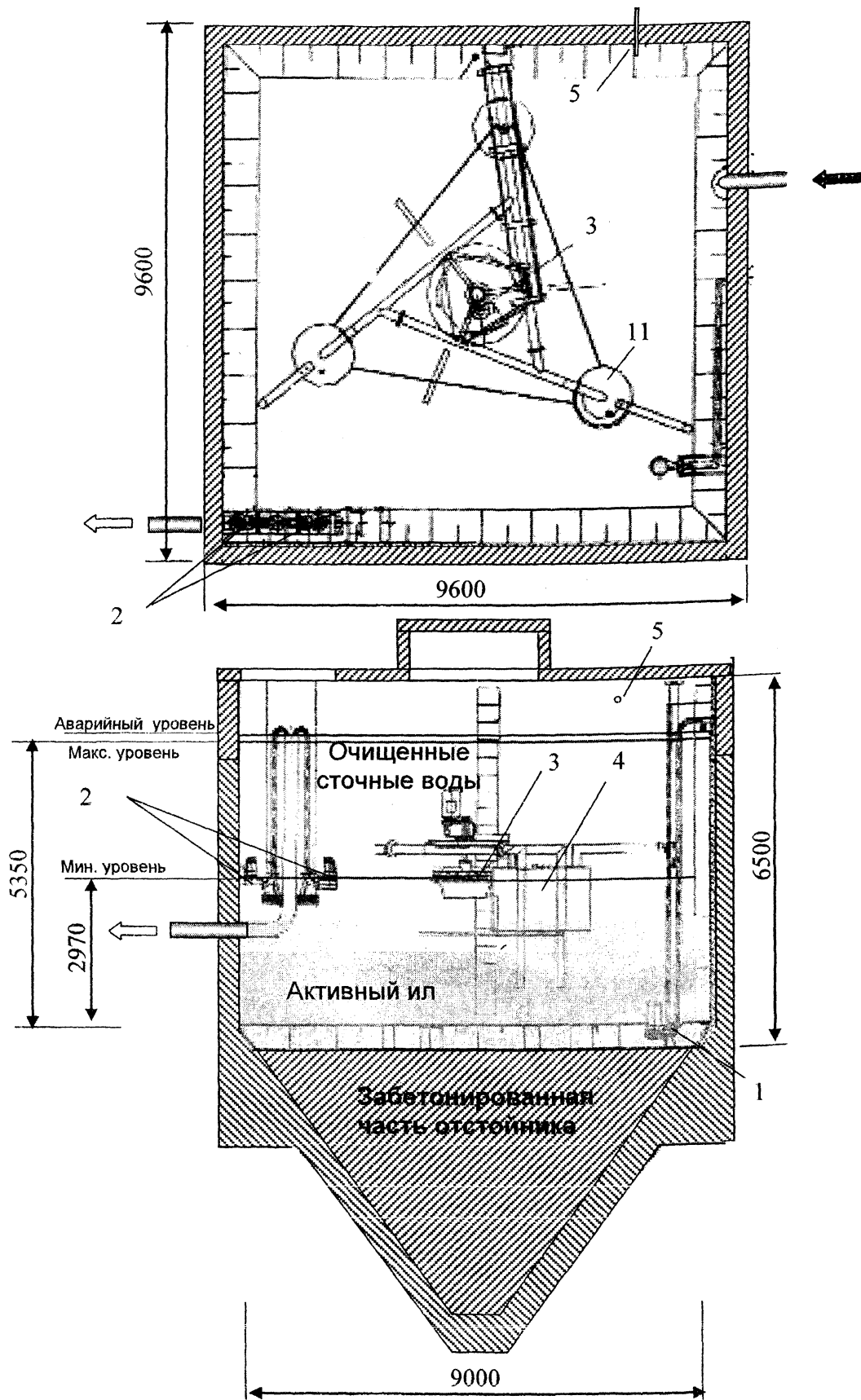
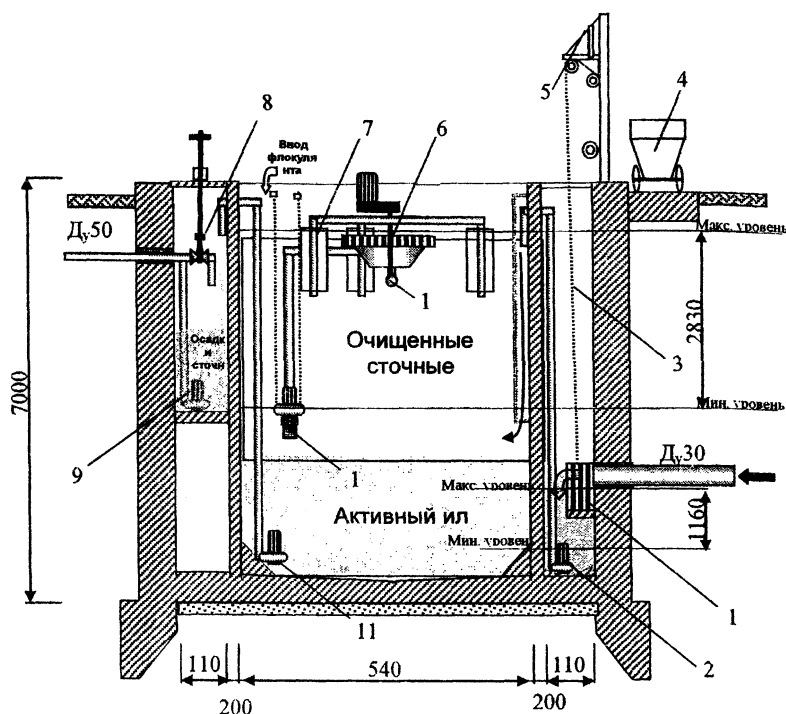


Рис. 2. Адаптация вертикального вторичного отстойника в систему SBR –технологии.  
 1 – погружной насос откачки избыточного ила; 2 – насосы декантации; 3 – турбоаэратор; 4 – понтонные блоки;



**Рис. 3** — Адаптация существующей канализационной насосной станции в систему SBR – технологии

1 – ковшовая решетка; 2 – погружной канализационный насос; 3 – трос для подъема ковшовой решетки; 4 – тележка для вывоза грубых загрязнений; 5 – блок подъема и разгрузки ковшовой решетки; 6 – плавающий турбоаэратор; 7 – понтонные блоки; 8 – затвор; 9 – погружной канализационный насос осадков сточных вод; 10 – декантер; 11 – погружной

Датчики и контрольно-измерительные приборы посредством автоматизированной системы управления влияют на процесс очистки сточных вод путем увеличения продолжения или сокращения времени фаз аэрации или подачи объема очищаемых сточных вод. Модульная система Modular Controls для программируемого управления и мониторинга насосными агрегатами через специальную систему цифровых и аналоговых сигналов входов и выходов обеспечивает оптимальные режимы заполнения и опорожнение биореакторов в различных циклах его работы.

#### *Используемая литература*

1. Гуринович А.Д. Современные технологии очистки сточных вод с SBR– реакторами. Вода 2006 № 6 с 22-25.
2. Гуринович А.Д. Зарубежный опыт биологической очистки сточных вод с SBR– реакторами. Вода 2006 № 9 с 18-20.
3. Гуринович А., Денис Л. Декантация очищенных сточных вод в SBR-реакторах. Городское хозяйство, 2006. № 10. С 13 -16

4. Jurgen Wiese. Entwicklung von Strategien für einen integrierten Betrieb von SBR-Kläranlagen und Mischkanalisationen/ Technische Universität Dissertation (D386). Kaiserslautern.2004 . 190 S.
5. Dzenis L. Technologiczne podstawy modernizacji małych oczyszczalni ścieków. Białystok, 2005, PAN vol.29, 125 s.

## **ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «ЦЕНТР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ «НООПОЛИС ЛУГОВОЙ»**

### **П.Х. Зайдфудим**

доктор биологических наук, профессор, академик РАН, директор Центра экологической информации, исследований, образования и воспитания «Ноополис Луговой», главный редактор журнала «НЭП-XXI век», директор Центра региональных проектов и программ ОАО «Институт микроэкономики»

### **А.И. Иванов**

доктор биологических наук, профессор, академик РАН, исполнительный директор Регионального центра государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской области Ростехнадзора, зав. кафедрой биологии и экологии Пензенской ГСХА

Основной целью создания Центра экологической информации исследований, образования и воспитания «Ноополис Луговой» (далее – Центр) было учреждение общественной некоммерческой организации, способной организовывать и координировать научно-исследовательские и проектные работы, направленные на решение экологических проблем Пензенской области, а также реализовывать программы в области экологического образования и воспитания подрастающего поколения. Учредителем Центра выступило Крестьянско-фермерское хозяйство «Земля обетованная».

Свою деятельность Центр начал в 1999 году. Первым этапом было создание творческого коллектива, способного решать поставленные задачи, и организация взаимодействия с образовательными и научными учреждениями региона, а также общественными организациями экологического профиля. В результате этого удалось создать команду, способную решать указанные выше вопросы. Ее активными членами стали ведущие экологи региона, большинство из которых имеют ученые степени и звания, а также большой опыт работ в сфере решения экологических проблем Пензенской области. Они работают в разных образовательных и научных учреждениях региона и являются членами различных общественных организаций, взаимодействие Центра с которыми показано на рис. 1.

Необходимо отметить существенную поддержку, которую на протяжении всей работы Центра оказывал ему Комитет по экологии Государственной Думы РФ, его председатель, член-корреспондент РАН В.А.

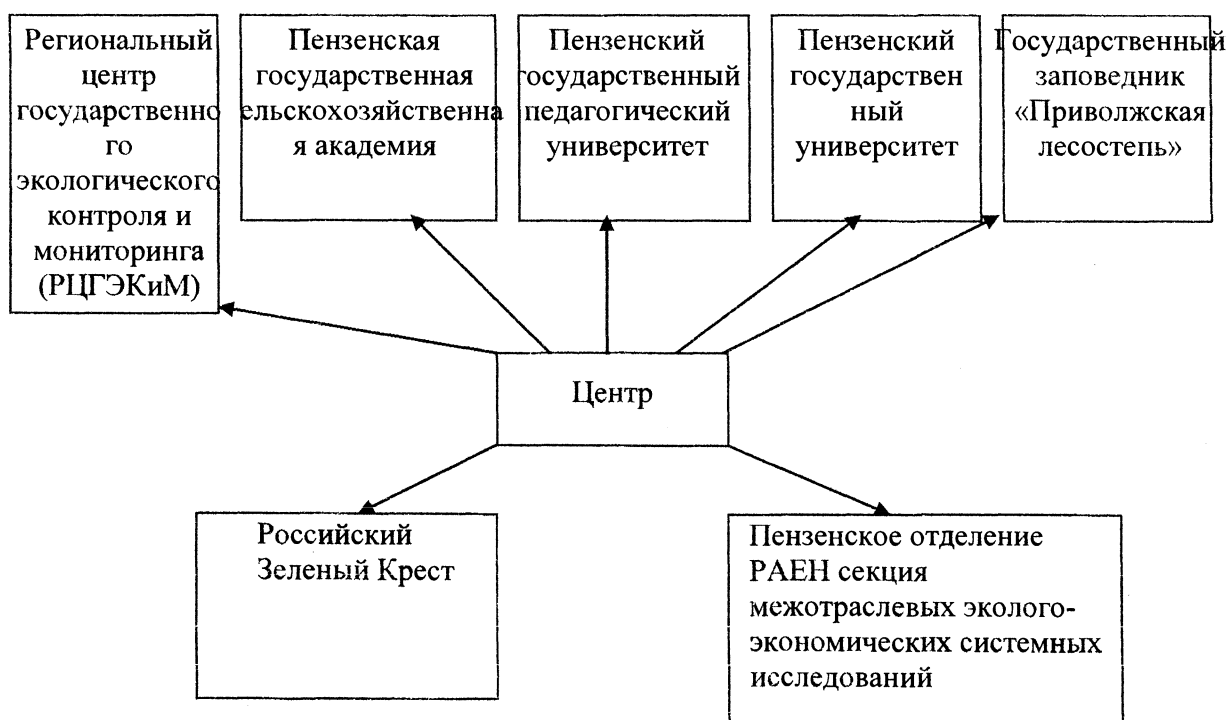
Грачев и Экологическое движение конкретных дел. Так, на заседании Комитета по экологии осенью 2002 года был рассмотрен и одобрен проект Концепции программы «Долина реки Суры». Решение Комитета было направлено главам шести субъектов Федерации, территориально расположенных в бассейне реки Суры. Это позволило уже в ноябре 2002 года

на заседании Ассоциации «Большая Волга» получить также и ее поддержку и приступить к выполнению очередного комплекса работ, о котором говорится ниже. Также

необходимо отметить и тот факт, что на заседании Общественного совета «Экологического движения конкретных дел» заслушивался отчет автора и руководителя проекта «Ноополис Луговой» профессора П.Х. Зайдфудима. Проект получил высокую оценку ЭДКД и был рекомендован в качестве эффективной модели современной экологической деревни для внедрения в процессе возрождения российских сельских поселений. Этот факт нашел свое отражение в ряде публикаций в центральной и региональной прессе, а также и в приглашении Оргкомитета Всемирной выставки «ОСАКА-2005 «Гармония Ноосферы» разместить материалы проекта на стендах российской экспозиции. В 2004 году Центр выступил инициатором учреждения научно-аналитического и информационного журнала об инновациях в России и за рубежом «НАУКА. ЭКОНОМИКА. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ-XXI век» – «НЭП-XXI век». За прошедшие годы журнал активно сотрудничал с целым рядом российских экологических организаций, что нашло свое отражение во многих публикациях известных ученых и специалистов, политиков, общественных деятелей и т.д. В ряде номеров журнала и его специальных выпусках, например, посвященного «Киотскому протоколу» (2006 год) выступили и руководители Комитетов Государственной Думы и Совета Федерации В.А. Грачев и В.Е. Шудегов.

Среди других мероприятий Центра необходимо отметить создание Экологического музея, а также музея сельской цивилизации, к несчастью сгоревших во время пожара, экологическую акцию-экспедицию от истока до устья реки Суры, сотрудничество с рядом зарубежных экологических организаций, делегации которых посетили Ноополис Луговой и многое другое.

#### Научные и образовательные учреждения



#### Общественные организации

Первым конкретным делом сотрудников Центра: д.б.н. П.Х. Зайдфудима, д.б.н. А.И. Иванова, д.с/х.н. Е.Н. Кузина, д.б.н. В.Ю. Ильина, к.б.н. А.А. Чистяковой и к.б.н. Т.Г. Стойко была организация памятников природы «Озерный экокомплекс Луговой» и «Никитянские горы», а также комплексное изучение природы ООПТ Лунинского района.



Работы выполнялись в 2001 году за счет грантов Глобального экологического фонда, в 2002 году – за счет средств, выделенных Правительством Пензенской области на разработку и реализацию предпроектного исследования «Системы экологического мониторинга и мониторинга природных ресурсов долины реки Суры на территории Пензенской области».

Результаты исследований были опубликованы в книге «Ноополис Луговой», а также отражены в Красной книге Пензенской области, т.1, 2002 г.

Одним из важнейших направлений природоохранной работы «Ноополиса Луговой» является экологическое воспитание и образование подрастающего поколения. Такая постановка вопроса определяется основной философской концепцией проекта, согласно которой главной задачей проводимых природоохранных мероприятий является создание здоровой среды обитания для человека и организация такого хозяйственного комплекса, который бы функционировал с минимальным ущербом для природных ландшафтов и биологического разнообразия. Воплотить эту идею в жизнь и развивать ее в будущем невозможно, не подготовив к участию в этой работе подрастающее поколение. Поэтому дети сел Казачья Пелетьма и Ломовка, находящихся на изучаемой территории, были участниками не только отдельных природоохранных мероприятий, но и исследований, проводившихся в Луговом. Чтобы максимально приблизить детей к этой работе, при финансовой поддержке регионального министерства здравоохранения и социального развития, в Луговом был создан эколого-оздоровительный лагерь, в котором дети из указанных выше сел провели по одной смене (24 дня).

Активная работа с детьми была начата в конце марта 2001 года. Под руководством педагогов: Б. С. Доду, А. Ф. Анискина, д.б.н. В. Ю. Ильина в школьных мастерских с. Ломовка и Казачья Пелетьма было изготовлено 180 искусственных убежищ для птиц-дуплогнездников и летучих мышей. Дети вместе с преподавателями выбирали участки для размещения гнездовий, а затем в ходе экологической акции «День птиц» разместили их в лесу.

Второй по масштабу экологической акцией была акция «Спасение можжевельника». Ей предшествовал рассказ доктора биологических наук А. И. Иванова об экологическом значении этого замечательного дерева. Кроме того, о распространении можжевельника в прошлом в пределах окрестных лесов детям рассказывал их односельчанин лесничий Ломовского лесничества. Саженцы можжевельника были получены из черенков дикорастущих форм, заготовленных осенью 2000 года в Наровчатском, Ломовском и Большевьяском лесничествах Пензенской области. Их укоренение осуществлялось в теплице Пензенской государственной сельскохозяйственной академии. Из 500 черенков укоренилось всего 180. Эти саженцы 26 апреля 2001 года были доставлены в Луговую. Под руководством педагогов дети высадили 90 саженцев непосредственно в лес и 40 вблизи восстанавливаемого дома культуры, а 50 слабо укоренившихся саженцев можжевельника и другие хвойные были высажены в питомник. В дальнейшем, в течение лагерных смен, дети ухаживали за деревьями: осуществляли прополку и полив. В результате около 80% растений прижилось. Кроме того, во время отдыха в лагере дети проводили наблюдения за заселением развешенных ими искусственных гнездовий.

Участие детей в изготовлении гнездовий и посадке можжевельника определило их отношение к птицам и растениям. Хотя в лагере отдыхали все дети, а не только активисты экологического кружка, в том числе «трудные» подростки, несмотря на близкое расположение к лагерю, ни один куст можжевельника не был поврежден, ни одно гнездовье не было снято и разрушено. Под руководством педагога А. Ф. Анискина дети устанавливали аншлаги на границах памятников природы «Озерный экокомплекс Луговой». Это дает основание предполагать, что широкое привлечение местных детей к практическим природоохранным мероприятиям на территории их

проживания является основным условием эффективности долгосрочных экологических программ. Эта работа приносит свои плоды, хотя требует больших дополнительных усилий со стороны ученых и педагогов.

В сентябре 2001 года под руководством доктора биологических наук А. И. Иванова, педагога Б. Р. Доду и президента Пензенского отделения Российского Зеленого Креста В. М. Панкратова с учащимися школы с. Казачья Пелетьма была проведена экологическая акция по восстановлению степного покрова на склонах долины р. Пелетьмы. Интенсивный выпас овец в недалеком прошлом привел к сильной деградации растительного покрова этой территории. Большинство плотнокустовых злаков, степные кустарники (терн, вишня) и др. растения, эффективно закрепляющие почву, отсюда практически исчезли. Оставшиеся здесь луговые и сорные растения не в состоянии препятствовать потокам дождевых и талых вод, в связи с чем начался очень активный рост оврагов. Начиная с июля, учащиеся заготавливали семена степных растений: ковыля перистого и волосовидного, шалфея сухостепного и др. Саженцы степных кустарников (терна и вишни степной) были привезены из Пензенского района. Учащиеся высаживали их на склонах с учетом биологии этих видов. В 2002 году планируется наблюдения за приживаемостью растений и уходные работы.

Привлечение детей к научным исследованиям начиналось со встречи с ученым того или иного профиля. Беседы с детьми проводили: д.с/х.н. Е. Н. Кузин – о почвах; д.б.н. А. И. Иванов – о растительности и палеонтологических находках; к.б.н. Т. Г. Стойко – о беспозвоночных животных; д.б.н. В. Ю. Ильин – о птицах и рукокрылых. Дети помогали копать почвенные разрезы, ловить насекомых, собирать гербарий. Главной идеей этой работы было внушить детям: для того чтобы сохранить природу, мало одного желания, необходимы еще и глубокие знания. Экологические акции осуществлялись с широким привлечением СМИ. Их ход освещался в районной печати и по областному телевидению.

Самым крупным мероприятием по обмену опытом практической экологии и по пропаганде выполняемого проекта в рамках ГЭФ было выездное заседание Международного симпозиума «Проблемы изучения и охраны биоразнообразия и природных ландшафтов Европы». Ноополис Луговой посетили участники симпозиума – представители различных научных и природоохранных учреждений страны (доктор биологических наук, проф. Л. В. Гарибова и доктор биологических наук, проф. А. Н. Лихачев – МГУ им. М. В. Ломоносова; член-кор. РАН, доктор географических наук А. А. Чибилев – Институт степи УрО РАН и др.). По материалам симпозиума был выпущен сборник научных трудов.

В дальнейшем творческим коллективом Центра выполнялся ряд работ по разработке отдельных вопросов, связанных с изучением экологического состояния бассейна р. Суры в пределах Пензенской области, финансировавшихся Комитетом природных ресурсов по Пензенской области и крестьянско-фермерским хозяйством «Земля обетованная»:

1. Проблемы разработки экологического каркаса бассейна р. Суры в пределах Пензенской области.
2. Моховые болота Пензенской области.

Начиная с 2001 г., Центр начинает заниматься проблемой экологической безопасности при уничтожении химического оружия в районе ст. Леонидовка Пензенской области. Первой работой в этом направлении была общественная экспертиза технико-экономического обоснования проекта объекта УХО. Работы выполнялись за счет средств, выделенных Федеральным агентством по промышленности. Одним из наиболее существенных достижений творческого коллектива Центра является разработка и реализация проекта рекультивации земель, загрязненных в результате проведения работ

по уничтожению химического оружия в прошлом. Они осуществлялись в тесном взаимодействии с Российским Зеленым Крестом.

Для предотвращения выноса продуктов деструкции ОВ следует зарегулировать гравитационный сток воды в почве. Для этого необходимо провести рекультивацию почвы, которая позволила бы существенно снизить гравитационный сток воды.

Суть рекультивации заключается в создании на местах прошлого уничтожения химического оружия за счет природных и химических мелиорантов слоя почвогрунта, обладающего высокой влагоемкостью. Для рекультивации из местных природных мелиорантов используются: 1) известь, 2) цеолитсодержащая порода, 3) карбонатная глина, 4) черноземный почвогрунт.

Из искусственных мелиорантов для рекультивации используется водопоглощающий полиакриламидный полимер В-415К.

Описанная методика была разработана д.б.н. А.И. Иванов, д.с/х.н. А.П. Стаценко, инженером В.М. Панкратов, аспирантом П.А. Ивановым, совместно с учеными ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» д.с/х.н. Е.Н.Кузиным и д.с/х.н. Г.Е.Гришиным. Она содержит элемент научной новизны, по заявке на получение патента РФ N 2007112094/13(013142) получено уведомление о положительном решении. Данный способ рекультивации загрязненных земель экспонировался на выставке «Золотая осень», проводившейся на ВВЦ (г. Москва) в октябре 2007 г., где был удостоен большой серебряной медали

Как показал анализ зарубежной и отечественной патентной информации, описанный способ имеет ряд преимуществ, среди которых основным является отсутствие необходимости проведения работ, связанных со вскрытием загрязненного грунта, которые опасны сами по себе и могут привести к нарушению сложившегося годами химического равновесия. Кроме того, он достаточно дешев. Стоимость рекультивации 100 м<sup>2</sup> загрязненных земель в ценах 2007 года не превышает 36 тыс. руб. Самое же главное – он решает основную задачу: предупреждает разнос поллютантов за пределы загрязненной территории.

Первую апробацию описанная методика прошла в 2004 году. На средства, выделенные МПР РФ, была рекультивирована площадка N1 прошлого уничтожения ХО в юго-западной части квартала 285 Засурского лесничества Ахунского лесхоза (площадь 600 м<sup>2</sup>). Как показали наблюдения, на ней полностью восстановился растительный покров, муравейники и другие представители почвенной фауны.

В 2007 году на средства, полученные по гранту Black Smith Institute, аналогичные работы были выполнены на площадке N2 на площади 800 м<sup>2</sup>. Площадка N3 площадью порядка 2000 м<sup>2</sup>, для которой характерно самое сильное загрязнение, остается пока не рекультивированной.

В настоящее время, несмотря на финансовые проблемы, творческий коллектив Центра не только не сократил, но и увеличил свой потенциал за счет сотрудничества с Комитетом по экологии Государственной Думы РФ, Экологическим движением конкретных дел. Региональным центром Государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской области, оснащенного современным аналитическим оборудованием и укомплектованного высококвалифицированными кадрами, а также с ООО

«Национальная система сертификации сокращения уровня антропогенных выбросов парниковых газов», Центр готов решать любые задачи, связанные с разработкой проектов, направленных на улучшение экологической ситуации в бассейне р. Суры.

## **СОСТАВ И СВОЙСТВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ВЫБОР ПУТИ ИХ УТИЛИЗАЦИИ**

**Э.И. Михневич, В.Н. Яромский**

Белорусский национальный технический университет

220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65

e-mail: [ed\\_mik\\_bia@tut.by](mailto:ed_mik_bia@tut.by)

*Предметом исследований являются осадки сточных вод предприятий бумажной промышленности.*

*Основной целью работы является исследование состава и свойств осадков сточных вод и выбор рационального пути их утилизации.*

*В процессе работы определены технологические и физико-химические показатели осадков сточных вод предприятия бумажной промышленности.*

*Выполнен анализ возможных путей утилизации обезвоженного осадка сточных вод.*

*Установлено, что обезвоженный осадок предприятий бумажной промышленности наиболее рационально использовать в производстве теплоизоляционных материалов и конструкций, а также в дорожном строительстве.*

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадков сточных вод (ОСВ). Бумажная промышленность является одной из наиболее водоемких отраслей промышленного производства. В процессе производства одной тонны картона и бумаги, вырабатываемых из неотбеленной целлюлозы, образуется 10-50 м<sup>3</sup> сточных вод, а из отбеленной целлюлозы – 150-200 м<sup>3</sup> [1]. В результате очистки сточных вод на очистных сооружениях предприятий бумажной промышленности образуются осадки. Общее количество образовавшихся осадков влажностью 98-99% составляет 1-3% от расхода очищаемых стоков.

Исследования осадков сточных вод проводились на очистных сооружениях завода газетной бумаги (г. Шклов). Завод практически снабжает газетной бумагой все печатные предприятия республики.

Осадки различного вида, содержащие органические и минеральные примеси, образуются в процессе механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод. В зависимости от условий формирования и особенностей отделения различают осадки первичные и вторичные.

К первичным осадкам относятся грубодисперсные примеси, которые находятся в твердой фазе и выделяются из воды такими методами механической очистки, как процеживание, седиментация, фильтрация, флотация. Ко вторичным осадкам относятся примеси, первоначально находящиеся в воде в виде коллоидов, молекул и ионов, но в процессах биологической или физико-химической очистки воды или обработки первичных осадков образуют твердую фазу.

На очистных сооружениях предприятия первичные осадки образуются в результате отстаивания сточных вод в первичных отстойниках. Вторичные осадки образуются в результате выделения из сточной воды после биологической очистки и называют их избыточным активным илом (ИАИ). Также вторичные осадки (шлам) образуются на сооружении водоподготовки в результате очистки речной воды.

По данным службы эксплуатации предприятия, в среднем в месяц образуется более 10 000 м<sup>3</sup> осадков влажностью 98-99%. По видовому составу наибольшее количество

осадка образуется в первичных отстойниках – 52%, избыточный активный ил составляет 46%, а шлам, образовавшийся на сооружениях водоподготовки, составляет только 2%. Указанные виды образовавшихся осадков смешиваются в одном резервуаре. В смесь осадков добавляется флокулянт-катионный полимер «Престо 852BC», а также могут добавляться другие реагенты. Смесь осадков с реагентами подается на ленточные фильтр-пресса для обезвоживания.

Обезвоженный осадок имеет влажность 69-74%, по своим морфологическим свойствам представляет пластичный материал, подобный мягкой глине. Высушенный при температуре 105°C осадок меняет цвет от светло-коричневого до темно-коричневого и имеет комковато-волокнистую структуру.

В течение полугода были выполнены исследования технологических и физико-химических показателей обезвоженного осадка по стандартным методикам. Всего было выполнено 4 серии опытов. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Насыпная плотность обезвоженного осадка составляет 735-750 кг/ м<sup>3</sup>. В осадке содержится значительное количество двуоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) от 4.9 до 15.0%. При выполнении исследований осадка определяли содержание серы, однако сера отсутствует. Содержание тяжелых металлов в осадке незначительно. Обезвоженный осадок имеет щелочную реакцию (рН 8.14 – 8.52). При складировании осадка на открытой площадке загнивания его не происходит.

Осадки сточных вод бумажных предприятий составляют значительный процент в общей массе производственных отходов. В некоторых городах они в десятки раз превышают количество осадка от бытовых стоков. Осадки, образующиеся в процессе очистки производственных сточных вод содержат материалы минерального и растительного происхождения, которые представляют немалую ценность для использования в народном хозяйстве. По существу, возможности для использования осадков сточных вод предприятий также различны, как разнообразны составы отходов.

В качестве основных направлений утилизации осадка производственных сточных вод изучены следующие пути их использования:

- в качестве топлива;
- в сельском и лесном хозяйствах в качестве удобрения;
- в производстве строительных материалов;
- в дорожном строительстве.

Однако, выбор наиболее рационального способа утилизации осадка должен быть выполнен на основании анализа его состава и свойств применительно к каждому указанному направлению утилизации.

Степень пригодности осадков для сжигания и получения тепловой энергии зависит, главным образом, от содержания органических веществ и влажности. Для нагрева 1кг воды до 100°C требуется 100 ккал, а для превращения ее в пар (при 100°C) – 540 ккал, т.е. всего 640 ккал. Абсолютный тепловой эффект при сжигании 1кг сухого осадка равен примерно 4000 ккал. При сжигании минеральных веществ в составе топлива более 30% тепловой эффект будет не выше 3500 ккал.

Если, например, взять 100кг осадка влажностью 90%, то для испарения воды потребуется  $90 \times 640 = 57600$  ккал, а тепловой эффект при сжигании 10кг сухих веществ в осадке будет равен  $10 \times 3500 = 35000$  ккал.

Из примера видно, что при таком содержании воды в осадке получаемый тепловой эффект в осадке (при КПД=100%) будет на 22600 ккал меньше, чем расход тепла на испарение воды. Поэтому для получения избыточного тепла необходимо осадки предварительно обезвоживать и подсушивать. Однако затраты на это превышают экономию от получаемого тепла, что связано с дополнительным расходом топлива, энергии, реагентов и др.

Расчеты, выполненные в работе [2] на основе материального и теплового балансов, подтверждают вывод о том, что в реальных условиях теплопотери, связанные с предварительной сушкой осадков, на 30% больше получаемого тепла при их сжигании.

В таблице 2 приведены энергетические показатели сжигания 100кг осадков влажностью от 90 до 10% при условном КПД=100%.

При анализе экономичного способа сжигания осадков, в зависимости от степени их обезвоживания, можно сделать вывод, что этот результат в промышленных условиях может быть достигнут при концентрации сухих веществ в осадках не ниже 40%. В нашем случае содержание сухих веществ составляет 25-31% (табл. 2).

В приведенных расчетах не учтены выбросы в атмосферу при сжигании осадка. По данным [3], выбросы в атмосферу частиц пыли от сжигания осадков колеблются от 4 до 27кг на 1т. Если учесть нерентабельность получения тепловой энергии, получаемой при сжигании осадков, то этот способ утилизации осадков скорее свидетельствует о неудовлетворительном решении этой важной проблемы. Поэтому совершенно справедливым является общепризнанное мнение о возможности применения способа сжигания осадков лишь в том случае, когда ни один другой, более эффективный, способ использования осадка невозможен.

Агрономическое использование осадков сточных вод относится к старейшим видам его утилизации. И, хотя в настоящее время известны и другие пути использования, этот способ является наиболее распространенным. Так, например, в США из всех используемых осадков, не считая сбросы в океан, захоронение и сжигание, агроиспользование составляет 75%, а в Англии – более 40% [4].

В отечественной практике также накоплен значительный опыт по выращиванию на почвах, удобренных осадками сточных вод, сельскохозяйственных, технических, древесных, цветочных культур, по использованию осадков для рекультивации нарушенных земель и полигонов в ТБО. Этот опыт не оставляет сомнений в высокой агрохимической ценности осадков. Анализ возможного рынка потребителей показывает, что максимальное количество осадков может быть использовано именно в сельскохозяйственном производстве. В связи с чем вопросы экологической безопасности, основанные на организованном использовании и контроле, приобретают особое значение. По мнению многих специалистов, грамотное применение осадков в качестве удобрения в сельском и лесном хозяйствах в условиях дефицита минеральных и органических удобрений и истощения почв, является не только наиболее экологически приемлемым методом утилизации, но и экономически выгодным [5]. Однако в осадках могут находиться загрязняющие вещества. Согласно [6], загрязняющие вещества, внесенные с осадками сточных вод, не должны накапливаться в почве и сельскохозяйственных культурах выше допустимых пределов. Такими загрязняющими веществами являются тяжелые металлы.

В осадке сточных вод завода газетной бумаги содержатся тяжелые металлы. В таблице 3 представлены сведения о содержании тяжелых металлов и значения ПДК их в почвах.

Сравнение данных, приведенных в таблице 3, показывает, что в осадке сточных вод содержание тяжелых металлов значительно ниже ПДК в почве. Так что тяжелые металлы не являются препятствием в использовании осадка в качестве удобрения в сельском и лесном хозяйствах.

Агрохимическая ценность осадков сточных вод оценивается содержанием в них азота, фосфора, калия, органических веществ. В осадках бытовых сточных вод содержание указанных веществ достаточно высокое и поэтому этот осадок не уступает по качеству подстилочному навозу, торфонавозным компостам и другим традиционным удобрениям [7].

В таблице 4 приведены данные по содержанию азота, фосфора и других веществ в осадке сточных вод завода газетной бумаги и в осадке городских сточных вод.

Из данных, представленных в таблице 4, следует, что осадок производственных сточных вод завода газетной бумаги содержит в 5 раз меньше азота и фосфора, чем осадок городских сточных вод.

По агротехническим требованиям удобрительные добавки должны содержать: органического вещества не менее 40% массы сухого вещества; Nобщ – не менее 1,6%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не менее 0,6%; K<sub>2</sub>O – не менее 0,2 %. Исходя из этого, использование обезвоженного осадка сточных вод завода в качестве удобрительной добавки нецелесообразно.

Использование осадков сточных вод бумажных предприятий в производстве волокнистых плит представляет универсальное решение экологической проблемы. Основным разработчиком способа является Гипробум (РФ) [1]. Получаемые волокнистые плиты по своим физико-механическим характеристикам практически соответствуют полутвердым древесно-волокнистым плитам.

На основе осадков сточных вод бумажных предприятий и золы ТЭС налажено производство аглопористого гравия и щебня [1]. На 1 м<sup>3</sup> аглопористого гравия расходуется (на абсолютно сухое вещество) осадка сточных вод – 0,1-0,15 т, золы ТЭС – 0,55-0,6 т, технологического топлива (измельченный уголь) – 5% от массы шихты. Проведенные испытания показали, что полученный аглопористый гравий имеет следующие характеристики: насыпную плотность – 550-600 кг/м<sup>3</sup> (фракции размером 10-20 мм); прочность при сдавливании в цилиндре – до 0,18 мН/м<sup>2</sup>; огнеупорность – 1440 С. На основе аглопористого гравия получены легкие жаростойкие бетоны. Такие бетоны используются для изготовления теплоизоляционных конструкций.

В работе [8] приведены результаты исследований о применении осадков сточных вод для производства асфальтобетона. Проведенными исследованиями установлено, что асфальтобетон состава: щебень – 25-30%, песок – 63-68%, наполнитель – осадок сточных вод – 7-9%, вяжущее – битум БНД 60/90 – удовлетворяет требованиям ДСТУ Б.2.7-119-2003 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия».

Экспериментальная апробация проведена на участке строящейся автодороги г. Луганска. Технология приготовления асфальтобетонной смеси с наполнителями из осадка сточных вод и производство укладки дорожной одежды – традиционные.

Экономическая эффективность заключается в снижении стоимости 1 м<sup>3</sup> асфальтобетона на 4-6% за счет замены минерального порошка на осадок сточных вод. Экологическая эффективность – утилизация в 1 м<sup>3</sup> асфальтобетона 200 кг сухого осадка и снижение платы за размещение отходов. Наблюдение в течение 4 лет за экспериментальными участками подтвердило высокое качество покрытия.

Приведенные выше примеры свидетельствуют, что осадки сточных вод в композиции с другими отходами и составляющими могут с успехом применяться при производстве строительных материалов и конструкций, а также в дорожном строительстве. При этом можно получить значительный экономический и экологический эффект.

Обезвоженный осадок производственных сточных вод завода по производству бумаги представляет собой однородную пластичную массу темно-коричневого цвета с влажностью 69-74%. Физико-химический состав этой массы представлен в таблице 1.

Кроме указанных химических веществ, в обезвоженном осадке имеется шламлигнин, содержащий высокомолекулярные соединения лигнина и его производных – 55-60%, волокна 8-10%. Лигнин – органическое вещество, содержащееся в растительных тканях древесины. В производстве бумаги лигнин не используется.

В осадке содержатся остатки целлюлозного волокна, так как основная его масса используется в производстве бумаги. Содержание целлюлозного волокна в осадке

первичных отстойников достигает 70-90% к абсолютно сухим веществам. Размеры отдельных волокон составляют 0,2-0,4 мм.

Часто осадок после механической очистки в первичных отстойниках называют скопом. Минеральная часть скопа составляет свыше 50% и содержит до 90% каолина. Каолин – белая глина, осадочная порода, состоящая главным образом из каолинита. Каолин является важнейшим сырьем в бумажной промышленности. И как следствие его применения в технологии производства бумаги в осадке сточных вод содержится двуокись кремния (4,9-15%, таблица 1).

На сооружениях водоподготовки и на очистных сооружениях применяются различные реагенты. По наибольшему применению из них можно выделить: гидроксид кальция – 276 г/м<sup>3</sup>, сульфат железа – 188 г/м<sup>3</sup>, гидроксид натрия – 90г/м<sup>3</sup>.

Анализируя в целом состав и свойства обезвоженного осадка сточных вод предприятий бумажной промышленности, можно сделать выводы, что осадок наиболее рационально использовать в производстве теплоизоляционных материалов и конструкций, а также в дорожном строительстве. Применение осадка в указанных областях дает значительный экономический эффект и позволит улучшить экологическую ситуацию на предприятиях бумажной промышленности.

#### Список использованных источников

- 1.Евилевич, А.З. Утилизация осадков сточных вод/ А.З.Евилевич, М.Л. Евилевич// Ленинград:Стройиздат, Ленинградское отделение, 1988.-248с.
- 2.Наринский, Сушка и сжигание осадков сточных вод/ Д.А.Наринский, Ю.И. Куклев/ Бумажная промышленность.- 1979.-№12.-С.23-27.
3. Паенк, Т. Законодательство Европейского Союза в области утилизации осадков / Т.Паенк// Водоснабжение и санитарная техника.-2003.-№1.-С.37-41.
- 4.Матчек, Ч. Твердые отходы/Ч. Матчек// Пер. с англ.М.,Стройиздат,1979.-С.325.
- 5.Беляева,С.Д. Организация работ по использованию осадков сточных вод в качестве удобрения/ С.Д.Беляева, Л.И. Гюнтер и др. //Водоснабжение и санитарная техника.-2002.- №12.-С.30-33.
- 6.Временная методика по определению экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель. (Методика 0212.4.-97), утвержденная приказом министра охраны природы 20.05.97 №112.
- 7.Яромский, В.Н. Удобрительная ценность осадков сточных вод очистных сооружений г.Бреста/ В.Н.Яромский, Л.Ф.Клундук //Прыроднае асяродзе Палесся: асабліваці і перспектывы развіцця:матэрыялы 3 Міжнар.наук.канф., Брэст, 7-9 чэрв.2006г./Акадэм,рэд.кал.: М.В.Міхальчук (адк.рэд.), (І інш.).-Брест,2006.-С.504-508.
- 8.Дрозд, Г.Я./ Вовлечение депонированных осадков сточных вод в хозяйственный оборот – эффективный способ повышения качества окружающей среды/ Г.Я.Дрозд // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Выпуск 2010-3(83).- Городское строительство и хозяйство.-С.227-235.



Таблица 1 – Технологические и физико-химические показатели обезвоженного осадка

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1.	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	735-750
2.	Влажность, %	69,1-74,3
3.	Сухое вещество, %	25,10-30,92
4.	Зольность, %	37,52-43,73
5.	Органическое вещество, %	56,72-62,48
6.	pH	8,14-8,52
7.	Азот общий, %	0,63-0,98
8.	Натрий, %	0,38-0,46
9.	Железо, %	0,98-1,37
10.	Фосфаты P2O5, %	0,34-0,36
11.	Кальций, %	7,62-12,02
12.	Магний, %	0,38-0,54
13.	Калий, %	0,035-0,058
14.	Никель, %	0,0003-0,0017
15.	Марганец, %	0,006-0,058
16.	Кадмий, %	0,00002-0,0001
17.	Цинк, %	0,0005-0,012
18.	Медь, %	0,0005-0,0011
19.	Свинец, %	0,0008-0,0018
20.	Хром, %	0,001-0,0028
21.	Двуокись кремния, %	4,9-15,0

Таблица 2 – Энергетические показатели сжигания 100 кг осадка

№ п/п	Влажность осадка, %	Масса, кг			Необходимый расход тепла для испарения, ккал	Избыток тепла, ккал
		осадок	вода	сухое вещество		
1.	90	100	90	10	57 600	- 17 600
2.	80	50	40	10	25 600	+ 14 400
3.	70	33,3	23,3	10	14 912	+ 25 088
4.	60	25,0	15,0	10	9 600	+ 30 400
5.	50	20,0	10,0	10	6 400	+ 33 600
6.	40	16,7	6,7	10	4 288	+ 35 712

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в осадке сточных вод завода газетной бумаги

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Содержание в осадке	ПДК в почве
1.	Никель	мг/кг	1,7-3,0	85,0
2.	Цинк	мг/кг	5,0-12,0	100,0
3.	Медь	мг/кг	5,0-11,0	55,0
4.	Свинец	мг/кг	8,0-18,0	30,0
5.	Хром	мг/кг	10,0-28,0	90

Таблица 4 – Сведения о содержании органических и биогенных веществ в осадке сточных вод завода и осадке городских сточных вод

№ п/п	Наименование показателя	Осадок сточных вод завода	Осадок городских сточных вод
1.	Общий азот, %	0,8	4,16
2.	Подвижный фосфор, %	0,35	1,75
3.	Калий, %	0,046	0,10
4.	Органическое вещество, %	59,0	75,0
5.	Влажность, %	72,0	74,0

## **О ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПОДХОДЕ К ПЛАТЕ ЗА НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Р.В. Голева**

доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Н.М. Федоровского (ФГУП «ВИМС»), зав. отделением геоэкология, рациональное недропользование, экологическая безопасность, профессор Международного независимого эколого-политологического университета (МНЭПУ), член Общественного Совета Экологическое Движение Конкретных Дел

*В перспективном плане Экологического Движения Конкретных дел, принятом на заседании Общественного Совета ЭДКД 16 января 2008 года, предполагаются работы по совершенствованию механизма охраны окружающей среды на основе дифференцированного подхода к платежам за негативное на нее воздействие.*

Одним из основных видов негативного воздействия на окружающую среду являются разного рода химические загрязнения. Возникают сложные экогеохимические аномалии, как правило, смешанного природно-техногенного характера (природно-техногенные экосистемы).

Значительные объемы экологически опасных веществ в окружающей среде присутствуют в виде твердофазных объектов. Это – загрязненные почвы, грунты, донные осадки рек, водоемов и резервуаров, горные породы с повышенными содержаниями токсикантов, взвеси водных потоков и аэрозоли (токсичная, в том числе радиоактивная, атмосферная пыль), твердовзвешенные частицы снежного покрова, твердые отходы всех видов промышленных производств – в первую очередь горнорудного и металлургического (шлаки, отвалы, хвосты), накопления на фильтрах очистных сооружений, в газовых и водопроводных трубах, осадки сточных вод городских агломераций и т.д.

Экологическое значение твердофазных форм опасных веществ в очагах загрязнения и методики их выявления, диагностики и определения степени связанного с ними экологического риска являются обширной проблемой, которая составляет предмет

*экологической минералогии* – нового научного направления в серии геоэкологических наук (13). Экологическая минералогия как новое научное направление была признана на Годичной сессии Московского отделения Всесоюзного минералогического общества в 1990 году, и за довольно короткий период – 15-17 лет – экологическая минералогия обрела все необходимые атрибуты самостоятельной науки: теоретические основы, обширное поле практического применения, соответствующий аппаратный арсенал и методическое обеспечение (3,6,8,9,11,13,14). Это стало возможным, потому что фундаментом экологической минералогии была общая минералогия – одна из самых древних геологических наук. К настоящему времени определен основополагающий принцип подхода к оценке экологической опасности экогеохимических аномалий разного происхождения в окружающей среде, который сформулирован во Всероссийском научно-исследовательском институте (ФГУП “ВИМС”) на основе решения разнообразных конкретных задач, связанных с охраной окружающей среды во многих регионах России: «Реальная экологическая опасность очага химического загрязнения определяется не валовым содержанием токсиканта, а формой его нахождения» (1,2,3,6,7,12,13,14). На основе этого правила в ВИМСе разработана методика (6) экологической оценки природных и техногенных очагов с потенциальными токсикантами, которая позволяет оценить реальный экологический риск, типизировать экологически опасные очаги и зоны, определять источник и природу «загрязнения» и в местах скученного размещения техногенных объектов указывать на реального виновника загрязнения и более реально определять объем экономических санкций (штрафы, платежи и т.д.). На основе учета форм концентрации токсикантов можно прогнозировать эволюцию очагов загрязнения во времени и в пространстве, подбирать эффективные технологии их рекультивации или захоронения и более точно рассчитывать необходимые для этого финансовые затраты.

Многие минеральные новообразования, возникающие в техносфере, токсичны или входят в разряд носителей токсикантов. Эти минеральные формы – предмет изучения одной из важных ветвей экологической минералогии – минералогии техногенеза или минералогии техносферы.

На основе применения методов экологической минералогии можно не только более эффективно строить экономическую политику в области охраны окружающей среды, но и способствовать снижению социального напряжения на территориях с осложненной экологической ситуацией и на ряде опасных промышленных предприятий.

С помощью подходов и методов экологической минералогии может быть дана объективная оценка степени экологической опасности очага химического загрязнения (как природного, так и техногенного). Минералогический анализ при оценке выделяемых по уровню валовых содержаний потенциальных токсикантов экологически неблагоприятных очагов позволит не только оценить их экологическую опасность более реально, но и во многих случаях перевести некоторые из них в разряд экологически безопасных. Это возможно потому, что не все формы концентрации токсикантов токсичны. Очень многие минеральные фазы устойчивы в поверхностных условиях и не представляют экологической опасности для биоты и человека. Это приведет к сбережениям средств за счет отказа от работ по рекультивации.

Намеченные минералогические признаки природных и техногенных экологически неблагоприятных очагов позволяют выяснять причину загрязнения и в пределах смешанных очагов загрязнения – природно-техногенных экосистемах (10), различать минеральные формы как природного, так и техногенного происхождения, что позволит более рационально использовать конкретные территории.

На основе детального минералогического анализа можно осуществлять инвентаризацию и нормирование твердых промотходов различных производств, устанавливая степень их токсичности. Весьма важно это для разумной утилизации осадков сточных вод городских агломераций, организация управлением которыми – актуальнейшая экологическая проблема в России. В связи с их повышенной токсичностью

перед городскими службами страны встает вопрос о невозможности непосредственного использования осадков сточных вод для сельскохозяйственных нужд. С помощью минералогического анализа отдельные порции осадков могут быть аттестованы по степени их экологической опасности, и на эти данные можно будет опираться при их сертификации и паспортизации в качестве вида отхода и определения средств для их утилизации или цены при их использовании в качестве полезного продукта. Из обогащенных токсичными металлами осадков после разработки соответствующих технологических схем можно организовать их извлечение и использовать как полезный продукт. Разумно наладить минералогический контроль для выяснения состава и свойств токсичных веществ в печах для сжигания твердых бытовых отходов на действующих мусоросжигающих предприятиях, в газовых и водопроводных трубах систем газо- и водоснабжения городов и поселков. Минералогический контроль необходим при оценке токсичности отходов производства кокса, при гальваническом производстве, при оценке экологической опасности сорбентов на фильтрах из водных и воздушных потоков.

В настоящее время не придается серьезного значения фазовому составу атмосферной пыли, которую вдыхает население всех крупных городов, а тем более население градообразующих и, особенно, горнопромышленных предприятий. В лучшем случае подсчитывается объем пыли, нормируемый на временные интервалы или площади ее выпадения. Однако фазовый состав пыли имеет самое решающее значение.

На ряде горнорудных объектов (месторождения строительных материалов, золотокварцевые рудные месторождения) преобладает силикатная пыль, которая вызывает силикоз легких. В районах добычи редкометалльно-флюоритовых руд возникает флюороз из-за преобладания в составе пыли флюорита. В этих районах и в районах добычи урановых руд в составе пыли присутствуют радиоактивные минеральные фазы, повышенная опасность воздействия которых заключается в том, что они длительное время активно влияют на организм человека, задерживаясь в его кишечно-желудочном тракте.

Цементное производство в состав атмосферной пыли поставляет водорастворимые и слаборастворимые сульфаты и карбонаты, иногда с кобальтом и кадмием, что также негативно влияет на дыхательные пути человека.

В методики оценки состояния атмосферного воздуха в промышленных зонах и городских агломерациях для характеристики фазового состава пыли следует вводить минералогический контроль как составную часть экологического контроля и мониторинга. Без минералогического анализа невозможна разработка технологий утилизации ценных компонентов из промотходов различных производств и золошлаковых отложений тепловых электростанций.

При переходе к рыночным отношениям в России возникает социально важная проблема оценки земель. Необходимо при составлении их кадастра учитывать степень экологической безопасности земельных наделов. Истинная стоимость земельных участков во многом определяется их экологическим состоянием. Реальная оценка экологического состояния земель может быть осуществлена только на основе сочетания геохимического анализа с определением форм нахождения токсикантов, т.е. с минералогическим анализом. Особенно это важно при оценке территорий, ранее занятых военными и экологически опасными производственными объектами.

Без экоминералогической оценки невозможна разработка рациональных научно обоснованных технологий очистки (рекультивации) загрязненных почв и грунтов и создание для этого соответствующего оборудования и определения стоимости работ.

В пределах городских агломераций под прессом антропогенных нагрузок меняются инженерно-геологические и физико-механические параметры грунтов. В настоящее время устойчивость грунтов в городах России – актуальнейшая экологическая проблема. Известно, что в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде и др. городах России городские грунты в значительной степени деградированы. Это приводит к провалам, просадкам грунта и к трещинообразованию зданий и сооружений (4). На провалы и

просадки грунтов влияет целый комплекс факторов: срок существования сооружений, методы строительства, использованные строительные материалы, размещение и состояние подземных коммуникаций, влияние близлежащих транспортных магистралей, а также природные особенности территорий: врезы русел древних рек, карстообразование, суффозии и оползни. Все это приводит подчас к необратимым изменениям состава грунта, а, следовательно, и его инженерно-строительных свойств. Основопологающее значение минералого-петрографического состава грунтов, влияющих на все характеристические показатели их инженерно-строительных свойств, сомнений не вызывает.

В грунтоведении издавна используются различные методы изучения минерального состава грунтов: гранулометрический анализ, оптическое изучение грунтов, иммерсионный метод, электронная микроскопия в основном для исследования коллоидных и глинистых частиц, рентгенографический и термический анализ и т.д. Однако в последние несколько десятилетий в области минералогии и экоминералогии в теоретическом методическом и аппаратурном планах произошли кардинальные изменения, позволяющие изучать минеральный состав любых объектов окружающей среды, в том числе и грунтов, на принципиально новом уровне. Поэтому для решения проблемы превентивной оценки состояния техногенно нарушенных грунтов должны быть продолжены самые серьезные минералогические исследования, нацеленные на снижение социального напряжения в городах в связи с этой экологической проблемой.

Без экоминералогических исследований нельзя решить фундаментальную проблему современного грунтоведения – разработку общей теории, объединяющей свойства и организацию вещества всех фаз (твердой, жидкой и газообразной) грунта или грунтового массива во взаимодействии его с окружающей средой. Это особенно актуально в связи с влиянием на состав и состояние грунтов техногенных нагрузок и недостаточной изученности реакций на них городских грунтов. Принятие превентивных мер до аварийного разрушения грунтов, безусловно, экономит значительные средства по ликвидации последствий аварии.

Решение важной социально значимой суперпроблемы, которая стоит перед человечеством в связи с развитием атомной энергетики, связано с фундаментальными исследованиями по геологическому обеспечению безопасности захоронения высокоактивных отходов (5). Свое ответственное место в этих исследованиях в части оптимального выбора соответствующих изоляционных материалов и геологической среды находит и экологическая минералогия.

Экологическую опасность представляют не только ореолы распространения токсичных веществ антропогенного (техногенного) происхождения, но природные экологически неблагоприятные аномалии с повышенными против нормируемых показателей (или фоновых) содержаниями токсикантов.

С помощью экоминералогической оценки выясняется природа неблагоприятного очага и, в зависимости от этого, принимается правильное управленческое решение относительно использования данной территории или ее реабилитации.

При накоплении достаточного статистического материала можно будет устанавливать и типизировать минералогические признаки (формы нахождения токсикантов) в возникающих вокруг различных промышленных производств очагов загрязнения. Это позволит решать обратную задачу – определять виновника загрязнения на территориях скученного размещения разнотипных предприятий, предъявляя к ним претензии и, не ограничиваясь штрафными санкциями, разрабатывать совместно с руководством предприятия научно обоснованные системы природоохранных и медико-гигиенических профилактических и реабилитационных мер и определять необходимые финансовые затраты для их реализации. Таким образом, экологическая минералогия, опираясь на свои теоретические положения и методологию, уже решает и может в будущем решать целый ряд прикладных экологических задач, что, безусловно, имеет большое социальное и экономическое значение.

Во многих районах России, где в настоящее время складывается неблагоприятная экологическая ситуация, социальное напряжение может быть уменьшено путем организации эколого-минералогических исследований. Во многих случаях, как показывают уже проведенные работы, опасность бывает преувеличена или, наоборот, экологически опасной оказывается не та причина, которая вызывает общественное возмущение, а совершенно другая, о которой общественность, да и руководители предприятий, даже не подозревают. Это происходит из-за того, что в России пока не вошел в постоянный обиход экологический аудит, не всегда организован экологический мониторинг на предприятиях, способных оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. При проведении экологической оценки отдельных территорий и предприятий и разрешении социальных конфликтов методы экологической минералогии могут оказаться решающими.

Достоверные сведения о формах концентрации токсикантов в твердофазном состоянии позволяют:

1. Определять по формам нахождения токсикантов в каждом конкретном случае природу экологически неблагоприятных очагов с повышенными содержаниями потенциальных токсикантов и определять в смешанных природно-техногенных экосистемах их вклад и опасность каждой составляющей.

2. Уточнять или определять источники загрязнения и выявлять виновников в местах скученного размещения промышленных предприятий с определением размеров финансового возмещения экологического ущерба.

3. Прогнозировать на основе свойств экологически опасных форм концентрации токсикантов и свойств субстрата (депонирующей среды) эволюцию очага загрязнения во времени и пространстве в определенных физико-химических условиях и при их изменении и разрабатывать соответствующие мероприятия по снижению экологического риска.

4. Разрабатывать научно обоснованные технологии по обезвреживанию экологически опасных форм с токсикантами: перевод в труднорастворимую форму или наоборот – в легкорастворимую с последующим разбавлением или выщелачиванием, создание условий в экосистеме для повышения устойчивости выявленной опасной формы или для ее нейтрализации.

5. Предлагать рациональные способы использования экологически неблагополучных территорий, если их реабилитация не планируется или нерентабельна (13).

Внедрение методов экологической минералогии в повседневную практику природоохранных организаций и предприятий-природопользователей, оказывающих негативное влияние на окружающую среду, представляется актуальным и необходимым. Особенно важно это для снятия (или хотя бы снижения) социальной напряженности на территориях и предприятиях с осложненной экологической ситуацией.

В настоящее время основным сдерживающим фактором для внедрения достижений экологической минералогии в практику является отсутствие утвержденных официальных нормативных документов. Подготовленные в ВИМСе Методические рекомендации № 117 НСОММИ (1997 г.) «Минералого-геохимические исследования форм нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности» (7) и Методические рекомендации «Экологическая оценка потенциальной токсичности рудных месторождений» (2001 г.) (12) могут быть использованы в качестве базовых материалов для создания необходимых государственных нормативных документов, которые позволили бы ускорить внедрение в природоохранную практику достижений нового научного направления – *экологической минералогии*.

Цель настоящей статьи – обратить внимание управленческих структур разного уровня и экологической общественности на необходимость разработки экономических механизмов как для дальнейшего развития научно-методических основ экологической минералогии как нового научного направления, так и для подготовки необходимой

правовой нормативной документации для внедрения в природоохранную практику методов экологической минералогии (экомониторинг, экоконтроль, экологическая экспертиза, экологический аудит), прежде всего, для целей совершенствования экономического механизма охраны окружающей среды на основе реализации дифференцированного подхода к определению платежей за негативное на нее воздействие.

## Литература

1. Голева Р.В., Дубинчук В.Т., Коровушкин В.В., Сидоренко Г.А., Чистякова Н.М. Формы нахождения токсичных веществ в твердофазных объектах окружающей среды и методы их выявления. Геоэкологические исследования и охрана недр, вып. 3 // М.: АО «Геоинформмарк», 1994. С. 42-59.
2. Голева Р.В., Дубинчук В.Т., Коровушкин В.В., Круглякова Р.П. Формы концентрации токсичных металлов в очагах загрязнения осадков рек российского сектора черноморского побережья // Разведка и охрана недр, 1997, № 3. С. 22-28.
3. Голева Р.В. Экологическая минералогия – новое научное направление, и ее возможности для решения социально-экологических проблем. В кн. «Социально-экологические проблемы регионов России». М.: МНЭПУ, 2001. С. 231-242.
4. Городские грунты и техногенез. Экология и геоэкология городских агломераций. (Ред. Р.В. Голева, А.Д. Потапов, В.И. Каширский). М., 2006.
5. Лаверов Н.П., Омеляненко Б.И., Юдинцев С.В., Никонов Б.С. Задачи минералогических исследований в связи с проблемой захоронения радиоактивных отходов // Минералогические исследования в решении экологических проблем. М., 1998. С. 5-35.
6. Г.В. Остроумов, Р.В. Голева, В.Т. Дубинчук и др. Минералого-геохимические аспекты оценки экологического состояния окружающей среды // Отечественная геология, 1993, № 5. С. 16.
7. Минералого-геохимические исследования форм нахождения токсичных веществ в природных и техногенных аномалиях для оценки их экологической опасности. Методические рекомендации НСОММИ, № 17. М., 1997.
8. Минералогические исследования в решении экологических проблем (ред. И.С.Мельников). Тр. конф. по экоминералогии, 29-30 января 1996 г., РАН, ВМО. М., 1998.
9. Прикладные и экологические аспекты минералогии. Годичная сессия Московского отделения ВМО, Звенигород, 1991. Кн. 1, Кн.2.
10. Голева Р.В., Ключков В.С., Пронин А.П. Принципы разбраковки токсичных природных и техногенных геохимических аномалий. // Геоэкологические исследования и охрана недр, вып. 3. М., 1994. С. 34-35.
11. Роль минералогических исследований в решении экологических проблем (теория, практика, перспективы развития). М-лы к Годичному собранию ВМО. М., 2002.
12. Экологическая оценка потенциальной токсичности рудных месторождений (Методические рекомендации). М.: ВИМС, 2001.
13. Р.В. Голева. Экологическая минералогия – новое научное направление в геоэкологии (становление, перспективы развития). М., 2007.
14. Юшкин Н.П., Павлишин В.И. Минералогические проблемы экологии // Минералогический журнал, 1991, 13, № 2. С. 36-44.

## **"ЧЕЛОВЕК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ": СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Н.Ф. Газизуллин**

доктор экономических наук, профессор кафедры государственного и муниципального управления Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета, главный редактор Евразийского международного научно-аналитического журнала «Проблемы современной экономики», заслуженный деятель науки Республики Татарстан, вице-президент Академии гуманитарных наук России

*Поступательное развитие России и других государств ЕвразЭС в XXI в. в первую очередь требует овладения новой методологией (и соответственно, адекватной системой стратегических принципов) конкретно-исторического общественного устройства и государственного управления. Это означает, что в новых условиях в строительстве федеративных государственных и межгосударственных отношений (экономических, социальных, правовых и т.д.) центр тяжести должен быть решительно перенесен на человека конкретной территории, или вернее, на адекватный новой эпохе конкретно-исторический тип человека.*

За последнее десятилетие в печати и других средствах массовой информации много говорилось о разных типах и моделях реформирования общества. Однако, при этом, всегда упускалась и упускается из виду историческая правда о том, что главной фигурой всех преобразований являлся и является определенный исторический тип человека. Вокруг такого человека строится и экономическая, и социальная политика, к нему сознательно и подсознательно подгоняются стереотипы поведения, формы и методы образования, воспитания и культуры, а также бытового мышления. Иными словами, вся общественная жизнь вращается вокруг определенного исторического типа человека.

Российские реформы образца 90-х годов главным образом сводились к неудачным имитациям исторического прошлого, так как изначально были сориентированы на исторический тип «человека экономического», которого выдвинула на историческую сцену почти 300 лет тому назад английская классическая буржуазная политическая экономия в лице Адама Смита. Иначе говоря, российскими реформаторами была поднята на щит ранняя стадия развития буржуазно-рыночного хозяйства, со всеми его издержками и рудиментами, которые для современных развитых государств остались в далеком прошлом.

«Человек экономический» свою историческую миссию выполнил уже к 30-м годам XX столетия, т.е. вместе с исчерпанием для поступательного развития общества возможностей свободного (без государственного контроля и регулирования) развития рыночной экономики с присущей ей системой ценностей, мотиваций, стимулирования и т.д. Но и в теории, и в исторической практике рыночной экономики деятельность «человека экономического», несмотря на то что он выступал в качестве главного двигателя свободной рыночной экономики, всегда ставилось в границы определенных общественных целей, ценностей, правил и норм.

В России же в конце XX в., независимо от того, большая или меньшая доля государственного регулирования экономикой ставилась в повестку дня проводимых реформ, во всех своих ипостасях они заиклились на доктрине «человека экономического», но уже с неограниченными никакими нормами и правилами «антиобщественными» стимулами к личному и узкогрупповому обогащению в абсолютно безнравственных формах. Российское общество оказалось расколотым, и так называемая регионализация со знаком «минус» тоже стала следствием этой заранее обреченной на



повторение худшего опыта прошлого бесперспективной доктрины, не учитывающей прогрессивные реалии изменившегося мира. Именно здесь обнаруживает себя ущербность российских реформ, как в общей части реформирования российского общества, так и в договорных отношениях с регионами (субъектами) Российской Федерации. Иначе говоря, в них изначально отсутствовал системный подход к обновлению современного общества. В центре системного реформирования современного общества должен стоять человек современной исторической эпохи, вбирающий в себя все положительные качества человека прошлого, в том числе и «человека экономического», и выходящий на новый уровень реализации общественных ценностей. Таковым является «человек экологический». Поэтому, выражаясь философским языком, он должен стать мерой системного реформирования общества. Как и почему? Постараемся на это ответить.

В процессе естественно-исторического развития вместе с природной и социальной средой эволюционирует и сам человек, воплощающий в себе диалектическое единство биосоциального. Поэтому, с одной стороны, в человеке отражается все многообразие происходящих в социоприродной среде изменений, с другой стороны, человек, обогащенный содержанием эволюционных и революционных изменений, сам выходит на новый уровень ценностей, реализовать которые способен только наделенный новыми качествами человек.

Мы считаем, что наиболее адекватной и емкой характеристикой человека, способного к системному реформированию современного общества, является определение «человек экологический». Как и любая дефиниция, понятие «человек экологический» требует раскрытия своего содержания, отражающего реальные социально-экономические процессы и тенденции, и определяющего их прогрессивное развитие. Только в таком случае «человек экологический» будет иметь право называться мерой системного реформирования общества, т.е. выполнять в нем роль цели и средства конструктивно-позитивных преобразований. В этой связи рассмотрим, во-первых, историко-гносеологическую природу «человека экологического», во-вторых, его содержательную сторону, обусловленную новой системой ценностей, потребностей и интересов и, в-третьих, функциональную структуру, реализующую новую систему хозяйственной мотивации, стимулирования производства и социально-экономической эффективности.

Итак, во-первых, с точки зрения развития методологии науки о человеке, в которой человек определялся как «человек разумный», «человек экономический», «человек политический» и т.п., «человек экологический» является формой диалектического снятия всех предыдущих определений. Иными словами, «человек экологический» включает в себя (содержит в себе) все предыдущие характеристики человека и одновременно поднимает его на новую высоту самореализации и системного решения современных проблем общества.

Во-вторых, «человек экологический» имеет многомерное содержание, которое определяется новой системой ценностей. Они (ценности) могут быть сведены к следующим основным типам потребностей и интересов современного человека и общества.

1. Физическим, заключающимся в первостепенной значимости для человека полноценной здоровой жизни, активном общении с природой, творческом долголетии, полноценном потомстве.
2. Духовным, реализуемым через сохранение и воспитание высоконравственных начал и морально-этических качеств новых поколений в сочетании с передовыми научно-образовательными системами, продуцирующими творческую активность человека в гармонии с природой.
3. Материальным, проявляющимся через технологическое совершенство малоотходных и безотходных технологий, промышленно-природных комплексов и т.д., которые отличаются от традиционно ресурсоемких высокой технической и социально-экономической эффективностью.

4. Социальным и коммуникативным, продиктованным необходимостью экономической и экологической безопасности, поддержания социально-политической стабильности, общих критериев выживаемости, условий труда, отдыха, своевременной информированности об экологических рисках, управляемости и т.д.

Все перечисленные качества «человека экологического» укладываются в новую теорию человеческого развития, которая идет на смену постепенно сходящим с исторической сцены теориям чисто экономического роста, чисто экономической прибыли и т.п., основанным на достижении чисто экономических количественных показателей и не учитывающим качественные аспекты жизни.

В-третьих, «человек экологический» имеет предметно и пространственно расширяющуюся, вполне реально работающую функциональную структуру, которая характеризуется новой системой мотивации в хозяйственной деятельности, вызванной к жизни следующими объективными особенностями современного этапа развития.

Во все времена существования рынка резкий взлет прибыли обеспечивали лишь те его сферы, которые существенно затрагивали массовую психологию. Поэтому, вслед за исчерпанием чисто экономических мотивов рынка, которые направляли стихию бесконечных спиральных циклов по кругу «производство – потребление», экологизация производства стала новым прогрессивным стимулом цивилизованного, социально-ориентированного рынка, но значительно более сильным, чем «вещные» цели и ценности общества, ибо речь зашла о самом главном для человека – его здоровье, полноценной деятельности и самой жизни.

В этой связи можно выделить следующие, наиболее характерные экономические стимулы экологизации производственной деятельности.

За последнее десятилетие в мире наблюдается интенсивное формирование емкого рынка экотехники и экотехнологии, в котором представлена продукция целых отраслей с многомиллионным оборотом. Это привело к развитию целых эколого-индустриальных комплексов, которые в совокупности с экологической инфраструктурой играют все более значительную роль в экономической и социальной жизни современных государств. Доля работников, прямо занятых только в производственно экологической сфере, колеблется от 7-10% от общей численности занятых в материальном производстве, что ведет к существенному сокращению безработицы и появлению новых профессий.

Следовательно, борьба с загрязнением природной среды становится новым фактором экономического развития, конкурентоспособности, повышения эффективности общественного производства, сокращения безработицы, решения многих социальных проблем. Отсюда вытекает и другая сторона воздействия экологической мотивации на экономические интересы производителей, которая связана с изменением потребительских предпочтений и структуры спроса. В настоящее время поведение потребителей на рынке уже в значительной степени обусловлено экологической чистотой продукции, за которую покупатели готовы платить более высокую цену. Всякая информация об экологической недоброкачественности продукции воспринимается крайне отрицательно. В результате, экономические отношения покупатель-продавец все более прочно завязываются и регулируются экологической репутацией производителя, поддерживать которую становится экономически выгодно. Подтверждением этому является международная система управления стандартами качества ISO-9000: 2000, без соблюдения которой достойное участие в мирохозяйственных процессах уже невозможно. В первую очередь это относится к отечественным предприятиям нефтедобывающей и нефтехимической промышленности, являющимся бюджетообразующими как на федеральном, так и на региональном уровнях. Более того, большинство крупных предприятий в этих отраслях являются градообразующими и, таким образом, определяющими и всю социально-экономическую инфраструктуру больших территорий, и уровень благосостояния, и качество жизни людей, проживающих на этих территориях.

Как положительный пример можно отметить современные стратегические ориентиры развития таких гигантов отечественной индустрии, как АО "Татнефть" и ОАО "Нижнекамскнефтехим", которые свидетельствуют, что даже в сложный переходный период возможно преодоление глубоко укоренившегося стереотипа хозяйственной деятельности, согласно которому затраты на охрану природы всегда, или почти всегда, особенно в экологически опасных производствах, увеличивают себестоимость продукции. В действительности комплексный переход к новым ресурсосберегающим технологиям, как правило, обеспечивает тройной – экологический, экономический и социальный эффект. Это подтверждается, например, переходом в ОАО "Нижнекамскнефтехим" с двустадийной технологии производства изопренового каучука на одностадийную технологию. Значительный экономический эффект в данном случае сопровождается значительным снижением загрязнения окружающей среды. Аналогичный результат, как правило, достигается и в тех случаях, когда новые технологии имеют сугубо природозащитное значение, т.к. это открывает новые возможности использования отходов, улучшения условий труда работников и т.д. При этом практический арсенал экономических методов воздействия весьма многообразен: от продажи прав на загрязнение до использования экологического страхования ответственности промышленных предприятий перед третьими лицами на случай загрязнения окружающей среды. Каждый из этих инструментов выполняет свою экономическую функцию и эффективен в конкретных условиях.

Настала пора синхронизировать сбалансированное эколого-экономическое развитие градообразующих производственных комплексов с устойчивым развитием эколого-экономической инфраструктуры городов. Для этого необходимо определение комплексной оценки экологического потенциала города как своеобразной границы, в пределах которой природная среда сохраняет способность адаптироваться к воздействию техногенных факторов. На наш взгляд, выявление экологического «порога» дает экологический ориентир не только для предприятия. Это позволило бы отслеживать экологическую ситуацию в динамике (пользуясь данными экологического мониторинга) практически на любом профессиональном уровне.

В основу оценочной (рейтинговой) модели должно быть положено понятие экологического потенциала города как базисного понятия в разработке методов по совершенствованию норм и правил, регулирующих оптимальные отношения между природой и обществом. В количественном отношении это понятие предполагает разработку нормативного материала и показателей предельной экологической нагрузки на природу.

Экологически нормативный материал, в свою очередь, характеризуется тремя моментами:

- индекс устойчивости, как показатель способности природной среды города (региона) адаптироваться к действию техногенных факторов;
- индекс качества, как обобщенный показатель степени воздействия техногенных нагрузок на конкретные фрагменты городской (региональной) среды;
- критерий экологического риска как показатель несоответствия природоохранных мероприятий реальной возможности адаптироваться к природной среде.

По вышеперечисленным критериальным показателям (индексы устойчивости, качества и экологического риска) определяется экологический рейтинг состояния города, т.е. условный интегральный балл экологической безопасности среды обитания и возможности развития в ней хозяйственной деятельности. Ранжировка осуществляется (с учетом имеющихся в отечественной литературе рекомендаций) по пятизональной системе:

1. Зона экологического благополучия – состояние природной среды города обеспечивает традиционные формы хозяйственной деятельности без ущерба для здоровья населения.

2. Зона экологического риска – состояние природной среды города имеет предельно допустимую нагрузку при существующих формах хозяйственной деятельности, развитие которых может привести к отрицательным последствиям для здоровья данной популяции.
3. Зона экологического кризиса – уровень абиотической среды города представляет угрозу для здоровья населения и требует частичной переориентации существующих форм хозяйственной деятельности.
4. Зона экологического бедствия – состояние природной среды требует полной переориентации существующих форм хозяйственной деятельности и внедрения комплекса природоохранных мероприятий для выживания популяции человека.
5. Зона экологической катастрофы – разрушение абиотической среды города перешло границу возможного проживания человека.

Введение зональных уровней в практику экологического регулирования позволяет реально выявлять пределы эксплуатационных возможностей ресурсопотребляющих производств, а следовательно, обоснованно отслеживать экологическую ситуацию по зональному признаку при размещении и развитии экономически перспективных хозяйственных объектов.

Создание информационно-прогностических моделей сбалансированного развития производственно-экологических систем является одним из важнейших направлений усилий общества по экологизации экономики. В широком смысле подобное моделирование следует рассматривать как один из способов замещения природных ресурсов информационными и перехода общественного производства на качественно новый уровень эколого-экономических отношений.

Исходной посылкой политико-экономического анализа данной проблемы должно являться, по нашему мнению, обоснование глубокой исторической и логической взаимосвязи между информатизацией общества, развернувшейся со второй половины XX в., и экологическим кризисом, который начался практически одновременно (с точки зрения общесторического процесса) с информационно-технологической революцией. Хотя истоки экологической катастрофы коренятся в более ранней эпохе – эпохе промышленного переворота и возникновении машинного производства.

Содержание и специфика современной стадии определяются принципиально новой ролью информации (знаний) в системе общественного производства. Информация превращается в своеобразный метаресурс, позволяющий перестроить структуру взаимодействия всех прочих экономических ресурсов.

Сущность информационной перестройки общественного производства заключается в переходе к антиэнтропийному типу взаимодействия природы и общества. Такое взаимодействие достигается, прежде всего, посредством создания информационно-коммуникативного комплекса, который позволяет организовать общение человека и природы на основе взаимного гармонического развития обеих сторон. Основными моментами такой организации взаимодействия общества и природы являются активное замещение природных ресурсов информационными, а также экологизация культуры и экономических отношений.

Термин «замещение» употребляется здесь в самом широком смысле слова. Данный тип ресурсозамещения, на наш взгляд, предполагает:

1. Уменьшение доли (в стоимостном объеме) вещества природы и увеличение доли информации. Если свести все многообразие ресурсов к двум основным видам – материально-энергетическим (природным) и информационным, то информатизация создает принципиальную возможность вытеснения большей части невоспроизводимых природных ресурсов из хозяйственного оборота (разумеется, такое замещение никогда не может быть полным).
2. Создание экологически чистых, ресурсосберегающих технологий.

3. Принципиальную возможность создания информационной модели, имитирующей те или иные фрагменты природной среды, что позволит избежать «ошибок» в использовании природных ресурсов.
4. Создание такой системы экологического мониторинга, которая позволит установить всеобъемлющий общественный контроль (на уровне каждого индивида) за рациональным природопользованием.
5. Смещение потребительских стандартов и самой структуры потребления в обществе в сторону духовного развития личности, что предполагает рационализацию потребления и уменьшение потребительской нагрузки на природу.

Значение информационного обеспечения природоохранной деятельности трудно переоценить. Как специфический ресурс, проявляющий себя в виде увеличения производительной силы человека и общества в целом, информация не только способствует вытеснению природных ресурсов благодаря более эффективному и экологически безопасному их использованию. Информационно-коммуникативный комплекс в перспективе открывает возможность создания информационной модели природы, которая, в свою очередь, позволит установить своеобразный диалог человека и природы, как основу их гармоничного взаиморазвития.

Интегрирующим результатом и главным двигателем вышеизложенных взаимосвязанных процессов становится «человек экологический». Именно в нем, как в собирательном образе, сфокусировано видение того, что экологически ориентированное производство, предпринимательство, экологическая репутация, экологическая информация, экологическое образование, воспитание и просвещение расширяют границы потребительной стоимости товаров, формируют современную идеологию потребления и, в конечном счете, – новую философию общественных ценностей.

Все это коренным образом изменяет приоритеты развития современного производства и общества в целом. Поэтому, с большой долей научного оптимизма, а также социально-экономического государственного прагматизма, можно говорить о «человеке экологическом», как о реально становящейся материально – духовной субстанции системного реформирования современного общества.

Мы полагаем, что именно такой поворот в изменении приоритетов общественного устройства может и должен быть положен в основу новой стратегии государственного развития России.

Мы считаем, что для практического воплощения такой возможности необходимо, чтобы вместе с научно-общественным пониманием роли и значения «человека экологического» сложилось бы и государственно-политическое понимание, способное объединить имеющийся потенциал специалистов и стратегически реализовать многоцелевое содержание «человека экологического» в новой системной программе реформирования российского общества.

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ

Ю.П. Седлухо, В.Л. Еловик

Белорусский Национальный Технический Университет, пр. Независимости д. 150, Минск – 220114, Беларусь

*В статье рассмотрены исторические предпосылки для создания методики расчета потребляемой насосом энергии отвечающей современным требованиям к инженерным расчетам. Так же приведены основы методики прямого расчета потребляемой энергии частотно регулируемым насосом, позволяющей в полной мере задействовать возможности вычислительной техники и повысить тем самым скорость получения и точность результатов. Использование самой методики в процессе ТЭО внедрения регулируемого привода на насосной станции позволит с достаточной точностью определить эффективность и целесообразность такого внедрения.*

Необходимость внедрения и использования энергосберегающих технологий в производственных процессах диктуется дефицитом и высокими ценами на энергетические и топливные ресурсы. Одним из основных направлений рационального использования энергии в водопроводно-канализационном хозяйстве (ВКХ) является применение насосов оборудованных регулируемым электроприводом (РЭП) для транспортировки чистых и сточных вод.

Идея использования частотно-регулируемого насоса для оптимизации энергозатрат появилась еще в первой половине прошлого века. Но сложность конструкции такого привода и низкая стоимость электроэнергии не способствовали развитию этого направления. Ситуация несколько изменилась в середине 70-х годов с развитием полупроводниковой техники. Создание принципиально новых электронных устройств – преобразователей частоты тока (ПЧТ) для управления насосными агрегатами значительно упростило с технической точки зрения процесс создания РЭП насосов. Но сохранившиеся невысокие цены на электроэнергию и высокая стоимость ПЧТ вновь ограничили внедрение таких систем. В современных условиях дефицита и постоянного возрастающей стоимости энергетических ресурсов, использование РЭП насосов оправдывает себя. Этому способствуют и современные достижения в микроэлектронике, значительно расширившие возможности ПЧТ.

Широкое распространение РЭП на насосных станциях систем ВКХ получил на протяжении последних 15 – 20 лет. Накопленный за это время опыт эксплуатации показал, что не всегда внедрение РЭП дает ожидаемые экономические результаты.

В первую очередь это связано с отсутствием соответствующей теоретической и методической базы. Стандартные методики разработаны для расчета и анализа режимов работы насосного оборудования при постоянной частоте вращения рабочего колеса центробежного насоса, поскольку ничего иного на момент разработки и не предполагалось. В результате, расчет режимов работы насоса с переменной частотой сводится либо к достаточно трудоемкой задаче рассмотрения работы насоса при каждой возможной частоте вращения рабочего колеса, либо к введению поправочных коэффициентов, учитывающих возможность изменения частоты вращения.

Во вторую очередь – при помощи стандартных методов, чаще всего графических, затруднительно учитывать режимы работы системы подачи и распределения воды в целом. Как правило, детально рассматривается либо насосная станция (система подачи воды), либо водоразборная сеть (система распределения воды). При этом режимы работы всей системы подачи и распределения воды (СПРВ) в целом не рассматриваются.

В третью очередь – достаточно сложно используя стандартные методы расчета определить затраты энергии на транспортирование воды насосом с РЭП и, как следствие, эффективность и экономическую целесообразность внедрения такого оборудования.

В результате всего вышесказанного, расчетные режимы работы системы могут значительно отличаться от фактических режимов. По этой причине, вопреки ожиданиям, эффект от внедрения РЭП на насосной станции может не только приблизиться к нулю, но и принять отрицательные значения.

Вопросам расчета и анализа режимов работы СПРВ посвящены работы многих исследователей, таких как: К. Пфлейдерер (K. Pfeleiderer), Е.А. Прегер, Л.Ф. Мошнин, В.Г. Ильин, Н.Н. Абрамов, В.П. Старинский, Б.С. Лезнов, Р. Карлсон (R. Carlson). В работах этих исследователей приводятся различные подходы, методы анализа, формы математического описания режимов работы СПРВ, как с использованием РЭП, так и без него. Но использование данных методов для ТЭО внедрения РЭП затруднено по нескольким причинам:

- узконаправленность методик – детальному рассмотрению подлежат отдельные компоненты СПРВ, наличие остальных компонентов учитывается по усредненным показателям или поправочным коэффициентам;
- низкая точность методик – погрешность расчетов по ряду методик составляет 15 – 20%, что не может удовлетворять требованиям современного инженерного расчета;
- трудоемкость расчетов – анализ режимов работы насоса с РЭП по ряду методик сопряжен с большим количеством трудоемких расчетов.

Исправить ситуацию может использование компьютерных технологий в процессах расчета и анализа СПРВ, так как появляется возможность оперировать любым объемом данных и рассматривать любое количество вариантов при низких затратах труда и времени. Но стандартные графические методики не позволяют в полной мере использовать потенциал ЭВМ, оставляя ему роль графопостроителя.

В виду этого, появилась необходимость, используя созданную теоретическую базу и возможности современной вычислительной техники для автоматизации расчетов, разработать новые методы расчета энергопотребления, учитывающей режимы работы всей СПРВ в целом.

В ходе анализа существующей теоретической базы расчета и анализа СПРВ и новых возможностей систем с РЭП, авторами была разработана методика прямого расчета потребляемой электроэнергии частотно-регулируемым насосом за расчетный период. Особенностью данной методики является не только то, что она позволяет рассчитывать энергопотребление насоса с РЭП, но и то, что насосный агрегат рассматривается не как обособленная единица, а как часть СПРВ. Т.е. режимы работы рассматриваемого насоса (системы подачи воды) напрямую зависят от режимов работы водоразборной сети (системы распределения воды).

Суть методики заключается в следующих положениях:

1. Рассмотрению подлежат насосы или насосные станции безбашенных систем водоснабжения, так как только в этом случае потенциал РЭП может быть реализован полностью. При этом допускаем, что емкость сети равна нулю и полностью отсутствуют нефиксированные утечки, в следствии чего подача насосом воды в сеть  $Q_n$  равняется величине водопотребления  $Q$  в данный момент времени.
2. Требуемый напор насоса  $H_{тр}$  необходимый для преодоления всех сопротивлений сети при любом значении водопотребления, выражается эквивалентной характеристикой системы определяющей усредненную зависимость требуемых напоров в сети от водопотребления [1] (1):

$$H_{тр} = H_r, \quad (1)$$

где

3. Потребляемая мощность насоса  $N$  с РЭП работающего в составе СПРВ напрямую зависит от значения водопотребления (2),

$$N = \zeta, \quad (2)$$

Более подробно данное положение рассмотрено в других работах авторов [2, 3]

4. Для любой системы СПРВ используя методы математической статистики и анализа можно определить характер распределения водопотребления во времени и определить функцию обеспеченности водопотребления (3):

$$t=f(Q). \quad (3)$$

При этом, учитывая положения 2 и 3, логично предположить, что потребляемая мощность насосом будет иметь ту же обеспеченность, что и водопотребление. В следствие этого, не сложно определить функцию обеспеченности потребляемой мощности (4):

$$t=f(Q). \quad (4)$$

5. Интегрируя функцию (4) в пределах от  $N_{\min}$  до  $N_{\max}$ , получаем суммарные затраты энергии на транспортирование воды в водоразборную сеть за расчетный период (5):

$$W_T = \int_{N_{\max}}^{N_{\min}} t. \quad (5)$$

Приведенные положения и составляют основу методики прямого расчета потребляемой энергии насосом с РЭП. Но в данном случае до конца остается нераскрытым вопрос определения функции обеспеченности водопотребления.

Решить данный вопрос можно двумя путями. Первый основывается на статистической обработке результатов наблюдения за водопотреблением в рассматриваемой СПРВ. В данном случае, чем больше объем исходной информации, тем достовернее результаты. Но к сожалению, не всегда имеется в наличии достаточный объем статистических данных, тем более если речь идет о вновь проектируемой системе. В этом случае можно прибегнуть к методике разработанной В.П. Старинским [4].

Данная методика основывается на законе трехпараметрического гамма-распределения. Для построения графика обеспеченности расходов водопотребления соответствующего данному закону определяются значения коэффициента вариации расходов водопотребления  $C_v$  и коэффициента асимметрии  $C_s$  распределения по формуле (6). При этом коэффициент вариации  $C_v$  предложено считать равным коэффициенту асимметрии  $C_s$  [4]:

$$C_v = C_s = 0,45 + 0,15 \cdot \left( \frac{K_{\max}}{K_{\min}} \right) + 0,55 \cdot \left( \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\min}} - 1 \right) - 0,075 \sqrt{|\ln N|}, \quad (6)$$



где  $K_{min}$  и  $K_{max}$  – коэффициенты суточной неравномерности [5];  $\alpha_{min}$  и  $\alpha_{max}$  – коэффициенты, учитывающие степень благоустройства жилой застройки населенного пункта, режим работы его предприятий и другие местные условия [5];  $N$  – число жителей населенного пункта, тыс. чел. Далее, используя значения коэффициентов  $C_v$  и  $C_S$ , строится зависимость обеспеченности  $p$  водопотребления  $Q$  выраженной в процентах или  $t$  – выраженной в единицах времени (рис. 1), в соответствии с предложенной автором таблицей [4, приложение 1].

Полученные кривые с достаточной степенью точности можно аппроксимировать полиномом вида (7) и (8) (достоверность аппроксимации  $R^2=0,9999$ ):

$$p = (a + bM + cM^2 + dM^3 + eM^4 + fM^5 + gM^6 + hM^7 + iM^8 + jM^9 + kM^{10}), \quad (7)$$

$$t = \frac{T}{100} (a + bM + cM^2 + dM^3 + eM^4 + fM^5 + gM^6 + hM^7 + iM^8 + jM^9 + kM^{10}), \quad (8)$$

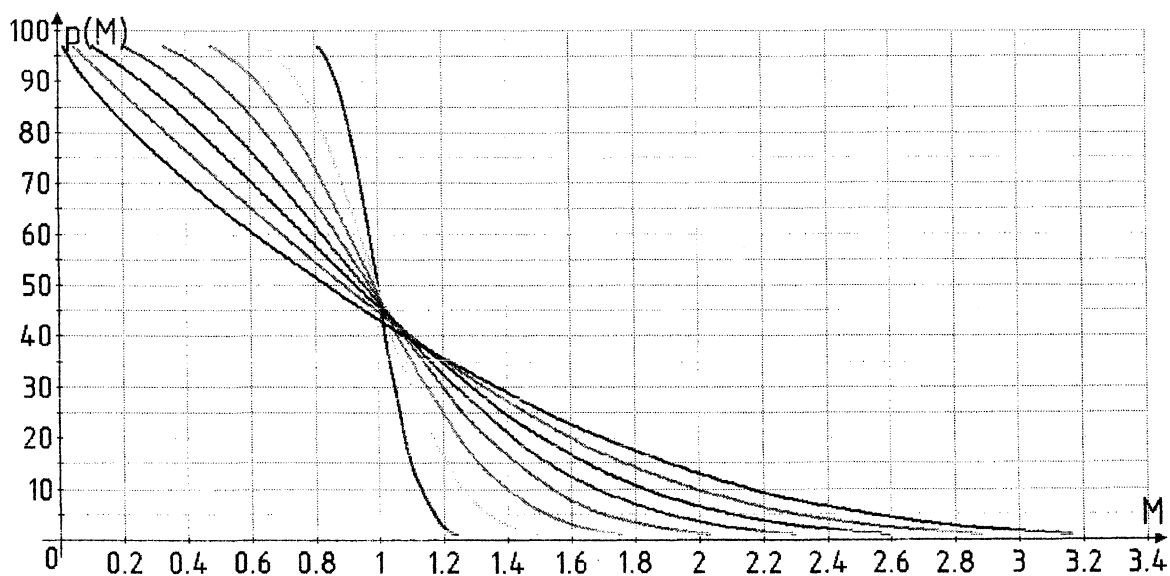
где  $M$  – модульный коэффициент:

$$M_i = \frac{Q_i - Q_{cp}}{Q_{cp}}, \quad (9)$$

$T$  – расчетный период водопотребления,  $Q_{cp}$  – среднее водопотребление за расчетный период;  $a, b, c, d, e, f$  и  $g$  – эмпирические коэффициенты обеспеченности, значения которых для значений  $C_v$  от 0,1 до 0,8 (шаг – 0,1) приведены в приложении А. Для промежуточных значений  $C_v$  коэффициенты  $a, b, c, d, e, f$  и  $g$ , как показывает практика, можно получить путем линейной интерполяции. Выражения (7) и (8) довольно громоздки и неудобны для ручного расчета, но при использовании современной вычислительной техники это не имеет большого значения.

Проинтегрировав выражение (9) при определенном значении  $C_v$  в пределах от  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$  получаем величину потребленного за расчетный период объема воды  $Q_T$ :

$$Q_T = \int_{Q_{max}}^{Q_{min}} t dQ \quad (10)$$



$p(M)$  – обеспеченность водопотребления выраженная в процентах от продолжительности расчетного периода;

**Рисунок 1.** Кривые обеспеченности водопотребления для значений  $C_v$  от 0,1 до 0,8

Таким образом, использование кривых обеспеченности более полно характеризует интенсивность и распределение водопотребления во времени. Возможность определения объема потребленной воды за расчетный период позволяет говорить о возможности определения потребляемой энергии за этот же период.

Разработанная методика позволяет прямым расчетом определить количество энергии расходуемой насосным агрегатом с РЭП на подачу воды систему распределения воды. При этом учитываются режимы работы не только самого насоса, но и режимы водопотребления и распределение водопотребления во времени, что позволяет учесть особенности рассматриваемой СПРВ. Разработанная методика может быть применена:

- при анализе эффективности работы существующих систем подачи воды с целью совершенствовании технологического режима подачи воды;
- при разработке рекомендаций для реконструкции или переоборудованию объектов насосного хозяйства СПРВ;
- при строительстве новых и реконструкции существующих СПРВ на стадиях обоснования инвестиций и подбора оборудования для определения оптимального варианта проектирования.

При использовании данной методики в инженерных расчетах, становится возможным достаточно точно определить эффективность внедрения РЭП в СПРВ.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках / Б.С. Лезнов. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 360 с.
- Еловик В.Л. Анализ режимов работы однотипных насосов, оборудованных регулируемым приводом / В.Л. Еловик, Ю.П. Седлухо // Вода и экология: Проблемы и решения. – 2006. – №2(27). – С. 68 – 75.
- Еловик В.Л. Анализ работы разнотипных насосных агрегатов с применением регулируемого привода / В.Л. Еловик, Ю.П. Седлухо // Culegere de articole III Internacionala conferinta tehnico-stiintifica “Probleme Actuale ale urbanismulu si amenajarii teritoriului”. Vol 2. / com. org.: N. Grozavu, ... – Chisinau, 2006. – p. 149 – 153.
- Старинский В.П. Технологические гидравлические и технико-экономические расчеты в водоснабжении: уч. пособ для вузов по спец. водоснабжение и канализация / В.П. Старинский. – Мн.: Выш. шк. 1985 – 200 с.
- Строительные нормы Респ. Беларусь. Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования: СНБ 4.01.01-03. – Введ. 30.12.03. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 2004. – 30 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД ПЛАЗМОЙ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

### **В.П. Зволинский**

Доктор химических наук, профессор  
Заведующий кафедрой  
Российский университет дружбы народов  
экологический факультет



### **В.П. Бахар**

Кандидат экономических наук  
директор ЗАО «Техносистема-ЭКО»



### **И.А. Святкин**

Кандидат химических наук, доцент  
Российский университет дружбы народов,  
экологический факультет  
начальник лаборатории ЗАО «Техносистема-ЭКО»



### **Введение.**

В прошедшие 10–12 лет в условиях рыночных отношений в России, практическое решение проблем экологии не пользовалось необходимым приоритетом. Только в последние годы начавшегося экономического подъёма интерес к решению этих проблем стал переходить из теоретической в практическую плоскость. Однако, начавшийся финансовый, а затем и экономический кризис серьёзно подорвали перспективы оздоровления ситуации в области экологии. Среди этих проблем можно выделить как одну из приоритетных проблему чистой пресной воды. Население России с её громадными водными ресурсами пока ещё не чувствует остроту этой проблемы, а по данным ООН в 2009 году более 30% населения планеты не имело необходимого доступа к чистой пресной воде. Эти же проблемы, хотя и в меньшей степени, становятся актуальными и для России. Более 60% городов с населением 0,5—1,0 млн. человек характеризуются острой экологической обстановкой. На урбанизированных территориях обостряется проблема загрязнения водоемов и обеспечения населения качественной питьевой водой. Из года в год нарастает износ очистных сооружений и систем водоснабжения и канализации, более 40% сетей которых требуют полной замены. Не отвечает нормативным требованиям качество воды в большинстве водных объектов России. Основные реки России имеют высокий уровень загрязнения из-за сбросов сточных вод, перегруженности и низкой эффективности очистных сооружений.

Выделим среди водных экологических проблем несколько: а) низкое качество питьевой воды, доступной населению; б) загрязнение окружающей среды сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий, предприятий торговли и сферы обслуживания, хозяйственными и бытовыми водами; в) плачевное состояние коммунальных систем водоснабжения и канализации.

## 1. Метод очистки воды плазмой газового разряда.

Методы обработки загрязненной воды плазмой газового разряда достаточно известны [1,2], но в силу ряда причин не получили широкого распространения. Авторам настоящей статьи в составе коллектива исследователей и разработчиков удалось разработать и практически реализовать метод, при котором под воздействием плазмы тлеющего разряда в загрязненной воде протекают различные физико-химические процессы, приводящие как к очистке воды от широкого спектра загрязняющих веществ, так и к стабильному и устойчивому изменению её физических, химических и биологических свойств.

Анализ проблем водоочистки и экономических условий их решения приводит к выводу, что без использования новых эффективных технологий их своевременное решение вряд ли возможно. К числу таких инновационных технологий и оборудования по нашему мнению относится технология и оборудование очистки загрязнённых водных растворов, основанные на патентуемом методе [3].

**Метод очистки и обеззараживания загрязнённых вод различного происхождения и доочистки (подготовки) питьевой воды плазмой комбинированного газового разряда** заключается в одновременном воздействии на воду или водный раствор всей совокупности факторов плазмы комбинированного газового разряда, в том числе: излучения в ИК-, видимой и УФ- областях спектра, радиочастотного излучения, ударных акустических волн, потока заряженных частиц, и, кроме того, дополнительно переменного или постоянного магнитного поля. Подбирая соответствующие частотные характеристики воздействия, можно в отдельных случаях достигнуть параметрического характера взаимодействия плазмы газового разряда с загрязнённой и заражённой водой или водным раствором, что соответственно повышает его эффективность. Возможность многочастотного и широкодиапазонного воздействия на загрязнённую и заражённую воду или водные растворы позволяет селективно обрабатывать различные загрязняющие вещества в области характеристических частот.

Одновременное воздействие всех факторов комбинированного газового разряда на загрязнённую воду или водные растворы создаёт в области взаимодействия воды и плазмы (в основном в пограничном слое) преимущественные условия для протекания химических реакций и физических процессов, приводящих к очистке и обеззараживанию воды или водных растворов. В том числе таких реакций, как: окисление и восстановление примесей, их взаимодействие с активными частицами, генерируемыми в разряде; взаимодействие с излучением в РЧ, ИК, УФ и видимом диапазонах, взаимодействия с ударными акустическими волнами и взаимодействия с потоком заряженных частиц. Обработка воды или водных растворов плазмой комбинированного газового разряда приводит к изменению структуры воды, её кластеры при этом уменьшаются в размерах. Происходит генерация реакционноспособных частиц и компонентов таких как: ионы и радикалы водорода, кислорода, гидроксила, перекисные соединения, перекись водорода и др. Тем самым вода или водный раствор становится каталитической средой для протекания вышеупомянутых реакций.

Загрязняющие вещества в результате взаимодействия загрязнённой воды или водных растворов с плазмой комбинированного газового разряда либо переходят в нерастворимую или слаборастворимую форму, либо полностью или частично разрушаются, либо образуют новые нетоксичные соединения. Заражающие компоненты: бактерии, вирусы, мицелии полностью дезактивируются, а их останки разрушаются. Практически этот метод был реализован следующим образом: на тонкую плёнку загрязнённого водного раствора, текущую по поверхности катода плазмохимического реактора (Рис. 1), воздействуют плазмой газового разряда.

Новизна метода заключается в специальных видах применяемых импульсных газовых разрядов, способах предварительной ионизации среды и алгоритмах (режимах)

воздействия на загрязнённую среду. Подчеркнём, что очистка воды осуществляется без применения каких-либо химических реагентов.

## 2. Технология и оборудование очистки и обеззараживания загрязнённых вод плазмой газового разряда.

Технология и оборудование плазменной очистки загрязнённых вод позволяет очищать воду от:

- Ионов тяжелых металлов, включая: Fe, Mn, Al, Ag, Ni, As, Co, Cu, Pb, Zn, Mo, Sr, Ti, V, Zr, Cd, Cr, Hg ;
- Различных радионуклидов искусственного и естественного происхождения;
- Органических веществ (растительного, животного, искусственного происхождения), включая продукты нефтепереработки;
- Неорганических загрязнителей (фториды, цианиды и др.);
- Различных ядов, токсинов, диоксинов, поверхностно-активных веществ и пр.;
- Бактерий, вирусов и мицелий.

Технология плазменной очистки позволяет эффективно очищать сточные воды от загрязняющих веществ, исходные концентрации которых составляют от нескольких миллиграммов до нескольких граммов на литр, до финальных концентраций, разрешенных к сбросу в открытые водоемы или канализацию. Очистка воды от загрязнителей может производиться, что весьма принципиально, при всевозможных комбинациях загрязняющих веществ. Объёмы обрабатываемых сточных вод могут варьироваться от единиц до сотен кубических метров в час.

Плазменная технология позволяет также проводить доочистку питьевой воды от указанных выше веществ и, что не менее важно, одновременно уничтожает находящиеся в воде бактерии и вирусы без использования каких-либо химических реагентов.. При этом процесс плазменной очистки не приводит к изменению естественного содержания в воде солей щелочных и щёлочноземельных металлов, крайне необходимых для жизнедеятельности человека, животных и для роста растений. Концентрация веществ, содержащихся в воде после очистки, соответствует самым строгим стандартам, предъявляемым к питьевой воде. Кроме этого, улучшается качество питьевой воды, размер её кластеров уменьшается, меняется её энергетическое состояние. Такая вода обладает рядом терапевтических свойств, улучшает обмен веществ. Очищенная плазмой вода по своим свойствам близка к родниковой или к воде с тающих ледников.

Следует заметить, что метод плазменной обработки воды малоэффективен по отношению к избыточному содержанию в воде солей кальция и магния.

Технологии плазменной очистки воды от загрязняющих веществ, подготовки питьевой воды были практически апробированы во время натурных испытаний в реальных условиях в России, на Украине и в США. Эти испытания на практике доказали высокую эффективность метода плазменной очистки сточных вод горнорудного производства от тяжёлых металлов и цианидов, стоков, содержащих нефтепродукты и тетрахлорэтилен, который используется при химической чистке одежды, морской воды, загрязнённой бензином и дизельным топливом [4].

Воздействие плазмы газового разряда на загрязнённую (очищаемую) воду осуществляется в условиях относительного вакуума (20 - 200 тор), разряд зажигается в парах воды и остаточного воздуха. В качестве рабочего разряда используется комбинированный или несамостоятельный тлеющий разряд, который поддерживается высокочастотным предионизирующим разрядом. (См. **Фото 1**).

Параметры рабочего разряда: рабочее напряжение – 350 - 850 вольт; рабочий ток - 0.1 - 5 ампер на анод; частота рабочих импульсов тока от 0 до 25 КГц, коэффициент заполнения 10-90%. Параметры предионизирующего разряда: частота 20-100 КГц,

амплитудное напряжение от 1 до 3 квольт. Расстояние между электродами в реакторе от 5 до 12 мм. Толщина обрабатываемой водяной плёнки от 0.3 до 1 - 1.5 мм.

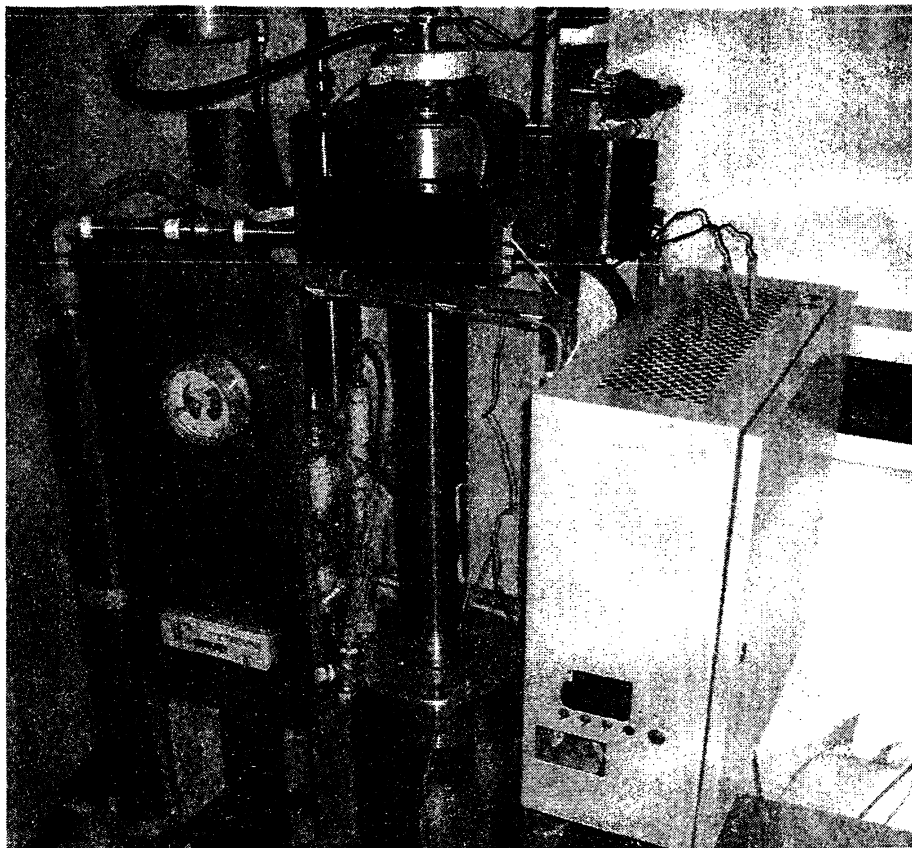


Фотография 1.

На **Фото 2** приведена экспериментальная установка плазменной очистки воды. При конструировании плазменного очистного оборудования был использован модульный принцип. Установка по очистке требуемой производительности собирается из необходимого числа функционально законченных модулей. Ключевым элементом модуля является плазмохимический реактор. Он представляет из себя вертикально расположенную камеру, изготовленную из трубы из нержавеющей стали, являющуюся катодом. В центре камеры находится шестисекционный анод, каждая секция которого выполнена из вольфрамового сплава и отделена от соседней керамическими изолирующими вставками. Система электропитания обеспечивает подачу электрических импульсов предионизирующего и рабочего разрядов на электроды, при этом имеется возможность задания различных рабочих режимов на каждую отдельную пару секций анода.

Очищаемый водный раствор подается в камеру реактора через форсунки впускного кольца, расположенные сверху камеры реактора так, чтобы обеспечить равномерное стекание очищаемой жидкости по её стенкам. Специально обработанная внутренняя поверхность камеры обеспечивает турбулентный характер потока.

Параметры установок плазменной очистки сточных вод и доочистки питьевой воды приведены ниже в **Таблицах 1 и 2** соответственно.



Фотография 2.

Таблица 1.

Тип системы	Произв. очистки сильно загрязнённых вод м <sup>3</sup> в сутки	Произв. очистки умеренно загрязнённых вод м <sup>3</sup> в сутки	Ориентиров. стоимость долларов США	Габариты (м*м*м*) Вес (кг)	Энергопотребление
Система «Плазма-50СВ»	50	75	16 000	0.6*1*1.8 250	1-5 кВт*час/м <sup>3</sup> для сточных вод умеренного загрязнения;
Система «Плазма-350 СВ»*)	350	525	99 900	3*2.4*2.6 3000	5-10 кВт*час/м <sup>3</sup> для сточных вод сильного загрязнения;
Система «Плазма-700 СВ»**)	700	1050	175 000	6*2.4*2.6 6000	1-2 кВт*час/м <sup>3</sup> для обеззараживания

\*) размещается в стандартном 10-и футовом контейнере;

\*\*\*) размещается в стандартном 20-и футовом контейнере.

Таблица 2.

Тип системы	Произв. доочистки питьевой воды из артезианских скважин м <sup>3</sup> в сутки	Произв. доочистки питьевой воды из открытых водозаборов м <sup>3</sup> в сутки	Ориентиров. стоимость долларов США	Габариты (м*м*м*) Вес (кг)	Энергопотребление
Система «Плазма-50 ПВ»	120	75-100	18 000	0.6*1*1.8 250	1-2 кВт*час/м <sup>3</sup> - очистка и дебактеризация
Система «Плазма-350 ПВ»*)	850-1000	500-675	112500	3*2.4*2.6 1200	питьевой воды из открытых водоёмов; 0.5-1 кВт*час/м <sup>3</sup> -
Система «Плазма-700 ПВ»**)	1700-2000	1000-1350	197000	6*2.4*2.6 2400	дебактеризация и доочистка питьевой воды из артезианских скважин

\*) размещается в стандартном 10-и футовом контейнере;

\*\*) размещается в стандартном 20-и футовом контейнере.

### 3. Конкурентные преимущества и экономическая эффективность технологии плазменной очистки загрязнённых вод.

Технология и оборудование плазменной очистки отличаются в выгодную сторону от имеющихся технологий рядом конкурентных преимуществ, в том числе:

- конструктивных: модульная структура, быстрое развёртывание, адаптивность по производительности и к пиковым нагрузкам, мобильность, лёгкая интегрируемость в действующую инфраструктуру, небольшой физический объём оборудования и отсутствие больших резервуаров, а также малая площадь размещения;

- эксплуатационных: отсутствие расходных химических реагентов;

- технических: универсальность по видам и комбинациям загрязнителей. эффективность в широком диапазоне исходных концентраций загрязнителей, высокая эффективность очистки;

- экономических: минимальные капитальные затраты, в том числе практически полное отсутствие затрат на строительство, высокие показатели по критерию «эффективность-стоимость», низкие эксплуатационные расходы.

По своей целевой эффективности эти технологии и оборудование превосходят большинство действующих технологий очистки загрязнённых вод, а по критерию «эффективность-стоимость» выгодно от них отличаются. Например: технология плазменной очистки питьевой воды обладает рядом существенных конкурентных преимуществ перед системой на основе обратного осмоса не только по параметрам целевого применения (для неё не нужна система бактериального обеззараживания и система обезжелезивания), но и по экономическим параметрам. Так, например, при равной эффективности очистки система на основе обратного осмоса производительностью 24 м<sup>3</sup> в час (576 м<sup>3</sup> в сутки) в 2.5 раза дороже по капитальным затратам и в 6 раз дороже в эксплуатации.



Система плазменной очистки вод, загрязнённых нефтепродуктами, по целевой эффективности не уступает известной технологии “ Macro Porous Polymer Extraction (MPPE)” при очистке вод, загрязнённых ароматическими и алифатическими углеводородами и превосходит её при очистке вод, загрязнённых фенолами, крезолами, гликолями и метанолом; имеет в несколько раз более компактный рабочий объём; в 8-10 раз более экономична по капитальным затратам и в 5 раз по операционным расходам. При этом до недавнего времени система MPPE считалась самой эффективной на рынке, а по экономическим показателям более чем в три раза превосходила все другие технологии очистки. Системы плазменной очистки также весьма эффективны по параметру удельных капиталовложений на кубометр очищаемой воды в сутки. Данные по системам разной производительности приведены в **Таблице 3**.

**Таблица 3**

Тип системы	Удельные кап.затраты на очистку 1 м <sup>3</sup> в сутки умеренно загрязнённых вод (тыс. долларов США)	Удельные кап.затраты на очистку 1 м <sup>3</sup> в сутки сильно загрязнённых вод (тыс. долларов США)
Плазма- 50 СВ	0.24	0.36
Плазма-350 СВ	0.190	0.285
Плазма-700 СВ	0.167	0.25

#### 4. Области применения технологии и оборудования плазменной очистки воды.

Предварительные результаты исследования рынка показали, что имеется растущий спрос на:

- системы очистки сточных вод, которые могут очищать воду от «сложных» загрязнителей и которые могут быть легко интегрированы в действующие системы очистки стоков и требующие сравнительно небольших капитальных вложений;
- системы очистки питьевой воды, обладающие дополнительными возможностями по сравнению с существующими, различной производительности (от малой до средней) и которые могут очищать воду, как от сложных для очистки загрязнителей (тяжёлые металлы, хром, ртуть, радионуклиды, токсические вещества, ПАВы, нефтепродукты и пр.), так и обеспечивать эффективную дебактеризацию воды без использования химических реагентов (хлор, озон и др.);
- системы очистки сточных вод и системы подготовки питьевой воды, которые могут размещаться непосредственно в местах использования воды или возникновения загрязнённых вод (системы “Point of Entry(POE)/Point of USE (POU)”) Эти требования в основном удовлетворяются технологией, основанной на плазменной обработке воды.

Использование плазменных технологий очистки промышленных и бытовых сточных вод позволит без существенных потерь в экономической эффективности производства реконструировать очистные сооружения действующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Оснастить очистными сооружениями создаваемые предприятия (в первую очередь предприятия малого и среднего бизнеса), тем самым значительно улучшив экологию окружающей среды и повысив экологическую безопасность

производства. Это в полной мере относится и к предприятиям сферы торговли, обслуживания, медицины, например: автозаправочных станций, автомоек, химических чисток, торговых центров, поликлиник и частных медицинских центров, молокозаводов и предприятий по переработке сельскохозяйственных продуктов, молочных, мясных и птицеводческих ферм и др. Применение этих технологий также эффективно при природовосстановительных мероприятиях, что могло бы позволить вернуть в хозяйственный оборот значительное число утраченных водоёмов.

В реконструкции и техническом перевооружении коммунального хозяйства, которые не только назрели, но и являются сейчас неотвратимой необходимостью, также найдётся значительная ниша для технологий и оборудования плазменной очистки как при доочистке питьевой воды (даже при ужасном состоянии водопроводной системы установка систем плазменной очистки питьевой воды на вводе в жилые кварталы или дома восстановит без всяких химических реагентов самое высокое качество питьевой воды), так и при очистке бытовых сточных вод (здесь не требуются большие объёмы капитальных вложений и никакого нового капитального строительства). По нашему мнению технологии и оборудование плазменной очистки воды могут быть эффективно использованы:

- муниципалитетами или уполномоченными фирмами в небольших и средних по размеру населённых пунктах в рамках реформы ЖКХ при реконструкции, восстановлении или создании систем централизованного водоснабжения и муниципальной канализации;
- при строительстве объектов жилищного строительства в местах массовой застройки и объектов элитного жилья (коттеджи, таунхаусы, элитные дома);
- при создании отдельно стоящих объектов социального, культурно-спортивного и медицинского назначения.
- службами МЧС (с оборудованием в мобильном исполнении).

Внедрение плазменных технологий доочистки и дебактеризации питьевой воды позволит существенно улучшить качество последней, и, в силу их экономической доступности, поможет сделать доступной питьевую воду высокого качества для широких кругов населения России независимо от их места проживания и тем самым улучшить качество жизни людей.

---

#### *Литература:*

1. *W.L.Hudson*. Treatment of liquids with electric discharges. //Rep. of American Institute of Chemical Engineering, 1979.
  2. *A.Hickling*. Electrochemical processes in glow discharge at the gas solution interface. //J. of Electroanalytical Chem., 1964, pp.329-373.
  3. *А.Б.Заика, В.П.Бахар* «Способ обработки воды и водных растворов плазмой газового разряда и устройство для его осуществления», РСТ/RU2007/000126 от 29 марта 2007 года, **WO 2008/127135**.
  4. *В.П.Бахар, А.Б.Заика, В.П. Кузнецов, И.А.Святкин*, «Технология плазменной очистки загрязнённых вод и активации водных растворов», Экология промышленного производства, № 1, 2008, стр. 69-73.
-

## ТОРОИДАЛЬНАЯ МИКРОВОЛНОВАЯ ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ЛАМПА, КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Бархударов Э.М., Козлов Ю.Н., Коссы́й И.А., Мисакян М.А., Простаков Н.Ю.,  
Цыбульский А.С.

В настоящее время большое внимание уделяется обеззараживанию воды ультрафиолетовым излучением. К положительным сторонам этого метода относят технологическую простоту схемы облучения, отсутствие химикатов и практически полное обеззараживание воды, а вкусовые качества и химический состав воды не изменяются.

Одним из основных факторов, сдерживающих развитие технологий УФ-обеззараживания, являются большие эксплуатационные расходы на периодическую замену газоразрядных УФ-ламп. При эксплуатации УФ-установок для обеззараживания питьевых, хозяйственных и сточных вод, стоимость периодической замены ламп составляет до 50% от всех эксплуатационных расходов. Это указывает на важность создания УФ-ламп большой мощности и с большим ресурсом работы, которые могли бы повысить эффективность бактерицидных УФ-установок и установок с УФ-лампами для промышленного применения.

Одним из наиболее перспективных путей повышения срока службы ламп и, соответственно, удешевления УФ-технологий, является переход к безэлектродным лампам, позволяющие полностью избавиться от ограничений, связанных с процессами деградации электродов и напылению внутренних стенок ламп, которые в свою очередь приводят к снижению УФ излучения (рис.1) в области максимума бактерицидной кривой (рис.2).

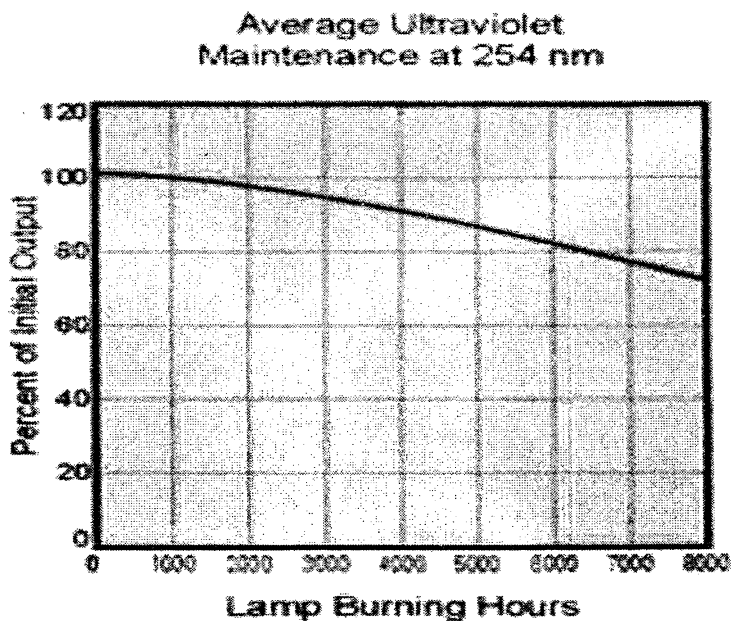


Рис.1. Зависимость интенсивности излучения электродных ламп от времени на длине волны 254 нм

### Germicidal Effectiveness as Related to Wavelength

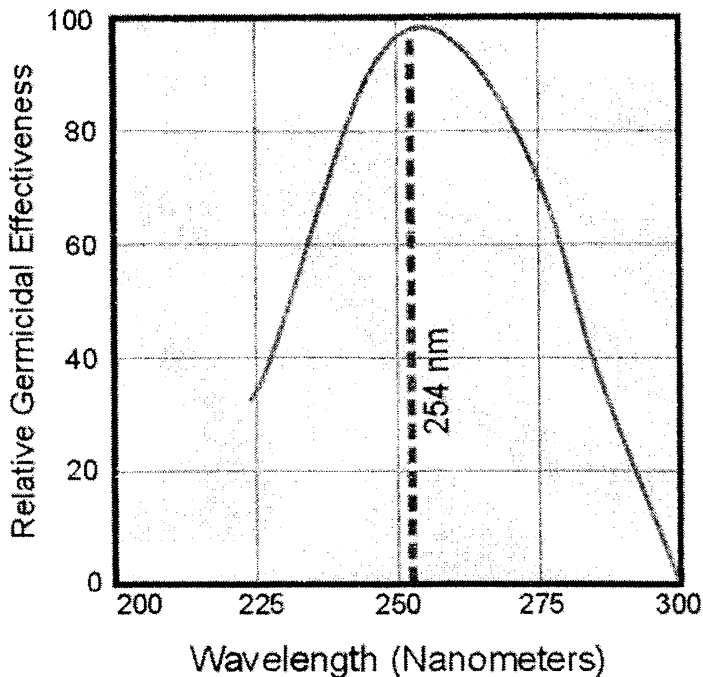


Рис.2 График эффективности уничтожения бактерии в зависимости длины волны в области 200-300нм.

Для решения этой задачи в ИОФ РАН (г. Москва) были разработаны УФ микроволновые безэлектродные лампы, а также на их основе опытно-экспериментальная установка (рис.3) для обеззараживания воды и дезинфекции воздуха [1-3].

Эффект обеззараживания зависит от интенсивности излучения бактерицидной области излучения ламп.

Целью нашей задачи было измерение интенсивности излучения безэлектродной коаксиальной лампы в УФ бактерицидной области (на длине волны 253,7 нм).

Схематическая конструкция микроволновой установки с использованием безэлектродной тороидальной лампы приведена на рис. 1. Микроволновое излучение, генерируемое магнетроном 10 на частоте 2.45 ГГц (с длиной волны 12,4 см) проходит в область, где находится безэлектродная микроволновая лампа 2, через петлю связи 9 и отрезок прямоугольного волновода 8. В лампе, которая находится между внешним 3 и внутренним 1 электродами, зажигается микроволновый разряд, который равномерно заполняет внутренний объем лампы 2.

Для определения мощности излучения безэлектродной лампы в области УФ нами было выбрано метод химической актинометрии [4], которая наиболее подходит для нашей конфигурации. В основе химической актинометрии, которая достаточно хорошо изучена [5, 6], лежат фотохимические реакции, протекающие под воздействием УФ излучения.

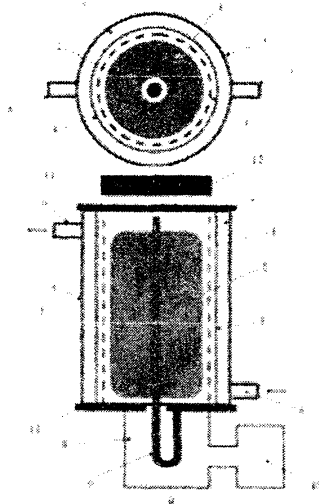


Рис.3. Микроволновый источник УФ излучения для обработки жидкостей на основе тороидальной безэлектродной лампы:

1 – внутренний электрод коаксиального волновода, 2 – безэлектродная УФ лампа (БЭУФЛ), 3 – внешний электрод коаксиальной линии, 4 – кварцевая трубка, 5 – емкость для обрабатываемой среды (ЕОС), 6 – патрубки для прокачки воды, 7 – объем, занятый водой, 8 – отрезок прямоугольного волновода, 9 – петля связи, 10 – СВЧ-генератор (магнетрон), 11 – торцевые фланцы, 12 – вентилятор.

Наилучшим и наиболее часто используемым химическим актинометром является ферриоксалат калия, так как он поглощает свет в широком диапазоне длин волн и имеет высокие квантовые выходы. Ферриоксалатный актинометр представляет собой раствор соли  $[K_3Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$  в 0.1 н. серной кислоте.

Двухвалентное железо, которое образуется при фотолизе ферриоксалата, дает окрашенный комплекс с 1,10-фенантролином. Измеряя интенсивность окраски этого комплекса с помощью спектрофотометра, можно определить количество образовавшихся ионов  $Fe^{2+}$  и отсюда интенсивность источника света.

Количество квантов света с помощью химического актинометра определяется по количеству продукта фотохимической реакции с заранее известным квантовым выходом:

$$I = \frac{N}{\Phi \cdot t \cdot (1 - 10^{-D})}, \quad (1)$$

где  $N$  — число образовавшихся молей продукта;  $\Phi$  — квантовый выход образования продукта;  $t$  — время облучения;  $(1 - 10^{-D})$  — коэффициент, учитывающий долю поглощенного света (он обычно равен 1, так как концентрация актинометра чаще всего выбирается такой, чтобы обеспечить полное поглощение света).  $D$  — оптическая плотность раствора комплекса при 510 нм.

При изготовлении актинометрической жидкости мы руководствовались тем, что несмотря на то, что спектр поглощения актинометрической жидкости простирается от 200 до 300 нм, в нашем случае, в основном мы измеряем линию излучения ртути 253,7 нм, т.к основная энергия излучения в УФ области в спектре безэлектродной лампы соответствует именно этой длине волны (рис.4).

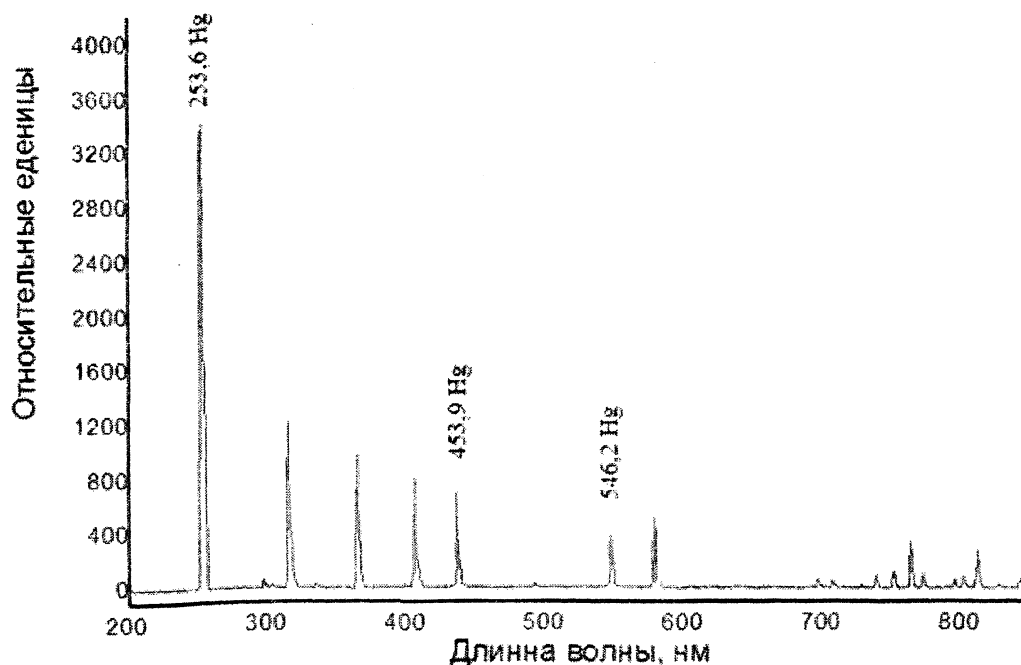


Рис.4. Спектр излучения безэлектродной УФ лампы

В результате экспериментов было установлено, что при изменении мощности магнетрона в пределах 100-600 Вт УФ излучение на длине волны 253,7 нм меняется в пределах 54- 120Вт. Соответствующая приведённым значениям потребляемых и излучаемых мощностей эффективность трансформации электроэнергии в биологически активный ультрафиолет исследуемой микроволновой лампы составляет величину  $\eta \leq 110$  лм/Вт, что находится на уровне лучших электродных аналогов (например, лампы Philips TUV).

Помимо обеззараживания воды, воздуха и поверхности материалов, разработанные лампы также могут быть использованы для проведения любых фотохимических реакций, происходящих при воздействии УФ-С излучения (например, модификация полимерных материалов, синтез лекарств, и т.д.).

#### Литература

1. Косый И.А., Бархударов Э.М., Мисакян М.А., WO2007/048417.
2. Бархударов Э.М Косый И.А, Бховмик Л., Мисакян М.А., RU113873 U1
3. Low-pressure microwave discharge in an Ar/Hg mixture as a UV source. E.M.Barkhudarov, I.A.Kosyiy, N.I.Malykh, M.A.Misakyan, I.M. Taktakishvili 28<sup>th</sup> ICPIG, July 15-20, 2007, Prague, Czech Republic.
4. Hatchard C.G., Parker C.A., 1956. A new sensitive chemical actinometer: II. Potassium ferrioxalate as a standard chemical actinometer. Proc. R. Soc. Ser. A 235, 518
5. Мельников М.Я., Иванов В.Л., Экспериментальные методы химической кинетики., Фотохимия. Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 125 с.
6. ГОСТ 16948-79 Источники света искусственные., Метод определения плотности потока энергии ультрафиолетового излучения

## КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Колесников Владимир Александрович**, д.т.н., ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», ректор, [rector@muctr.ru](mailto:rector@muctr.ru), 125047 РФ г. Москва, Миусская пл., д.9

**Каграманов Георгий Гайкович**, д.т.н., ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», заведующий кафедрой мембранной технологии, [kadri@muctr.ru](mailto:kadri@muctr.ru), 125047 РФ г. Москва, Миусская пл., д. 9

**Фарносова Елена Николаевна**, к.т.н., ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», ассистент кафедры мембранной технологии, [farelana@rambler.ru](mailto:farelana@rambler.ru), 125047 РФ г. Москва, Миусская пл., д. 9

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, тяжелые металлы (ТМ), мембранные и традиционные методы

**Аннотация:** Тяжелые металлы являются основными компонентами технологических сточных вод. Разработка технологии очистки является сложной научной и инженерной задачей. Наиболее перспективным и эффективным решением является комбинация традиционных и инновационных мембранных методов. В РХТУ им. Д.И. Менделеева ведутся разработки процессов и технологических схем очистки стоков различного происхождения.

### Введение

В мире, как известно, наблюдается острая нехватка питьевой и технологической воды надлежащего качества, поэтому проблемы водоподготовки играют ведущую и все возрастающую роль. Индустриальная деятельность сопровождается непрерывным сбросом многообразных по своему химическому составу сточных вод, которые, попадая в источники питьевой воды, создают серьезную угрозу природной среде и здоровью людей.

В такой ситуации международные организации и правительства многих стран вынуждены усиливать требования к качеству сбросных вод и осуществлять их строгий контроль, что приводит к удорожанию стоимости питьевой и технологической воды. Предприятия вынуждены нести значительные потери денежных средств в результате выплаты штрафов за сброс сточных вод ненадлежащего качества, что является результатом работы устаревших сооружений, не отвечающих мировым стандартам.

Поэтому, возникает необходимость инновационных, научно-обоснованных подходов в водоочистке и водоподготовке.

Перспективным для решения большей части проблем водоочистки и водоподготовки является применение технологий на основе мембранных методов.

Считалось, что мембранные технологии относительно дороги для массового применения в водоочистке. Однако, в последнее время произошёл прорыв в технологии производства мембран, удешевились готовые элементы, резко повысилась их производительность и селективность разделения, а, следовательно, снизились эксплуатационные и капитальные затраты. Все это позволило мембранным методам, значительно превосходящим по эффективности «традиционные», морально устаревшие способы, составить им серьезную конкуренцию и постепенно замещать их на рынке очистки воды.

Основные преимущества мембранных процессов: высокая степень очистки, достигаемая уже на первой ступени разделения, малые расходы реагентов, компактность оборудования, легкость его монтажа, простота в управлении и контроле процесса очистки, возможность полной автоматизации процессов обработки и контроля качества воды, простота изменения мощностей по очищаемой воде. Все перечисленные

достоинства ведут к снижению капитальных и эксплуатационных затрат предприятия, что, в свою очередь, уменьшает срок окупаемости оборудования.

Оценить эффективность того или иного мембранного процесса, а также подобрать оптимальные характеристики работы установки невозможно без глубокого изучения научных основ процессов.

Отметим лишь некоторые аспекты и характеристики системы, которые необходимо учитывать при решении конкретных задач водоочистки и водоподготовки:

- тип и материал мембраны (свойства её поверхности, устойчивость к температурным колебаниям, механическую, химическую и биологическую устойчивость и т.д.);

- состав конкретного разделяемого раствора и возможные взаимодействия компонентов между собой;

- свойства системы «мембрана-раствор» (явление концентрационной поляризации – КП, физико-химические явления на границе раздела мембрана-раствор, адсорбционные, адгезионные, когезионные эффекты и др.).

Процесс очистки сточных вод, как и любой технологический процесс, включает в себя несколько стадий, тип и количество которых зависит от состава и расхода исходной воды и требований к качеству очистки, предъявляемых санитарными нормами или заказчиком.

### 1. Общая характеристика стоков, содержащих ТМ

Основными компонентами сточных вод, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду и организм человека являются ТМ.

Существует 2 основных подхода к описанию понятия «тяжелые металлы» (ТМ): по одному из них — это химические элементы металлической природы с относительной молекулярной массой больше 40 [1]; согласно другому подходу – в эту группу обычно включают металлы с плотностью большей, чем у железа [2]. Также существует версия, согласно которой термины «тяжёлые металлы» и «токсичные металлы» являются синонимами.

Из всех ТМ наибольший интерес представляют те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности. В результате накопления во внешней среде эти элементы представляют серьёзную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств.

Источниками образования технологических сточных вод, содержащих ТМ, являются предприятия химической, горной, металлургической и др. промышленности (табл. 1).

Табл. 1 [3]

Источник образования сточных вод	Отрасль промышленности	Основные металлы
Травление, снятие травильного шлама, активация, химическое или электрохимическое полирование изделий и деталей из стали, алюминия, меди, никеля, медных и цинковых сплавов	Черная металлургия, машино- и приборостроение, электротехническая промышленность, электроника	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$
Осветление, промежуточное цинкование, железнение или никелирование изделий и деталей из алюминия и его сплавов	Машино- и приборостроение, электротехническая промышленность, производство фурнитуры и украшений	$\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$



Цинкование, омеднение, хромирование, латунирование, лужение, нанесение сплавов и др.	Черная металлургия, машино- и приборостроение, электротехническая промышленность, производство фурнитуры и украшений	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$
Омеднение и никелирование пластмасс	Приборостроение, электроника, производство фурнитуры и украшений	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$
Травление печатных плат	Приборостроение, электроника	$\text{Cu}^{2+}$
Оксидирование, эмалирование и фосфатирование изделий и деталей из стали, алюминия меди и медных сплавов	Черная металлургия, машино- и приборостроение, электротехническая промышленность, производство фурнитуры и украшений	$\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$
Разделение суспензий, обработка и промывка пигментов; химическая переработка исходных продуктов и выделение каучука; обработка вязкого раствора	Лакокрасочная промышленность; нефтехимическая промышленность; промышленность химических волокон	$\text{Zn}^{2+}$

## 2. Общая характеристика существующих методов очистки

Выбор методов очистки вод производится на основе технико-экономического сравнения различных технологий с учетом количества и состава сточных вод, требований к качеству очищенной воды и, иногда, уровня квалификации обслуживающего персонала.

Каждое из технологических и технических решений имеет свою наиболее рациональную область применения при реконструкции, модернизации или новом строительстве централизованных очистных сооружений. При выборе технического решения по очистке сточных вод необходимо также учитывать образующиеся при очистке газообразные, жидкие и твердые отходы.

Очистные сооружения сточных вод от ТМ можно классифицировать следующим образом:

- по гидравлическим условиям работы: проточные, непроточные и комбинированные;
- по режиму работы: непрерывные и периодические;
- по степени разделения категорий сточных вод: с полным, частичным и без разделения потоков;
- по месту сброса очищенных сточных вод: со сбросом в производственную, городскую канализацию, со сбросом в водоем;
- по схеме очистки: одноступенчатые и многоступенчатые, с обессоливанием воды и без него, реагентные и безреагентные;
- по основным используемым принципам:
  - ✓ механические. Основаны на процедурах процеживания, фильтрования, отстаивания, инерционного разделения. Позволяют отделить нерастворимые примеси.
  - ✓ химические. Применяются для выделения из сточных вод растворимых неорганических примесей. При обработке вод реагентами происходит их нейтрализация, обесцвечивание и обеззараживание.
  - ✓ физико-химические. При данном методе очистки стоков используются процессы коагуляции, окисления, сорбции, экстракции, электролиза, ионообменной очистки, мембранные методы.

✓ биологические. В основе этих методов лежит использование микроорганизмов, поглощающих загрязнители сточных вод.

Табл. 2

## Сравнение методов очистки сточных от ионов ТМ [4-6]

Метод	Достоинства	Недостатки
Реагентный	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Широкий интервал изменения концентраций ионов ТМ.</li> <li>- Простота эксплуатации.</li> <li>- Отсутствие необходимости в разделении промывных вод и концентратов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрация ТМ в очищенной воде не достигает норм ПДК для рыбохозяйственных водоёмов.</li> <li>- Высокий расход реагентов и дополнительное засоление сточных вод.</li> <li>- Невозможность возврата в оборотный цикл очищенной воды.</li> <li>- Потребность в значительных площадях для шламоотвалов.</li> </ul>
Ионный обмен	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возможность очистки стоков до норм ПДК.</li> <li>- Возврат до 95% очищенной воды в оборот.</li> <li>- Возможность утилизации ТМ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость предварительной очистки сточных вод от масел, ПАВ, растворителей, органики.</li> <li>- Высокий расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол.</li> <li>- Образование вторичных отходов – элюатов, требующих дополнительной очистки.</li> </ul>
Флотация	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Незначительный расход реагентов.</li> <li>- Простота эксплуатации.</li> <li>- Малые площади, занимаемые оборудованием.</li> <li>- Возможность очистки от жиров и масел.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Трудность очистки до норм ПДК.</li> <li>- Необходимость предварительной обработки стоков (коагуляция, флокуляция, гидрофобизация поверхности дисперсной фазы).</li> <li>- Значительный расход электроэнергии (в случае электрофлотации).</li> </ul>
УФ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возврат до 95% очищенной воды в оборот (тупиковый режим фильтрации).</li> <li>- Возможность утилизации ТМ.</li> <li>- Низкая энергоёмкость.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость периодической химической мойки мембран.</li> </ul>
ОО и НФ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возможность очистки до норм ПДК.</li> <li>- Малые расходы реагентов и электроэнергии.</li> <li>- Компактность оборудования, легкость его монтажа.</li> <li>- Простота в управлении и контроле процесса очистки вплоть до полной автоматизации</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость качественной предварительной очистки вод.</li> <li>- Чувствительность процессов к изменению параметров стоков.</li> <li>- Необходимость утилизации концентратов.</li> </ul>

Проведенный анализ литературных источников и нашего опыта показал, что наиболее эффективными являются процессы флотации и УФ в качестве предочистки и ОО и НФ для снижения содержания растворенных соединений ТМ.

В зависимости от характеристик стоков, поступающих на очистку (природа компонентов, их концентрация, величина pH и т.д.) эффективным и целесообразным является применение одного из вышеперечисленных процессов либо их комбинация.

### 3. Применение флотации в схемах очистки вод от ТМ

В РХТУ им. Д.И. Менделеева ведутся разработки технологий очистки стоков различного происхождения. Производится оптимизация технологических параметров процессов и вариантов их комбинации для достижения максимальной эффективности и минимальных материальных затрат.

Приведем некоторые примеры технологических разработок.

#### 1. Электрофлотационной очистки кислых промывных вод, содержащих ионы ТМ [7].

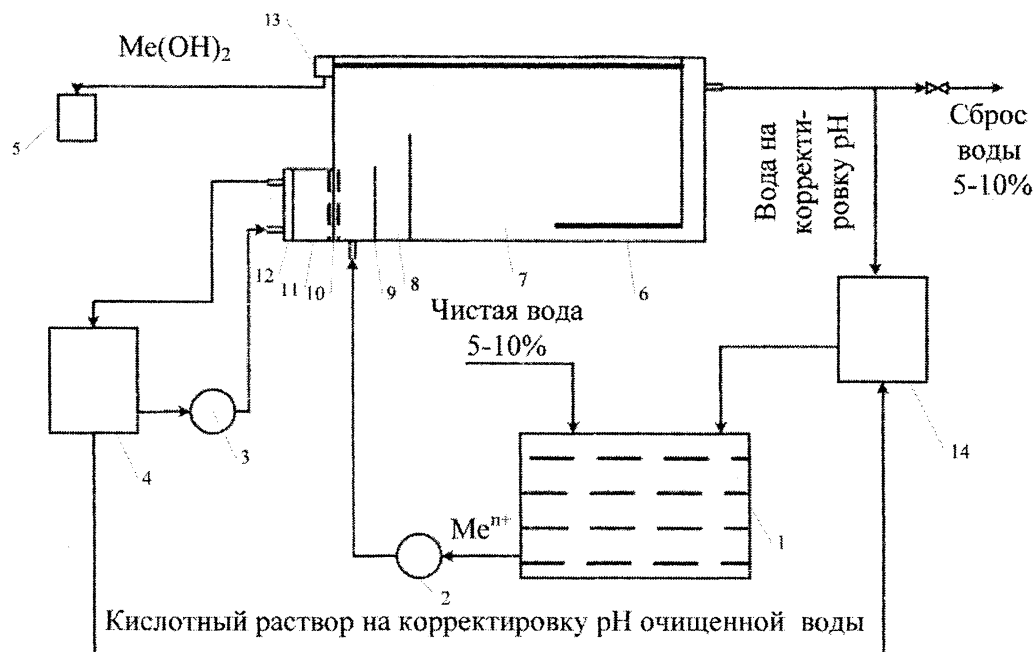


Рис. 1. Схема электрофлотационной очистки сточных вод от ТМ

Кислые промывные воды, содержащие один из металлов  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , из ванны промывки 1 насосом 2 подаются в катодную камеру 8 электрофлотатора 6. Здесь вода электрохимически подщелачивается до величины  $pH$  9-10, при которой протекают процессы образования в воде частиц гидроксида металла. Одновременно происходит флотация дисперсной фазы частиц пузырьками электролитического водорода, выделяющихся на катоде 9. Отделение осадка от воды осуществляется в камере флотации 7. Пенный продукт отводится в приемник пены 13 и далее в сборник шлама 5.

После электрофлотатора очищенная вода направляется в нейтрализатор 14. Сюда же дозируется часть кислотного раствора (анолита) из сборника кислоты 4. Обработанный таким образом сток имеет значение  $pH$  7-8 и поступает на промывку в ванну 1.

Катодная камера 8 отделена от анодной камеры 11 анионообменной мембраной 10, препятствующей миграции катионов металла из катодной камеры в анодную. В начале работы анодная камера заполняется 5%-ным раствором серной кислоты. Во время работы на аноде 12 происходит выделение кислорода и образование ионов  $H^+$ , за счет чего происходит электрохимическое подкисление раствора. Между анодной камерой 11 и

сборником кислоты 4 с помощью насоса 3 осуществляется циркуляция анолита, при этом часть его постоянно дозируется в нейтрализатор 14 для корректировки  $pH$ .

Эффективность очистки кислых промывных вод, содержащих ионы меди, цинка, кадмия и железа, представлена в табл.3.

Табл. 3

**Показатели электрофлотационной очистки кислых промывных вод, содержащих ионы  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Fe^{3+}$**

*Плотность тока в катодной камере – 250-300  $A/m^2$ , напряжение – 9-35 В, плотность тока в камере флотации – 100-250  $A/m^2$ , напряжение – 3-6,9 В*

Показатели	Извлекаемый ион			
	$Cu^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cd^{2+}$	$Fe^{3+}$
Исходная концентрация, мг/л	450-100	50-100	25-750	10-50
Оптимальное значение $pH$	9	9,5	9,5	5-10
Остаточная концентрация, мг/л	0,5-1,6	0,4-1,5	0,2-2,5	0,05-0,2
Степень извлечения, %	98-99	98-99	93-95	99-99,8
Удельные энергозатраты, кВт·ч/м <sup>3</sup>	1,4-4,5	2,6-4,3	2,9-4,1	0,9-3,2

Наименее эффективно процесс электрофлотации протекает при извлечении гидроксида кадмия (степень извлечения составляет 93-95%), а наиболее эффективно – для гидроксида железа (степень извлечения составляет 99-99,8%). Степени извлечения гидроксида цинка и меди также высоки и составляют 98-99%. Остаточная концентрация иона металла в очищенной воде находится в диапазоне 0,4-2,5 мг/л.

Каграманов Г.Г. и коллеги [8-12] предложили несколько вариантов комбинирования флотации и баромембранной очистки (нанофильтрация (НФ) или обратный осмос (ОО)). Это решение было продиктовано соображениями максимальной безреагентности процесса очистки сточных вод от тяжелых металлов, а также необходимостью разработки схем с минимальным числом ступеней очистки и при этом с максимальным выходом продукта (чистой воды). Обе схемы дают пермеат НФ/ОО в качестве очищенной воды и флотошлам в качестве концентрированных загрязнений, подлежащих утилизации.

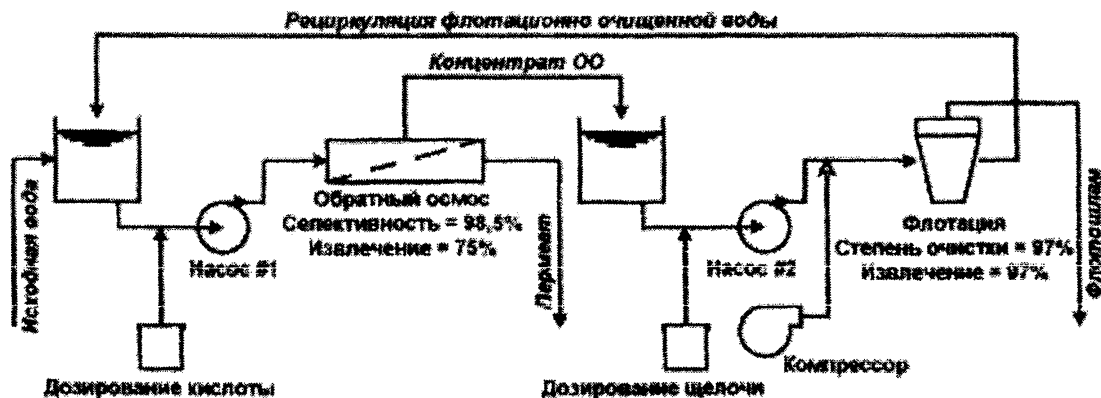


Рис. 2. Схема комбинирования обратного осмоса и флотации №1

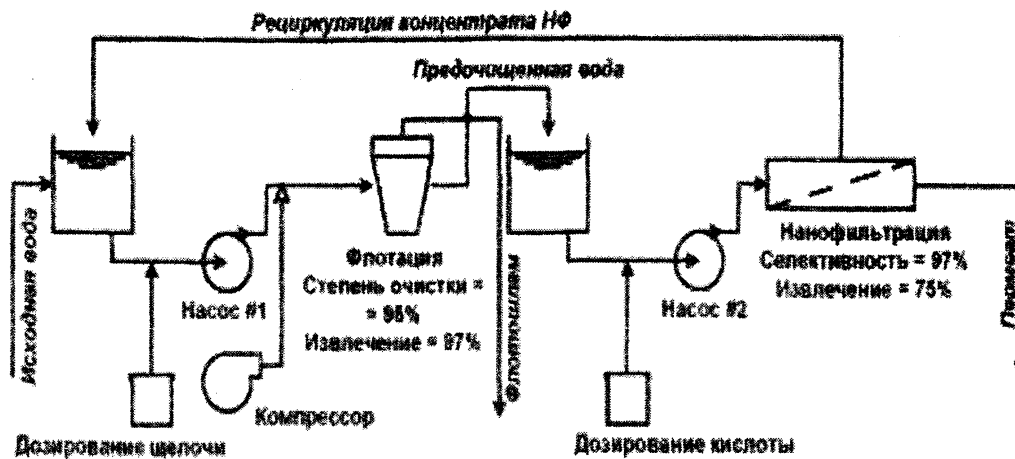


Рис. 3. Схема комбинирования флотации и нанофильтрации №2

Технико-экономический анализ схем, представленных на рис. 2-3 показал, что в принятых условиях Схема 1 менее реагентоемкая, дает больший выход продукта (чистой воды), но обладает меньшей степенью очистки, в то же время Схема 2 менее энергоемкая и дает большую селективность. Выбор оптимальной для каждого конкретного случая схемы может быть сделан исходя из концентрации тяжелых металлов в исходной сточной воде и требований к очищенной воде.

Также следует учесть, что в случае использования Схемы 1 к исходной сточной воде, подающейся на установку НФ/ОО, предъявляются более строгие требования, в частности должно быть обеспечено низкое содержание взвешенных и коллоидных примесей (менее 0,5 мг/л), концентрация жиров и нефтепродуктов допускается не более 0,1 мг/л и др.

3. Вариант расчета экономической эффективности технологии очистки с применением мембранных методов (по сравнению с традиционной схемой) приведен на примере очистки сточных вод процесса гальванического цинкования листовой стали [13].

Критерий оптимизации – минимум затрат на водопотребление и сброс сточных (промывных) вод.

Исходные данные:

- схема промывки деталей – погружная одноступенчатая;
- график работы предприятия – 16 ч/сут.;
- объем промывных вод – 10 м<sup>3</sup>/ч (160 м<sup>3</sup>/сут. при графике работы предприятия 16 ч/сут.);
- состав сульфатного электролита цинкования – №3 [14] (ZnSO<sub>4</sub> – 430 мг/л, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> – 25 мг/л);
- рН=3,8 (кислотность обусловлена только гидролизом сульфата алюминия);
- концентрация катиона цинка после промывной ванны – 6,0 мг/л;
- предельно-разрешенная концентрация сульфата цинка в промывных водах – 15 мг ZnSO<sub>4</sub>/л [14].

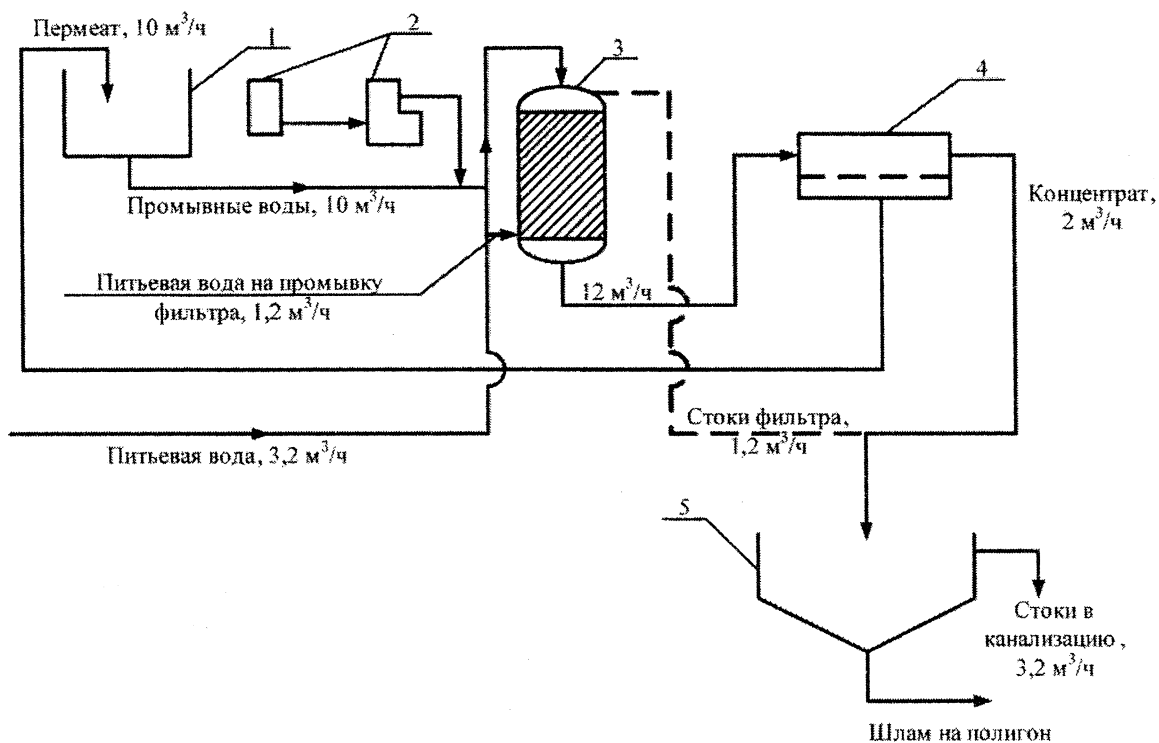
Наиболее распространенным и, в то же время, устаревшим методом очистки гальваностокков является реагентный метод. Основным недостатком этого метода является значительное повышение солесодержания очищенной воды из-за большого количества и высоких доз применяемых реагентов. Поэтому, очищенная вода не может повторно

использоваться в системе водоснабжения гальванического производства. Значительно снизить солесодержание воды возможно при помощи мембранных методов.

Поэтому, при проведении расчетов сравнивали два варианта организации процесса очистки:

- реагентный с применением ОО;
- «традиционный» реагентный метод.

**Вариант №1 (с применением ОО)**



**Рис. 4. Схема очистки промывных вод процесса гальванического цинкования**  
 1 – ванна промывки; 2 – блок приготовления и дозирования NaOH;  
 3 – механический фильтр; 4 – установка ОО; 5 – блок реagentной очистки,  
 6 – блок фильтрации.

Промывка деталей в ванне производится деминерализованной водой, получаемой методом ОО.

Селективность мембран по цинку составляет 0,998; доля отбора пермеата – 83%.

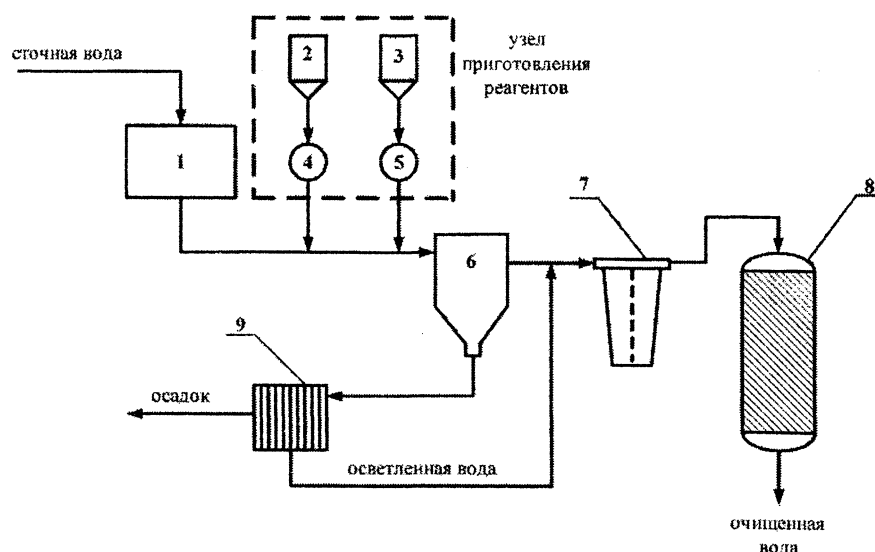
Концентрат ОО с расходом 2 м³/ч и концентрацией цинка 35 мг/л подается на классическую доочистку реagentным методом.

Для компенсации потерь воды в объеме 2 м³/ч используется питьевая вода, которая, смешиваясь с промывными водами в объеме 10 м³/ч, поступает в систему очистки. Для предотвращения загрязнения ОО солями алюминия, содержащимися в промывной воде в концентрации 4 мг/л, она предварительно подщелачивается до pH = 6,5 при помощи NaOH, переводя алюминий в форму Al(OH)<sub>3</sub>.

Затем вода смешивается с питьевой и подается на механические фильтры для задержания гидроксида алюминия и прочих взвесей. Расход гидроксида натрия составляет 17,5 г/ч. Для предотвращения попадания на мембрану взвешенных частиц перед установкой ОО установлен блок фильтрации. После установки ОО содержание цинка

составит 0,035 мг/л, что на несколько порядков ниже, чем указано в требованиях к качеству очистки.

### Вариант №2 (реагентный)



**Рис. 5. Реагентная схема очистки промывных вод процесса гальванического цинкования**

1– усреднитель разбавленных и концентрированных стоков; 2,3 – емкости для приготовления реагентов; 4,5 – дозирующие насосы; 6 – отстойник; 9 – фильтр-пресс для обезвоживания осадка; 7 – механический фильтр; 8(при необходимости) – сорбционный фильтр со специальной загрузкой или ионообменной смолой для доочистки от тяжелых металлов

Промывка стали после процесса гальванического цинкования осуществляется водой питьевого качества. Весь объем сточных вод поступает на реагентную систему удаления цинка при помощи известкования и осаждения гидроксида цинка при  $\text{pH} = 8,0$ . Очищенная вода поступает на механический фильтр для удаления тонкодисперсных загрязнений. Если концентрация ТМ превышает нормы ПДК (для сброса в канализацию), то вода подается на сорбционный фильтр со специальной загрузкой или ионообменной смолой для доочистки.

Очищенные стоки сбрасываются в канализацию. Шлам, содержащий  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , утилизируется.

При расчетах использовали следующие допущения:

- ✓ качество реагентной очистки удовлетворяет ПДК (для сброса в канализацию);
- ✓ затраты на реагенты сопоставимы в обоих вариантах (хотя во втором случае для подщелачивания потребуется существенно больше щелочи за счет присутствия в питьевой воде гидрокарбонатов, нейтрализующих воздействие щелочи);
- ✓ в расчетах не учитываем разницу капитальных затрат для строительства реагентной очистки по обоим вариантам (хотя в первом случае объем стоков, поступающих на реагентную обработку, будет в 5 раз меньше, что повлечет за собой уменьшение габаритов отстойников).
- ✓ пренебрегаем разницей затрат электроэнергии для перекачки сточных вод в систему канализации (хотя в первом варианте расход электроэнергии в 5 раз меньше).

Исходные данные для расчетов:

- стоимость водозабора исходной питьевой воды составляет  $17 \text{ руб/м}^3$ ;
- стоимость сброса сточных вод, не превышающих ПДК –  $25 \text{ руб/м}^3$ . Сброс осуществляется в канализацию водоканала г. Москвы;
- цеховая себестоимость деминерализации воды методом ОО –  $6,7 \text{ руб/м}^3$  пермеата. В себестоимость включены эксплуатационные затраты на электроэнергию; реагенты, препятствующие осадкообразованию; сменные картриджи механической очистки с тонкостью фильтрации  $5 \text{ мкм}$ ; мембранные модули с учетом срока службы – 3 года; сервисное обслуживание; амортизация оборудования ( $7\%$  в год от стоимости оборудования за вычетом сменных материалов).

#### **Вариант №1**

Годовое потребление питьевой воды на компенсацию потерь за счет сброса концентрата ОО:

$$2 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 16 \text{ ч/сут.} \cdot 365 \text{ сут.} = 11680 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Годовое потребление питьевой воды на промывку механических фильтров ( $10\%$  от фильтруемого объема) и сброс промывных вод в канализацию:

$$12 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 0,1 \cdot 16 \text{ ч/сут.} \cdot 365 \text{ сут.} = 7008 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Годовой объем стоков после очистки концентрата ОО реагентным способом:

$$2 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 16 \text{ ч/сут.} \cdot 365 \text{ сут.} = 11680 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Затраты на водозабор и сброс стоков в канализацию:

$$11680 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 17 \text{ руб/м}^3 + 7008 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 17 \text{ руб/м}^3 + 11680 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 25 \text{ руб/м}^3 + 7008 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 25 \text{ руб/м}^3 = 784\,896 \text{ руб/год.}$$

Эксплуатационные затраты на технологию деминерализации, включая предпочистку:

$$10 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 16 \text{ ч/сут.} \cdot 365 \text{ сут.} \cdot 6,7 \text{ руб/м}^3 = 391\,280 \text{ руб/год.}$$

**ИТОГО**, стоимость эксплуатации (включая водопользование):

$$784\,896 \text{ руб/год} + 391\,280 \text{ руб/год} = \underline{1\,176\,176 \text{ руб/год}}$$

#### **Вариант №2**

Годовое потребление исходной воды:

$$160 \text{ м}^3/\text{сут.} \cdot 365 \text{ сут.} = 58\,400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Годовой объем стоков:

$$160 \text{ м}^3/\text{сут.} \cdot 365 \text{ сут.} = 58\,400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

**ИТОГО**, затраты на эксплуатацию составят:

$$58\,400 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 17 \text{ руб/м}^3 + 58\,400 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 25 \text{ руб/м}^3 = 2\,452\,800 \text{ руб/год}$$

Капитальные затраты на установку деминерализации «под ключ»:

$$\underline{2\,397\,000 \text{ руб.}}$$

Окупаемость инвестиций (без учета инфляции):

$$\underline{2\,397\,000 \text{ руб.} / (2\,452\,800 \text{ руб.} - 1\,176\,176 \text{ руб.}) = 1,9 \text{ года} = 46 \text{ месяцев}}$$

Схему очистки стоков с применением ОО можно оптимизировать, повторно используя для промывки механического фильтра воду, очищенную реагентным способом.

Воду, очищенную реагентным способом (вариант №2) невозможно использовать для промывки деталей, т.к. в процессе работы в оборотной воде накапливаются «балластные» растворенные компоненты (одновалентные катионы, растворенные органические компоненты, двухвалентные катионы, не реагирующие с осадителями и др.), снижающие качество промывки деталей.

Таким образом, технико-экономические расчеты показали перспективность применения комбинированных схем на основе мембранных процессов для очистки стоков, содержащих ионы ТМ.

#### **Список цитируемой литературы:**

1. Справочник по элементарной химии под ред. А. Т.Пилипенко. М.: Химия. 1977. 658 с.



2. Гадаскина И. Д., Толоконцев Н. А. Яды – вчера и сегодня: Очерки по истории ядов. Л.: Наука. сер. «От молекулы до организма». 1988. 204 с.
3. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. 2-е изд. М.: Стройиздат. 1982. 223 с.
4. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство. М.: Глобус. 1998. 302 с.
5. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. Киев: Наукова Думка. 1989. 288 с.
6. Трейман М.Г. Современное гальваническое производство и его экологизация // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2009. №9. С. 15–17.
7. Колесников В. А., Ильин В. И., Капустин Ю. И., Вараксин С. О., Кисиленко П. Н., Кокарев Г. А. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий. М.: Химия. 2007. 304 с.
8. Судиловский П. С. Разработка совмещенного флотационно-мембранного процесса очистки сточных вод от тяжелых металлов. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Москва. 2007. 123 с.
9. Kagramanov G. G., Trushin V. A., Kolesnikov V. A. Sudilovskiy P. S. Use of membranes for heavy metal cationic wastewater treatment: flotation and membrane filtration // Clean Technology and Environmental Policy. 2007. V.9. №3. p.189–198.
10. Kagramanov G. G., Kolesnikov V. A., Sudilovskiy P. S. Use of RO and NF for treatment of copper containing wastewaters in combination with flotation // Desalination. 2008. №221. p. 192–201.
11. Kagramanov G. G., Kolesnikov V. A., Sudilovskiy P. S. Combined flotation-membrane technology for heavy metal-containing wastewaters treatment // International Water Association Regional Conference. Membrane technologies in water and wastewater treatment conference proceedings Moscow, Russia. 2-4 June 2008. p. 103–108.
12. Каграманов Г. Г., Судиловский П. С. Использование мембранных и флотационных технологий для ресурсосбережения в металлообрабатывающей и электронной промышленности // Ресурсо- и энергосберегающие технологии в химической и нефтехимической промышленности: тез. докл. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева 2006. С. 47–48.
13. Фарносова Е.Н. Разработка комбинированной технологии очистки вод от тяжёлых металлов с использованием мембранных методов. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. Москва. 2011. 123 с.
14. Гальванотехника. Справочник под ред. А. А. Гинберга, А. Ф.Иванова, Л. А. Кравченко. М.: Металлургия. 1987. 735 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

**Л.Е. Науменко**

Брестский Государственный Технический Университет, ул. Московская, 267, г.  
Брест – 224017, Беларусь  
(E-mail:lesheina@mail.ru.)

### **Аннотация**

*В результате эксплуатации станций обезжелезивания Республики Беларусь образуются высококонцентрированные железосодержащие промывные воды. Концентрация железа в них достигает 100-300 мг/л. Типовые сооружения по обработке промывных вод с повторным их использованием малоэффективны и не используются. Промывные воды отводятся в канализацию либо в прилегающие водоемы, овраги, искусственно созданные каналы, загрязняя природные источники. Разработана усовершенствованная технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов, обеспечивающая высокотехнологичный процесс интенсификации осаждения соединений железа и повторное использование промывных вод.*

### **Ключевые слова**

Промывные воды, коагулянт, фосфаты, технология, осаждение.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Питьевое водоснабжение в Республике Беларусь в подавляющем числе случаев обеспечивается подземными источниками водоснабжения, вода в которых отличается хорошим качеством за исключением повышенного содержания железа. Основным технологическим приемом улучшения качества питьевой воды является её обезжелезивание преимущественно методами упрощенной и глубокой аэрации с последующим фильтрованием через зернистую загрузку. Фильтры подвергаются периодической промывке, в результате чего образуются высококонцентрированные железосодержащие промывные воды, объем которых достигает от 2% до 5% от общего расхода обрабатываемой воды. Промывные воды, образующиеся в процессе регенерации, характеризуются высоким содержанием железа, преимущественно в виде гидроксида железа (III), концентрация которого колеблется в пределах 100-300 мг/л и взвешенных веществ – 300-600 мг/л.

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТИПОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД**

Типовые решения, предусматривающие очистку загрязненных промывных методом гравитационного отстаивания с целью их повторного использования, являются низкоэффективными, трудо- и энергоемкими. Опыт эксплуатации большинства действующих станций обезжелезивания показывает, что остаточная концентрация железа после 2 часов отстаивания в отстойниках промывных вод составляет 30-60 мг/л, после 4-х часов – 20-40 мг/л (рисунок 1). При возврате такой воды в “голову” сооружений для последующей очистки совместно с подземными водами, нарушается процесс безреагентного обезжелезивания подземных вод, уменьшается продолжительность фильтроцикла, снижается качество очистки подземных вод.



1 – водовоздушная промывка, 2 – водяная промывка

**Рисунок 1.** Исследование кинетики гравитационного отстаивания промывных вод

Несмотря на то, что действующие экологические нормы запрещают сброс загрязненных промывных вод в открытые водные источники, а действующие правила приема сточных вод ограничивают их прием в сети водоотведения, сооружения повторного использования выключаются из технологического цикла либо вовсе отсутствуют на станциях обезжелезивания коммунальных систем водоснабжения.

Так, на водозаборе “Западный” г. Бреста промывные воды со станции обезжелезивания отводятся в искусственно созданный овраг. Ежедневно сбрасывается около  $500 \text{ м}^3$  высококонцентрированных железосодержащих промывных вод. На водозаборе “Граевский” и “Северный” г. Бреста промывные воды отводятся в р. Лесная сетью мелиоративных каналов, объем сбрасываемых промывных вод превышает  $500 \text{ м}^3$  в сутки. На водозаборе “Мухавецкий” промывные воды фильтров отводятся непосредственно в р. Мухавец в объеме порядка  $500 \text{ м}^3$  в сутки. Аналогичная ситуация сложилась на сегодняшний день на всей территории Республики Беларусь. Являясь аморфным соединением, гидроксид железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  на своей удельной адсорбционной поверхности сорбирует вредные вещества, поступающие в водоем (нефтепродукты, растворенные газы, сероводород и т.д.), образуя опасные очаги, так называемые “могильники”. “Могильники”, скапливаясь на дне водоема, представляют угрозу для обитателей водоема и человека. Спуск промывных вод от станций обезжелезивания в водные объекты недопустим, так как железо имеет токсикологический лимитирующий признак вредности. В водоемах гидроксид железа (III) иногда является причиной гибели рыб, так как может осаждаться на имеющей щелочную реакцию слизистой оболочке их жабр.

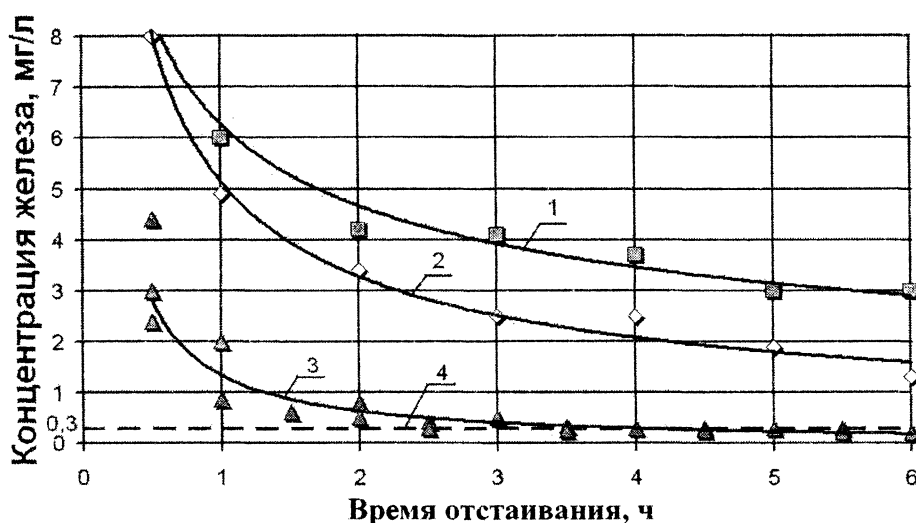
Учитывая, что на территории Республики расположено порядка 124 станции обезжелезивания общей мощностью  $1,8 \text{ млн. м}^3/\text{сут}$ , то ежегодно безвозвратно теряется свыше  $20 \text{ млн. м}^3$  воды, в окружающую среду сбрасывается более 4000 тонн загрязнений в виде соединений железа.

### **ПРОЦЕССЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФАТОВ**

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что железо в промывных вод станций обезжелезивания присутствует в виде грубодисперсных и коллоидных соединений  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , а также в ионной форме  $\text{Fe}^{2+}$ . Проведенным

электрофорезом по методу подвижной границы установлено, что величина электрокинетического потенциала коллоидных частиц  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в промывных водах станций обезжелезивания составляет  $\xi = -40$  мВ. Высокий поверхностный заряд обуславливает агрегативную устойчивость системы, препятствуя укрупнению частиц и их осаждению. Для осаждения коллоидного железа обработку воды целесообразно осуществлять реагентами (коагулянтами), нейтрализующими поверхностный заряд частиц, в результате чего уменьшается двойной электрический слой и примеси декантируются.

Процесс интенсификации осаждения железа исследовался при обработке промывных вод реагентом фосфатом натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и коагулянтом сульфатом алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Зависимость остаточной концентрации железа от продолжительности отстаивания при дозе фосфата натрия 50 мг/л и дозе сульфата алюминия 70 мг/л отражает рисунок 2. Исходная концентрация железа в промывной воде составляла 120 мг/л.



1 — доза фосфата натрия 70 мг/л; 2 — доза сульфата алюминия 100 мг/л; 3 — доза  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  70 мг/л, доза  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  50 мг/л

**Рисунок 2.** Зависимость остаточной концентрации железа в промывной воде от времени отстаивания в условиях обработки воды  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_3\text{PO}_4$

После четырехчасового отстаивания концентрация железа снизилась до 0,3 мг/л, что не превышает предельно-допустимую концентрацию. Для сравнения на график нанесены зависимости остаточной концентрации железа от времени отстаивания при обработке промывной воды сульфатом алюминия дозой 100 мг/л и фосфатом натрия дозой 70 мг/л.

Интенсификация осаждения примесей промывных вод и улучшение степени осветления при совместной обработке реагентом фосфатом натрия и коагулянтом сульфатом алюминия происходило вследствие образования коллоидов  $\text{FePO}_4$ , обладающих очень низкой растворимостью, которые удаляются коагуляцией. Теоретически доказано и экспериментально подтверждено, что анионы  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ , образующиеся при гидролизе фосфата натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , способствуют снижению электрокинетического заряда коллоидной частицы гидроксида железа  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , а высокая степень очистки до 99,0-99,9% достигается фиксацией соединений железа на поверхности коллоидной частицы гидроксида алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

В качестве заключительной ступени очистки промывных вод перед обеззараживанием (при необходимости) и подачей очищенных вод для повторного использования целесообразно использовать механическую очистку для задержания скоагулированных не осевших частиц примесей промывных вод.

В таблицу 1 сведены результаты исследований физико-химического состава промывных вод станций обезжелезивания, обработанных реагентами фосфатом натрия и сульфатом алюминия, после отстаивания и после механической очистки (фильтрование через бумажный фильтр марки "красная лента" с диаметром пор 3,5-10 мкм - для крупнозернистых и аморфных осадков типа  $Fe(OH)_3$ ).

**Таблица 1.** Показатели качества промывной воды после очистки коагулированием в присутствии фосфатов

Показатель	Исходная вода	После отстаивания (2 часа)	После механической очистки	Требования СанПиН
Концентрация железа, мг/л	100-200	1,0-2,0	0,1-0,2	0,3
Взвешенные вещества, мг/л		1,5...2,0	-	1,5...2,0
Цветность, град	более 100	менее 20	менее 20	20
Жесткость карбонатная, мг-экв/л	4,2-4,8	4,0	3,5-3,8	-
Жесткость общая, мг-экв/л	4,2-4,9	4,2	3,6-4,0	-
Щелочность общая, мг-экв/л	4,6-4,8	3,3	3,6	-
pH	7,0-8,0	7,5-8,0	7,5-8,0	7...8
Окислительно-восстановительный потенциал системы, Eh, В	0,15-0,25	0,228	0,244	-
Стабильность	0,92-0,96	0,93-0,97	~1	1
Свободная углекислота, мг/л	13,2-15,5	3,5-4,0	3,5-4,0	-
Перманганатная окисляемость, мгО/л	4,5-5,5	4,5-5,5	4,5-5,0	5,0
Кальций, мг-экв/л	3,6-3,9	3,6-3,7	3,2-3,5	-
Магний, мг-экв/л	0,5-0,9	0,6-0,7	0,4-0,5	-
Алюминий, мг/л	-	0,2-0,4	0,2-0,4	менее 0,5
Сульфаты, мг/л	3,5-11,5	10-100	10-100	500
Фосфаты, мг/л	-	1,0-1,5	0,5-1,0	менее 3,5

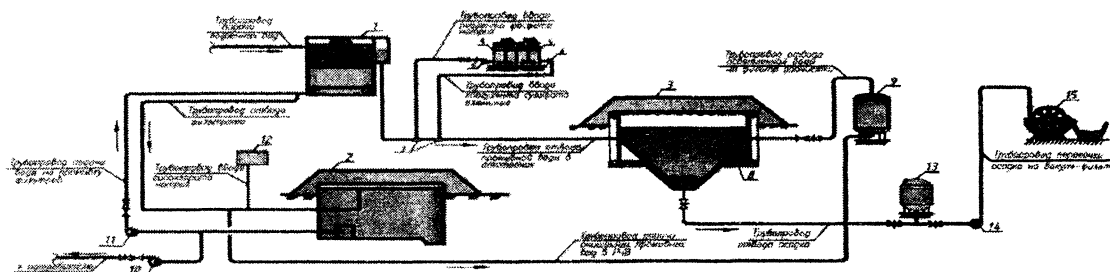
Очистка промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов обеспечивает остаточную концентрацию железа менее 0,1-0,3 мг/л, что соответствует эффекту очистки более 99,7%. При этом остаточное содержание алюминия, фосфатов и сульфатов не превышает предельно-допустимые концентрации.

Установлено, что у осадков, образующихся при очистке промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов, улучшается влагоотдача. В

частности, влажность обезвоженного осадка при центрифугировании уменьшилась с 99,0% до 82% при индексе центрифугирования  $I=4$ . Выявлена высокая способность таких осадков к обезвоживанию на вакуум-фильтре. Осадок имел удельное сопротивление  $14 \cdot 10^{10}$  см/г, влажность осадка составила 74,4%.

### ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИЙ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ КООГУЛИРОВАНИЕМ В ПРИСУТСТВИИ ФОСФАТОВ

Результаты теоретических и экспериментальных исследований позволили разработать усовершенствованную технологию очистки промывных вод коагулированием в присутствии фосфатов, состоящую из отстойников промывных вод, насосной станции или погружных насосов отвода осветленной воды и перекачки осадка, сооружений реагентного хозяйства фосфата натрия и коагулянта сульфата алюминия, барьерного механического фильтра, сооружений механического обезвоживания осадка (рисунок 3).



**Рисунок 3.** Технологическая схема очистки промывных вод станции обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов

1 – фильтр обезжелезивания; 2 – резервуар чистой воды; 3 – отстойник промывных вод; 4, 5 – сооружения реагентного хозяйства реагента фосфата натрия и коагулянта сульфата алюминия соответственно; 6 – насосы-дозаторы; 7 – сужающие устройства; 8 – насос отвода осветленной воды на фильтр доочистки; 9 – напорный механический фильтр доочистки; 10 – насос подачи воды потребителю (2-го подъема); 11 – промывной насос; 12 – сооружения реагентного хозяйства гипохлорита натрия; 13 – резервуар осадка; 14 – насос перекачки осадка на вакуум-фильтр; 15 – вакуум-фильтр

Представленная технология обеспечивает высокую степень очистки промывных вод, что позволяет повторно использовать промывные воды, предотвращая загрязнение водных источников соединениями железа. Экономическая значимость разработанной технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания заключается в уменьшении объемов загрязнений и концентрации вредных веществ в водной среде и почве; в экономии объема чистых подземных вод и, как следствие, снижении себестоимости отпускаемой потребителю воды за счет повторного использования очищенных промывных вод.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Румянцева, Л.П. Брызгальные установки для обезжелезивания воды / Л.П. Румянцева – М.: Стройиздат, 1973. – 104 с.
- Николадзе, Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод / Г.И. Николадзе М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
- Житенев, Б.Н. Интенсификация очистки промывных вод станций обезжелезивания реагентным осаждением / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина // Вестник БГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и экология. – №2(20). – 2003. – С.

65-69.

Устройство для обработки промывных вод станций обезжелезивания: пат. 1724 ВУ, МПК С02F 1/54 / Б.Н. Житенев, Л.Е. Шеина; заявитель Брестский гос. техн. ун-т. – № u20040230; заявл. 10.05.2004; опубл. 30.12.2004 / Гос. реестр полезн. моделей.

УДК 539.12.04; 577.3; 621.039.553.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**А.В. Часовских, И.В. Молчанова, канд. техн. наук**  
«МАТИ»-Российский Государственный Технологический Университет имени  
К.Э. Циолковского  
**А.В. Егоркин**  
ОАО «Научно-исследовательский институт технической физики

*Рассмотрена проблема очистки и обеззараживания промышленных сточных вод в экологических аспектах, которая является наиболее актуальной в настоящее время. Проанализированы существующие методы очистки сточных вод, показаны основные преимущества и недостатки применяемых технологий. Раскрыты основные аспекты использования электронно-лучевого метода обработки сточных вод.*

Ключевые слова: ускоритель электронов, обеззараживание, очистка сточных вод, ионизирующее излучение, поток высоких энергий, электрон, экология.

Одной из актуальных проблем охраны окружающей среды и здоровья населения является дезинфекция и очистка вод как в процессе водоподготовки так и обработки сточных вод. Этому вопросу уделяется все возрастающее внимание на всех участках технологических процессов, требующих потребления воды.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т.д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека. 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды.

Проблема полной очистки производственных стоков от растворенных в воде органических веществ, в частности фенолов, является одной из наиболее важных и одновременно трудно решаемых. Несмотря на огромное число отечественных и зарубежных разработок, данную проблему нельзя считать решенной.

Причин этому несколько:

Во-первых, многообразие систем по химическому составу и условиям образования и существования требует проведения индивидуальных исследований для каждого конкретного случая, что не всегда возможно;

Во-вторых, технология достаточно полной очистки воды, как правило, диктует соблюдение особых условий, которые трудновыполнимы на практике;

В-третьих, многие эффективные способы глубокой очистки сопряжены с большими экономическими и ресурсными затратами, использованием дефицитных реагентов с последующей их регенерацией, утилизацией или захоронением отходов; и для некоторых предприятий все это выполнить очень сложно. Поэтому поиск новых эффективных способов очистки промышленных сточных вод является по-прежнему актуальным.

Для снижения концентраций нефтепродуктов в воде до уровня ПДК применяют методы глубокой очистки, как правило, на заключительных стадиях водоочистки.

При переработке нефти с достаточно высокой концентрацией серы образуются стоки, содержащие, мг/л: нефтепродуктов - 3000; летучих фенолов - 5000; БПК<sub>полн</sub> - 75000; ХПК - 85000; сульфидов - 26000; общей серы - 35000; общая щелочность составляет 100000, показатель рН равен 14.

Из анализа данных о растворимости в воде следует, что фенол особо опасен ввиду его относительно хорошей растворимости. Опасны также и другие циклические и ароматические соединения и спирты.

При выборе метода обезвреживания фенолов в воде, прежде всего, следует установить химический и групповой состав загрязнений присутствующих в ней. Далее на основании требований, предъявляемых к состоянию воды и ее объему, подбирают наиболее эффективный и дешевый метод очистки.

Основной метод очистки сточных вод от фенолов – биохимическое окисление. Однако в воде, прошедшей биоочистку, остаточная концентрация фенола очень высокая (0,1 – 1,0 мг/л). Для достижения предельно допустимой концентрации фенола в чистой воде (равной 0,001 мг/л) необходимо дополнительно обрабатывать воду, прошедшую биохимическую очистку. Наиболее распространенный и дешевый метод очистки воды – хлорирование. Однако хлорирование вызывает образование «мертвых зон» в водоемах радиусом несколько километров вокруг места сброса хлорированной воды, с одной стороны, а с другой – в фенольных водах при этом образуются хлорфенолы, обладающие сильным и неприятным запахом и вкусом, – то свойство фенолов, которое в значительной степени обуславливает столь низкую норму ПДК фенола.

Исходя из требуемой производительности очистки воды на промышленных предприятиях наиболее актуальным является использование электронно-лучевого способа.

Преимущество электронно-лучевого метода очистки воды заключается, прежде всего, в комплексном действии излучения. Одновременно с разложением основного загрязнения происходит радиолиз всех сопутствующих соединений, ускоряются коагуляция и седиментация, устраняются запах и цветность, снижаются величины химического потребления кислорода (ХПК) и биологического потребления кислорода (БПК), происходит дезинфекция воды. Конечными продуктами разложения загрязнений являются CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> и другие простые экологически безвредные соединения.

Описываемый метод заключается в комбинировании облучения и озонирования. Этот метод обуславливает синергический эффект (т.е. результат совместного их воздействия превышает сумму результатов воздействия отдельно озона и ионизирующего излучения) при обработке природной воды, загрязненной хлорсодержащими органическими веществами. Сходный эффект наблюдается в случае фенола, гуминовых и ряда других органических соединений.

Влияние озонирования и облучения на разложение фенола существенно больше не только влияния каждого из этих видов воздействия, но и их суммы. При комбинированном воздействии доза, для практически полного разложения фенола при его начальной концентрации 100 мг/л, равна 2 кГр.

Технологическое оборудование электронно-лучевой обработки воды может быть размещено на станциях водоподготовки, на очистных сооружениях, а также



индивидуально на канализационной магистрали между предприятием и очистными сооружениями.

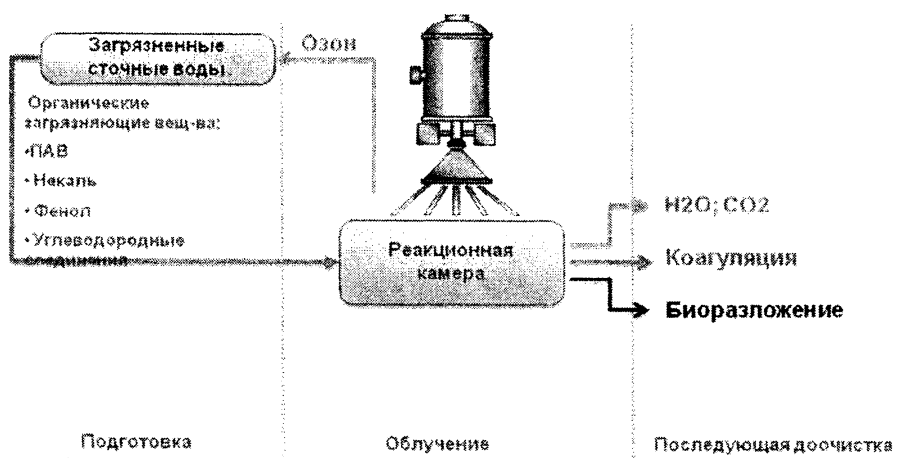


Рисунок. Технологическая схема установки радиационной очистки воды.

В процессе исследования всех аспектов данной технологии на базе ОАО «НИИТФА» авторами была создана лабораторная установка, на которой были проведены опыты, подтвердившие работоспособность технологии, степень качества обеззараживания сточных вод, показавшие преимущества данной технологии, а так же актуальность и необходимость внедрения. Принципиальная схема электронно-лучевого метода обработки воды представлена на рисунке.

Проведенные авторами испытания по обеззараживанию микроорганизмов в лабораторных условиях выявили существенные достоинства предлагаемой технологии по обеззараживанию сточных вод, а именно:

- высокая скорость процесса обработки;
- комплексный характер воздействия на обрабатываемые воды;
- возможность полной автоматизации процесса обработки;
- Возможность легкого встраивания установки радиационной обработки вод легко встраиваются в технологическую цепочку сооружений водоподготовки или очистных сооружений.

Все применимые в настоящее время методы для очистки воды относительно сложны, они требуют применения сложных очистных сооружений, большого количества реактивов, длительного времени обработки, однако позволяют лишь частично снизить содержание органических веществ в обрабатываемой воде. По этой причине изучаются возможности радиационного метода водоподготовки. Разрабатываемое авторами технологическое оборудование соответствует требованиям по безопасности МАГАТЭ [6].

Исследования показали, что сочетание электронно-лучевого метода очистки с другими методами существенно увеличивает вероятность крупномасштабного применения ионизирующего излучения для очистки сточных вод.

## Литература

1. Долин П.Т., Шубин В.Н., Брусенцева С.А. Радиационная очистка воды - М.: Наука, 1973.
2. Государственные стандарты «Водоочистка. Средства и методы». Сб. ГОСТов. - М.: Издательско - полиграфический комплекс «Издательство стандартов», 2003.

3. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды. СНиП 2.04.02–84-М.: Центральный институт типового проектирования. 1989.
4. Материалы инновационного форума Росатома. Федеральное агентство по атомной энергии, ФГУП «ЦНИИАТОМИНФОРМ», Центр «Атом-Инновация» 2007.
5. Основные санитарные правила обеспечения безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Санитарные правила.– М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. 2010. 89 с.
6. "Радиационная безопасность облучательных установок с радионуклидными источниками гамма-излучения и ускорителями электронов", серия Безопасность, Вена, МАГАТЭ, 1992, вып. № 107.

УДК 628.544

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПРОЕКТОВ И ПАСПОРТОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН**

**Богущ Е.А.**

Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, г.  
Минск – 210033, Беларусь  
(E-mail: gurik@bk.ru)

**Введение.** Проектирование водозаборных скважин для систем централизованного и нецентрализованного водоснабжения осуществляется на основе сбора, обобщения и анализа исходных данных и материалов предварительных изысканий и исследований.

Этапы или стадийность проектирования скважин, включая проекты по защите подземных вод от загрязнения и истощения, и очередность проектирования сооружений и элементов систем водоснабжения зависят от многих факторов.

Основные из них:

- степень изученности и сложности природных и гидрогеологических условий района размещения водозабора;
- санитарно-эпидемиологические и экологические условия;
- величина водопотребления и требуемое качество воды;
- требуемая система водопотребления (централизованное или нецентрализованное водоснабжение);
- техническая сложность, размеры и перспективы развития объектов водоснабжения;
- виды работ (новое строительство, расширение, реконструкция, ремонт или ликвидация существующих водозаборов);
- требования к режиму эксплуатации водозаборных сооружений и к надежности подачи воды потребителям;
- интенсивность потока подземных вод из смежных водоносных горизонтов в каптируемый;
- наличие или отсутствие перетекания подземных вод между смежными (по разрезу) водоносными горизонтами в зоне действия водозабора.

Проектная документация разрабатывается в две (архитектурный проект и строительный проект) или одну (строительный проект с выделением утверждаемой архитектурной части) стадии.

Специфика работ по сооружению водозаборов подземных вод не позволяет безоговорочно перенести на эти работы, предусмотренные общестроительными техническими нормативными правовыми актами /1/.

Для проектирования вновь строящихся водозаборов подземных вод, расширения, реконструкции и капитального ремонта действующих водозаборных сооружений требуется комплексное изучение природных условий района (участка) намечаемых работ и получение достаточных и достоверных исходных данных для разработки экономически-обоснованных проектных решений с учетом рационального использования водных ресурсов и охраны окружающей среды /2/.

**Проблемы достоверности исходных данных.** Проект водозаборной скважины базируется на геолого-гидрогеологических данных, получаемых по данным, так называемым, опорным скважинам. Сравнительный анализ проектов и паспортов реальных скважин, как правило, свидетельствует о не соответствии гидрогеологического разреза и естественно, как следствие, в значении глубины скважины, ее конструкции и стоимости. Фактически проект представляет собой формальный документ для определения стоимости сооружения скважины и дает возможность построения финансовых отношений между заказчиком и подрядчиком. Проект носит примерный, рекомендательный характер расчетов и согласований основных параметров скважины. Такое положение приводит к разрыву между проектированием и бурением, превращению бурения в сферу неуверенной деятельности, сдерживанию технического прогресса, отсутствию необходимости внедрения прогрессивных конструкций, технологий, форм организации труда.

При отклонениях от проекта во время производства буровых работ возникает необходимость в корректировке материальных, технических и финансовых ресурсов, нарушаются сроки и договорные отношения. В крайних случаях скважина может оказаться безводной или требовать значительного увеличения стоимости, причем нормативно не определен "виновник" возникших убытков и источник их возмещения, в связи с тем, что проект, как и везде в строительстве, считается. На рис. 1 приведена классификация исходных данных для гидрогеологического обоснования проекта водозаборной скважины.

При обосновании проекта одиночной водозаборной скважины используются ближайшие (опорные) скважины или же бурение разведочного ствола. В первом случае геолого-технический разрез имеет неопределенную степень достоверности, во втором разрез определяется правильно. В соответствии с этим и сам проект имеет разную достоверность, для его обоснования затрачены разные средства. Это положение нуждается в признании на уровне соответствующих технических нормативных правовых актов, учете в материальных и финансовых затратах. Следует признать, что проекты водозаборных скважин имеют различную степень достоверности, в зависимости от обоснованности исходных геологических данных.

Одним из методов повышения достоверности гидрогеологической информации является сооружение разведочно-эксплуатационных скважин. Сам этот термин часто вызывает споры и различное толкование. Геологоразведочные (изыскательские) и буровые предприятия вкладывают в него разный смысл в соответствии с направлениями своей деятельности. При изысканиях разведочно-эксплуатационная скважина предназначена обычно для проведения пробных откачек и бурится по известному разрезу, определенному по близкорасположенной (в пределах 2-20 м) скважине, используемой в дальнейшем в качестве наблюдательной при кустовой откачке.

Цель разведочно-эксплуатационной скважины при изысканиях - получение информации о гидрогеологических условиях водоносной толщи и обоснование эксплуатационных запасов подземных вод. Поскольку эта скважина оборудована фильтром для проведения мощной, кустовой откачки, то в дальнейшем ее допускается использовать в качестве эксплуатационной.

Для буровой организации разведочно-эксплуатационная скважина означает предварительное бурение разведочного ствола меньшего диаметра для проведения геофизических исследований с целью уточнения геолого-технического разреза. Само понятие разведочно-эксплуатационная позволяет при бурении отклоняться от проекта по диаметру, глубине, конструкции и стоимости скважины, что делает тем самым проект формальным.

Разведочно-эксплуатационная скважина, пробуренная специализированным буровым предприятием может значительно отличаться по конструкции и методам бурения.

Имеющиеся в настоящее время более совершенные буровые агрегаты позволяют сооружать скважины с расширением большого диаметра (до 1200 мм), позволяя создавать мощный контур гравийной обсыпки. Сравнительный анализ водозаборных скважин пробуренных способом с обратной промывкой с разведочно-эксплуатационными скважинами, пробуренными при детальной разведке эксплуатационных запасов подземных вод, свидетельствует об их невысоких эксплуатационных параметрах. Это в свою очередь внесло существенные погрешности в параметры водозаборов подземных вод (удельные дебиты как и общие дебиты значительно отличались). Такое несоответствие приводит также к занижению параметров месторождения подземных вод при разведке их эксплуатационных запасов.

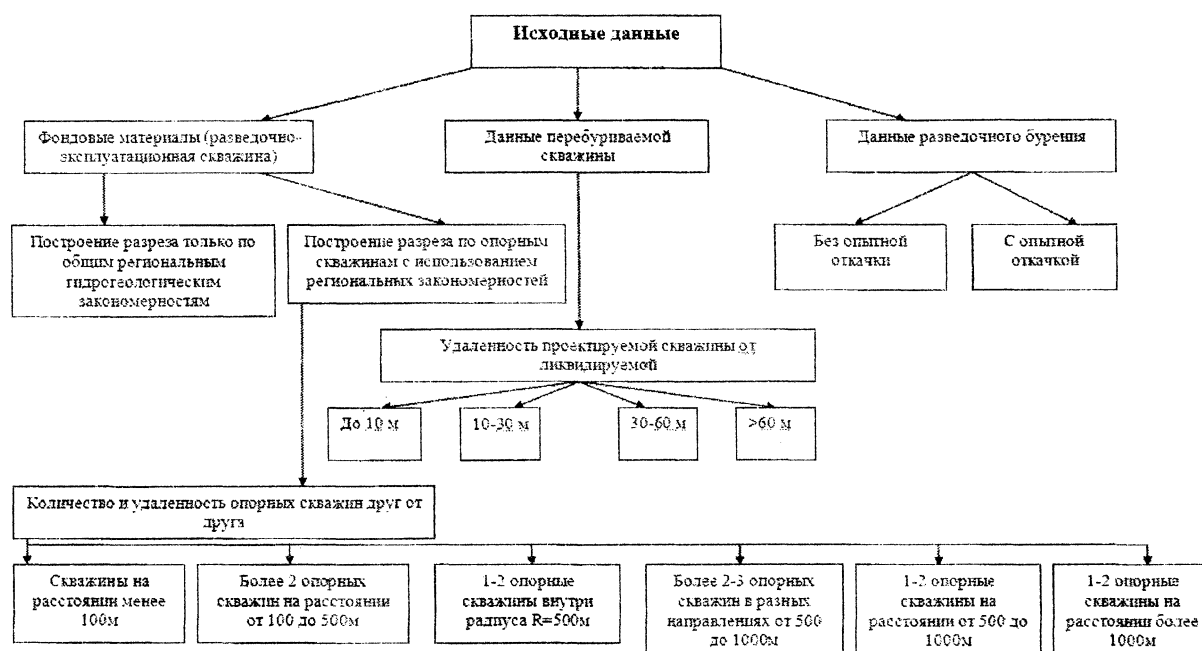


Рисунок 1 -- Классификация исходных данных для гидрогеологического обоснования проекта водозаборной скважины

Проектирование одиночных скважин на воду, где разведочные работы для оценки запасов подземных вод не проводились, обосновываются исходными данными об общем геологическом и гидрогеологическом строении района проектирования водозабора с использованием материалов по опорным скважинам либо по данным бурения разведочного ствола. При проектировании эксплуатационной скважины взамен существующей, вышедшей из строя и в непосредственной близости от нее по известному разрезу, указанному в паспорте скважины.

Очевидно, что наименее достоверно построение разреза по опорным скважинам (фондовые материалы), наибольшее количество несоответствий проекта паспорту скважины относится именно к этому случаю.

В таблице 1. приведены типичные данные, взятые при проектировании для гидрогеологического обоснования бурения одной из скважин Минской области с использованием фондовых материалов и кадастра подземных вод. Как видно из приведенных данных принятые в проекте параметры проектируемой скважины (глубина 70,0 м; статический уровень – 19 м; удельный дебит - 0,5 м<sup>3</sup>/час) ничем не обосновываются и носят формальный характер.

Проектирование скважины по данным разведочного бурения, где разрез уточняется по разведочному стволу, геофизическим работам и опытной откачки имеет свои достоинства (высокая точность разреза и гранулометрического состава залегающих пород) и недостатки (удорожание проекта за счет дополнительных изыскательских работ).

Проектирование скважин по имеющемуся разрезу ликвидируемой скважины считается также достаточно достоверным, однако при увеличении расстояний между старой и новой скважинами эти данные могут и отличаться. Кроме того, зачастую некачественные данные паспорта не несут достоверных данных.

Оптимальным с точки зрения достоверности и соответственно затратам на сооружение и эксплуатацию, является проект с использованием исходных данных разведочного бурения. Такой проект является действительно строительным проектом, позволяет правильно определить конструкцию, технологию и технику бурения, спецификацию и количество материалов и стоимость сооружения скважины

Возможности получения требуемого дебита водозаборной скважины в проекте можно в общем свести к определению следующих параметров: отметки кровли и подошвы водоносного горизонта, гранулометрического состава его пород (в описательном виде) и геофильтрационных характеристик, удельного дебита. Для каждой из этих характеристик границы необходимой достоверности различны, исходя из требуемой точности, выбора способа бурения, конструкции скважины, глубины установки и типа фильтра, требуемой производительности (дебита скважины). Причем, если к фильтрационным параметрам (напор в пласте и удельный дебит скважины) предъявляются в основном качественные требования, определяющие принципиальную возможность отбора необходимого количества воды, то к отметкам подошвы и кровли пласта предъявляются более строгие требования, заложенные в конструкции скважины (длины труб и фильтров,) . К гранулометрическому составу, фильтрационным параметрам пласта требования определяются возможным диапазоном выбора конструкций фильтров. Соответственно и допускаемые погрешности в проекте приводят к различным нарушениям и отклонениям в процессе бурения скважины.

Изменение отметок кровли и подошвы приводят к изменению глубины расположения фильтра, его длины и глубины скважины, тогда как наоборот - выклинивание водоносного горизонта может приводить к снижению дебита скважины и перерасходу средств.

Колебания удельного дебита в пределах, допускаемых для получения требуемого дебита не приводят к большим изменениям в конструкции и стоимости скважины. Значительное уменьшение удельного дебита по сравнению с проектным, особенно в процессе эксплуатации ведет к перерасходу затрат электроэнергии, связанной с подачей вод насосами с большим напором.

Недостоверность гранулометрического состава от принятого в проекте могут потребовать изменения типа фильтра или же привести к пескованию или кольматажу фильтров скважины с дальнейшим выходом ее из строя.

Для построения геолого-гидрогеологического разреза, обработки исходной информации о природных условиях могут применяться различные методы. По

методологии анализа и теоретической базе их можно разделить на стохастические, детерминированные и основанные на аналогии.

Таблица 1 – Гидрогеологические данные по опорным скважинам

№ скважины/ год бурения	Глубина скважины, м	Глубина залегания подошвы слоя, м		Мощность водоносного горизонта, м	Водовмещающие породы	Фильтр			статический уровень, м	Величина напора, м	Понижение уровня, м	Дебит м <sup>3</sup> /ч	Уд. дебит м <sup>3</sup> /ч
		от	до			Тип	Диаметр, мм	Интервал уст., м					
51309/93	70	58,2	68,6	10,4	Песок м/з	Полиэт.	168	59-68	27	31,2	18	12	0,67
51310/93	70	58	69	11	Песок м/з	ПВХ	168	60-69	20	38	26	12	0,46
40842/86	71	45,3	71	25,7	Песок с/з желтый	Пров.	219	64-70	40	5,3	3	10	3,33
28214/75	63	50	63	13	Песок р/з	Сегч.	168	56-61	19	31	20	10	0,5

**Метод аналогии** можно отнести как к детерминированным, так и к стохастическим методам, он выделен отдельно в связи с его в большей мере интуитивным, описательным уровнем, зависимостью от индивидуальных взглядов и знаний специалиста.

Как общую черту всех методов обработки геолого-гидрогеологической информации с точки зрения их фактической применимости необходимо отметить принципиальную теоретическую невозможность получения строгого, единственного и достоверного результата. Применяя любые методы, следует помнить, что их исходные предпосылки в реальных природных условиях не выполняются. Теоретическая модель метода может в той или иной мере соответствовать природе, причем величина этой меры не известна и зависит как от сложности природных условий, их изученности, так и от применяемого метода и специалиста его использующего.

Детерминированные методы, основанные обычно на явно или неявно поставленных краевых задачах, содержат исходные предпосылки динамики подземных вод, значительно упрощающие фильтрационные процессы, особенно свойства водовмещающих отложений, заменяя реальную пористую среду упрощенной строго закономерной математической моделью.

Стохастические методы как статистические, так и вероятностные требуют равновероятности, равнодостоверности, одинаковой представительности исходных данных (или же определенности их весов), что в природе не выполняется. Базой аналогии обычно являются общие представления и знания региона специалистами. Построить полностью достоверный разрез в точке проектирования невозможно любым методом. Вероятность близкую к единице можно придать проектному разрезу в точке, построенному по результатам разведочного бурения с опытной откачкой. Придавать такому разрезу абсолютную надежность нельзя, учитывая реальную практику буровых работ. В связи с этим все математические и машинные алгоритмы построения разрезов должны учитывать возможность выдвижения гипотез и их изменения, а программные средства должны обеспечивать машинный режим диалога с возможностью и абсолютным приоритетом решения оператора.

**Роль математических методов обработки информации** подчиненная, как инструмента обобщения и анализа в пределах выдвинутых при проектировании гипотез. По своей структуре и специфике методика обработки геолого-гидрогеологической информации должна строиться как экспертная система, что придает методике большую структурную сложность.

Выдвигаемые специалистами гипотезы о сложности и качественных характеристиках природных условий в целом или отдельных их элементов могут быть различного уровня, располагаясь в последовательности от общего к частному. Гипотезы высшего, наиболее общего уровня касаются сложности гидрогеологических условий в целом. Согласно [3,4], гидрогеологические условия могут быть простые, сложные и очень сложные. Гипотезы следующих уровней зависят от гипотез более высоких уровней.

В табл.2. приведено сравнение гипотез сложности гидрогеологических условий по качественным признакам.

Очевидно, что рабочими инструментами классификации являются качественные описательные термины: выдержана - не выдержана, однородность-неоднородность, простые-сложные и как наибольшая степень сложности: весьма сложные и высокая изменчивость. Такая терминология не просто приводит к неоднозначной классификации, но и позволяет конкретное месторождение отнести к разным типам сложности, что не исключается самой классификацией.



Таблица 2 – Сравнение гипотез сложности гидрогеологических условий по качественным признакам.

Качественные признаки сложности	Группа месторождений подземных вод по сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Сложные	Очень сложные
Строение водоносных горизонтов	Спокойное залегание, выдержанность по строению	Невыдержанность строения	Высокая изменчивость ограниченность распространения
Мощность водоносного горизонта	Выдержана	Не выдержана	Высокая изменчивость
Фильтрационные свойства водовмещающих пород	Однородные	Неоднородные	Высокая изменчивость
Гидрохимические условия	Простые	Сложные	Весьма сложные
Геотермические условия	Простые	Сложные	Весьма сложные

Сами понятия: простое, сложное, очень сложное кроме относительности могут иметь неоднозначную смысловую нагрузку, тем более отношении с назначением, типом проектируемого сооружения, объемом и достоверностью сведений о природных условиях. Даже в описательном плане не ясны гидрогеологические пределы простоты и сложности условий и к чему относится сложность: к самим природным условиям или уровню знаний о них. Сложное, но хорошо изученное превращается в простое, особенно учитывая нарастание объема и качества знаний о природе, увеличение изученности территорий, появление новых гипотез в теоретическом и региональном плане.

Термин «сложность природных условий», кроме относительности, имеет двойственный смысл. Во-первых, сложные природные условия можно понимать как состоящие из достаточно большой совокупности простых элементов. Во-вторых, сложность можно интерпретировать как неизвестность или малую изученность. Оба эти смысла в какой-то мере смыкаются: сложные условия являются трудными для изучения. Однако есть и различие, которое состоит в том, что по мере повышения уровня знаний сложность условий может измениться в смысле выяснения их особенностей, хотя сложность модели возрастает.

Таким образом, оценка месторождений по сложности гидрогеологических условий является функцией от взаимосвязи самих природных условий с уровнем знаний о них, целью и стадией изысканий.

По качественным признакам сложности (строение водоносных горизонтов, их мощность и фильтрационные свойства), могут применяться численные интервальные оценки, связанные с проектируемым сооружением, стадией изыскания, спецификой природных условий с учетом выделения основных определяющих параметров и их

требуемой точности и достоверности. Для этого можно считать, что если в данных природных условиях, опираясь на имеющиеся сведения о них, возможно получить точность определения дебита, не превышающую заданной предельной величины, то природные условия простые, если же точность расчета в пределах от до, то условия сложные, а при погрешности дебита более , природные условия очень сложные.

Таким образом, требуемая точность расчета связывается со сложностью конкретных природных условий и уровнем знаний о них.

Численные оценки точности определения дебита условны и могут быть смещены, исходя из практических требований, а также отнесены к другим простым параметрам, например, напору или понижению уровня подземных вод или же понижению уровня подземных вод или же к результатам решения обратных задач. Главное в этой концепции не сами величины численных оценок точности результата изысканий, расчетов, проектов, которые могут назначаться в какой-то мере произвольно в зависимости от конкретных производственных и природных условий, а в установлении связи между сложностью природных условий с результатами изысканий и проектирования: более достоверный результат получается в более простых и хорошо изученных условиях. Кроме того, устанавливается связь между сложностью природных условий и уровнем знаний о них. Как основную закономерность принимаем, что увеличение объема информации о природе упрощает задачу изыскателя и проектировщика, повышает достоверность результатов. Однако, так как эта связь значительно более сложная и зависит от конкретных природных условий, то она не исключает возможности противоречивости выводов например типа: увеличение объема информации привело к более сложной модели объекта или процесса.

**Выводы.** Стратегические задачи, стоящие перед водным хозяйством Беларуси предопределяет необходимость поиска и реализации новых подходов интенсификации процессов проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов подземных вод. Процесс интенсификации предполагает широкое внедрение достижений научно-технического прогресса и предельной мобилизации производственных резервов. Развитие процессов интенсификации требует критического рассмотрения и совершенствования методов проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов подземных вод, обусловленный недостаточным научным уровнем обоснования проектных решений и преобладание интуитивных подходов, разнородность применяемых методик и форм документов, отсутствие технических нормативных правовых актов по технологиям, конструкциям и организации процесса проектирования - определяет невысокое качество как проектной документации, так и в последствии.

Низкий технический уровень проектов является одной из причин развития негативных экономических тенденций: высокой стоимости водозаборных скважин, большой их металлоемкости.

Проекты водозаборов должны удовлетворять следующим требованиям: иметь в основе надежное информационное обеспечение геолого-гидрогеологическими, конструктивно-технологическими, и нормативно-справочными данными;

- содержать статистические оценки надежности прогноза геологического строения и гидрогеологических условия водозабора;
- характеризовать оптимальные проектные решения, полученные на основе вариантного проектирования;
- иметь расширенную номенклатуру технико-экономических показателей для формирования хозрасчетных плановых заданий и оптимального планирования производства.

Реализация этих требований возможна только путем решения комплекса задач научного, методического, организационного и технического характера.

## Литература

1. СНБ 1.03.02-96 Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве
2. ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования
3. ТКП 17.04-03-2007 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила оценки эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами»;
4. ТКП 17.04-04-2007 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила применения классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод»;

## РЕАГЕНТНО-ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИИ ДЕКОЛЬМАТАЦИИ ФИЛЬТРОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

**В.В. Ивашечкин А.М. Шейко**

Белорусский национальный технический университет, пр. Независимости, 65, г.  
Минск – 220013, Беларусь  
(E-mail: [ivashechkin\\_vlad@mail.ru](mailto:ivashechkin_vlad@mail.ru))

### Аннотация

*В процессе эксплуатации водозаборов подземных вод удельный дебит скважин снижается по причине уменьшения проницаемости фильтра и прифильтровой зоны, вызванного кольматационными процессами. В условиях роста цен на энергоносители поддержание стабильной работы водозаборных скважин является актуальной задачей. Поэтому интенсификация работы существующих скважин позволит осуществить значительную экономию средств и материальных ресурсов.*

*Реагентные методы регенерации являются эффективными для восстановления проницаемости фильтра и прифильтровой зоны и увеличения срока эксплуатации скважин. Вместе с тем традиционные реагентные способы регенерации не всегда гарантируют полное удаление кольматирующего осадка из скважины.*

*Известные циркуляционные способы отличаются большей эффективностью. Однако они не обеспечивают необходимой глубины и равномерности очистки при сцементированности кольматирующего осадка и значительной глубине его проникновения. Поэтому дальнейшее совершенствование технологий циркуляционной регенерации, обеспечивающих равномерное удаление кольматирующего осадка, увеличение межремонтного периода и срока службы скважин.*

*Разработана технология циркуляционно-реагентной регенерации скважин на воду, обеспечивающая равномерную очистку фильтра и прифильтровой зоны от кольматирующего осадка. Данная технология циркуляционно-реагентной регенерации с использованием секторного устройства может применяться для поддержания стабильного режима*

*эксплуатации водозаборов подземных вод путем проведения ремонтных мероприятий с минимальным вредным воздействием на окружающую среду.*

*Область применения разработанной технологии – система городского, сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения.*

### **Ключевые слова**

Регенерация; циркуляция; кольматаж; скважина; реагент; технология

## **ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН**

В процессе эксплуатации водозаборов подземных вод систем водоснабжения удельный дебит скважин снижается по причине уменьшения проницаемости фильтра и прифильтровой зоны, вызванного кольматационными процессами. Эксплуатация скважины без проведения профилактических и ремонтных мероприятий влечет за собой увеличение затрат электроэнергии работающих насосов 20% и более. Поэтому интенсификация работы существующих скважин позволит осуществить значительную экономию средств и материальных ресурсов.

Реагентные методы регенерации являются эффективными для восстановления проницаемости фильтра и прифильтровой зоны и увеличения срока эксплуатации скважин. Вместе с тем традиционные реагентные способы регенерации (такие, как реагентная ванна и циклическое задавливание реагента) не всегда гарантируют полное удаление кольматирующего осадка из скважины.

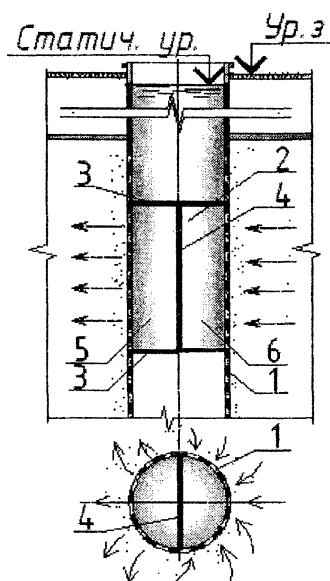
Известные циркуляционные способы отличаются большей эффективностью. Однако они не обеспечивают необходимой глубины и равномерности очистки при сцементированности кольматирующего осадка и значительной глубине его проникновения. Исследования в направлении совершенствования технологий регенерации водозаборных скважин проводили Алексеев В.С., Андреев К.Н., Бессонов Н.Д., Воропанов В.Е., Гаврилко В.М., Гребенников В.Т., Гуринович А.Д., Ивашечкин В.В., Коммунар Г.М., Тесля В.Г., Щеголев Е.Ю. и др.

Реагентные методы регенерации скважин предполагают взаимодействие реагента с кольматирующим осадком, растворение его и последующее удаление продуктов реакции за пределы скважины. Выполненный анализ существующих реагентных способов регенерации показал, что более эффективными являются циркуляционные способы. Известные технологические схемы циркуляционной регенерации [1-13], предполагающие деление фильтра в процессе регенерации на закачную и откачную секции, могут эффективно применяться при удалении рыхлого кольматирующего осадка. Однако из-за характера циркуляции они не обеспечивают необходимой глубины и равномерности очистки в длительно эксплуатировавшихся скважинах при сцементированности кольматирующего осадка и значительной глубине его распространения.

Исследование циркуляционной регенерации скважин на воду провел Тесля В.Г. Им была предложена циркуляционная схема с установкой в фильтре негерметичных дисков. Основными недостатками предложенной технологии являются движение реагента во время циркуляции в пространстве между диском и закольматированным осадком фильтром, а также разбавление реагента во время регенерации водой из скважины и пласта. Поэтому применение технологии с негерметичными дисками не обеспечивает необходимой глубины и равномерности очистки от осадка

Анализ работ по кинетике растворения колюматизирующих образований показал, что за счет увеличения скорости движения реагента интенсифицируется процесс растворения и выноса продуктов реакции из прифильтровой заколюматизированной зоны скважины.

Для равномерной очистки по всей длине фильтра и прифильтровой зоны скважины от сцементированного колюматизирующего осадка, образованного в результате длительной эксплуатации скважин без ремонтных мероприятий, целесообразно применять технологическую схему поинтервальной обработки с использованием секторного устройства циркуляционно регенерации (СУЦР) (рисунок 1). Новый способ циркуляционной реагентной обработки водозаборных скважин, отличающийся от известных циркуляционных способов локализацией зоны воздействия, которая достигается горизонтальным направлением циркуляционного потока реагента в области сосредоточения основной массы колюматанта. Его применение обеспечивает более равномерную обработку фильтра, гравийной обсыпки и прифильтровой зоны за счет интенсивного растворения колюматизирующих образований благодаря высокой скорости потока реагента.



**Рисунок 1.** Схема скважины при циркуляционной обработке

1 — фильтр скважины; 2 — СУЦР; 3, 4 — горизонтальный и вертикальный пакеры; 5, 6 — нагнетательный и всасывающий сектора

Для установления связи между скоростью движения реагента (основным параметром интенсифицирующим растворение) и конструктивными параметрами секторного устройства была разработана математическая модель, описывающая установившееся циркуляционное движение от нагнетательных и всасывающих секторов для совершенных скважин по степени и характеру вскрытия водоносного горизонта. В рамках разработки технологии циркуляционной регенерации, при разработке математической модели, реальный циркуляционный поток был схематизирован путем сведения его к плоскому в плане. Наличие вертикальных составляющих скорости возможно только на концевых участках секторного устройства и только в случае, когда оно занимает часть фильтра. На остальной части устройства преобладающими являются горизонтальные скорости. Поэтому неучтенные вертикальные скорости с точки зрения деколюматации также способствуют растворению, что повышает эффективность работы секторного устройства. Неустановившееся циркуляционное движение быстро переходит в режим квазиустановившегося или установившегося, так как действие секторного устройства связано с работой насоса (обеспечивающего равенство расхода откачки и закачки), при которой действует постоянный источник питания, функцию которого выполняет нагнетательный сектор устройства. Лабораторные исследования подтвердили,

что процесс циркуляции устанавливается быстрыми темпами. Поэтому обоснование параметров секторного устройства проводилось для самого невыгодного случая перед обработкой, когда фильтр и прифильтровая зона закольматированы. Процесс декольматации (контролируемый датчиком электропроводности в полевых условиях) в дальнейшем способствует увеличению проницаемости фильтра, что приводит к изменению напорной характеристики насоса в сторону повышения циркуляционного расхода и скорости промывки.

Для математического описания процесса циркуляционного движения жидкости рассмотрим модель установившейся напорной фильтрации в прифильтровой зоне скважины, фильтр которой разделен нагнетательными и всасывающими секторами. Скважина предполагается совершенной по степени и характеру вскрытия водоносного горизонта мощностью  $M$  (рисунок 2).

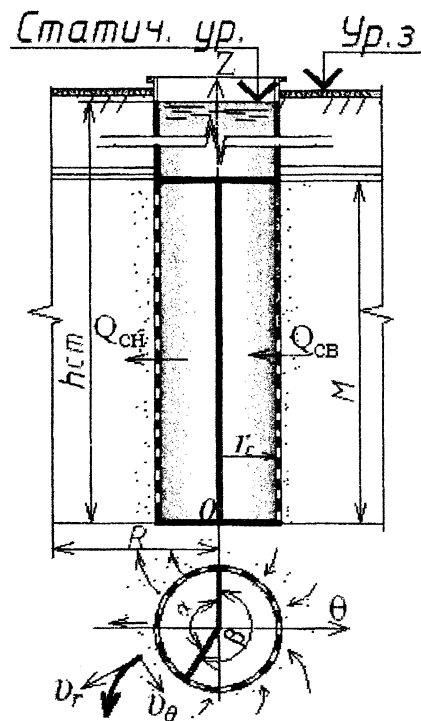


Рисунок 2. Расчетная схема скважины

Циркуляция жидкости осуществляется за счет того, что в каждый нагнетательный сектор подается жидкость с расходом  $Q_{сн}$ , а из каждого всасывающего сектора происходит отбор жидкости с расходом  $Q_{св}$  (рисунок 2). Рассмотрим цилиндрическую систему координат  $OR\theta Z$ , ось  $OZ$  которой направим вдоль оси скважины. Движение жидкости считается плоскопараллельным, т.е. давление  $p$  не зависит от координаты  $z$ . В этом случае давление и соответственно скорость будут зависеть от двух переменных: радиуса  $r$  и угла  $\theta$ , т.е.  $p = p(r, \theta)$ ,  $v = v(r, \theta)$ . Процесс установившейся фильтрации описывается смешанной задачей для уравнения Лапласа.

В результате решения краевой задачи для уравнения Лапласа методом разделения переменных получено решение, определяющее напор и скорость в любой точке прифильтровой зоны скважины.

В случае, когда прифильтровая зона с коэффициентом фильтрации  $K$  однородна, напор  $h(r, \theta)$

$$h(r, \theta) = h_{\text{CT}} - \frac{(Q_{\text{CH}} - Q_{\text{CB}})}{(\alpha + \beta)M\kappa} \ln \frac{r}{R} + \frac{(\alpha + \beta)}{2\pi^2 M\kappa} \left( \frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta} \right) \times$$

$$\times \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \frac{\left(\frac{r}{R}\right)^{km} - \left(\frac{R}{r}\right)^{km}}{\left(\frac{r_c}{R}\right)^{km} + \left(\frac{R}{r_c}\right)^{km}} \left( \sin(mk\theta) + \sin(mk(\alpha - \theta)) \right), \quad (1)$$

где  $h_{\text{CT}}$  – статический напор;  $\alpha, \beta$  – углы нагнетательного и всасывающего секторов соответственно;  $R$  – радиус контура питания;  $m$  – число нагнетательных секторов, равное числу всасывающих секторов.

Распределения скоростей, соответствующих распределению напора  $h(r, \theta)$ :

$$v_r = -\frac{(Q_{\text{CH}} - Q_{\text{CB}})}{(\alpha + \beta)Mr} - \frac{1}{\pi M} \left( \frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta} \right) \frac{1}{r} \times$$

$$\times \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \frac{\left(\frac{r}{R}\right)^{km} + \left(\frac{R}{r}\right)^{km}}{\left(\frac{r_c}{R}\right)^{km} + \left(\frac{R}{r_c}\right)^{km}} \left( \sin(mk\theta) + \sin(mk(\alpha - \theta)) \right), \quad (2)$$

$$v_{\theta} = -\frac{1}{\pi Mr} \left( \frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta} \right) \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \frac{\left(\frac{r}{R}\right)^{km} - \left(\frac{R}{r}\right)^{km}}{\left(\frac{r_c}{R}\right)^{km} + \left(\frac{R}{r_c}\right)^{km}} \left( \cos(mk\theta) - \cos(mk(\alpha - \theta)) \right). \quad (3)$$

В случае, когда прифльтровная зона скважины представлена в виде закольматированного кольца (рисунок 3), напор  $h_1$  в закольматированной зоне и напор  $h_2$  в водоносном горизонте будут соответственно равны:

$$h_1(r, \theta) = h_{\text{CT}} - \frac{(Q_{\text{CH}} - Q_{\text{CB}})}{(\alpha + \beta)M} \left( \frac{1}{\kappa_2} \ln \frac{r_0}{R} + \frac{1}{\kappa_1} \ln \frac{r}{r_0} \right) + \frac{(\alpha + \beta)}{2\pi^2 M\kappa_1} \left( \frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta} \right) \times$$

$$\times \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(mk\theta) + \sin(mk(\alpha - \theta))}{k^2} F_{1k}(r), \quad (4)$$

$$h_2(r, \theta) = h_{\text{CT}} - \frac{(Q_{\text{CH}} - Q_{\text{CB}})}{(\alpha + \beta)M\kappa_2} \left( \ln \frac{r}{R} \right) + \frac{(\alpha + \beta)}{\pi^2 M(\kappa_1 + \kappa_2)} \left( \frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta} \right) \times$$

$$\times \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(mk\theta) + \sin(mk(\alpha - \theta))}{k^2} F_{2k}(r), \quad (5)$$

где  $\kappa_2$  и  $\kappa_1$  – коэффициенты фильтрации водоносного горизонта и закольматированной зоны;

$r_0$  – радиус закольматированной зоны;

$$F_{1k}(x) = \frac{G_k^{(-)}(x)}{G_k^{(+)}(r_c)}; F_{2k}(x) = \frac{\left(\frac{x}{R}\right)^{mk} - \left(\frac{R}{x}\right)^{mk}}{G_k^{(+)}(r_c)}; G_k^{(-)}(x) = \left(\frac{x}{R}\right)^{mk} R_{1k} - \left(\frac{R}{x}\right)^{mk} R_{2k};$$

$$G_k^{(+)}(x) = \left(\frac{x}{R}\right)^{mk} R_{1k} + \left(\frac{R}{x}\right)^{mk} R_{2k}; R_{1k} = 1 - \kappa_0 \left(\frac{R}{r_0}\right)^{mk};$$

$$R_{2k} = 1 - \kappa_0 \left(\frac{r_0}{R}\right)^{mk}; \kappa_0 = \frac{\kappa_1 - \kappa_2}{\kappa_1 + \kappa_2}.$$

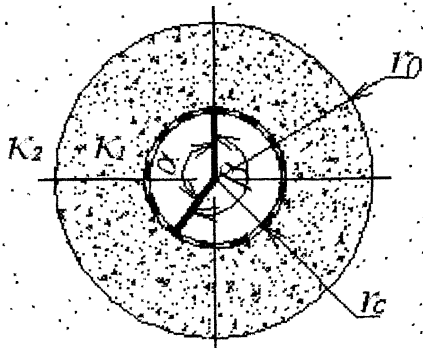


Рисунок 3. Расчетная схема скважины с измененной проницаемостью

Из уравнения (4) можно найти скорость  $v(\theta, r)$  в любой точке закольматированной зоны с проницаемостью  $\kappa_1$  и радиусом  $r_0$ , которая будет равна:

$$v = \sqrt{v_\eta^2 + v_{\theta_1}^2}, \quad r_c < r < r_0, \quad (6)$$

где

$$v_\eta = -\frac{Q_{\text{CH}} - Q_{\text{CB}}}{(\alpha + \beta)Mr} - \left(\frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta}\right) \frac{1}{\pi Mr} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin(mk\theta) + \sin(mk(\alpha - \theta))}{k} F_{3k}(r), \quad (7)$$

$$v_{\theta_1} = -\left(\frac{Q_{\text{CH}}}{\alpha} + \frac{Q_{\text{CB}}}{\beta}\right) \frac{1}{\pi Mr} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos(mk\theta) - \cos(mk(\alpha - \theta))}{k} F_{1k}(r), \quad (8)$$

$$F_{3k}(x) = \frac{G_k^{(+)}(x)}{G_k^{(+)}(r_c)}.$$

С помощью полученных решений (1) – (8) можно оценить зону распространения напора и скорости в однородной и закольматированной прифльтровой зоне скважины в процессе установившейся циркуляции жидкости. Длина СУЦР определяется из условия обеспечения заданной скорости  $v(\theta, r)$ , необходимой для растворения кольматирующих образований.

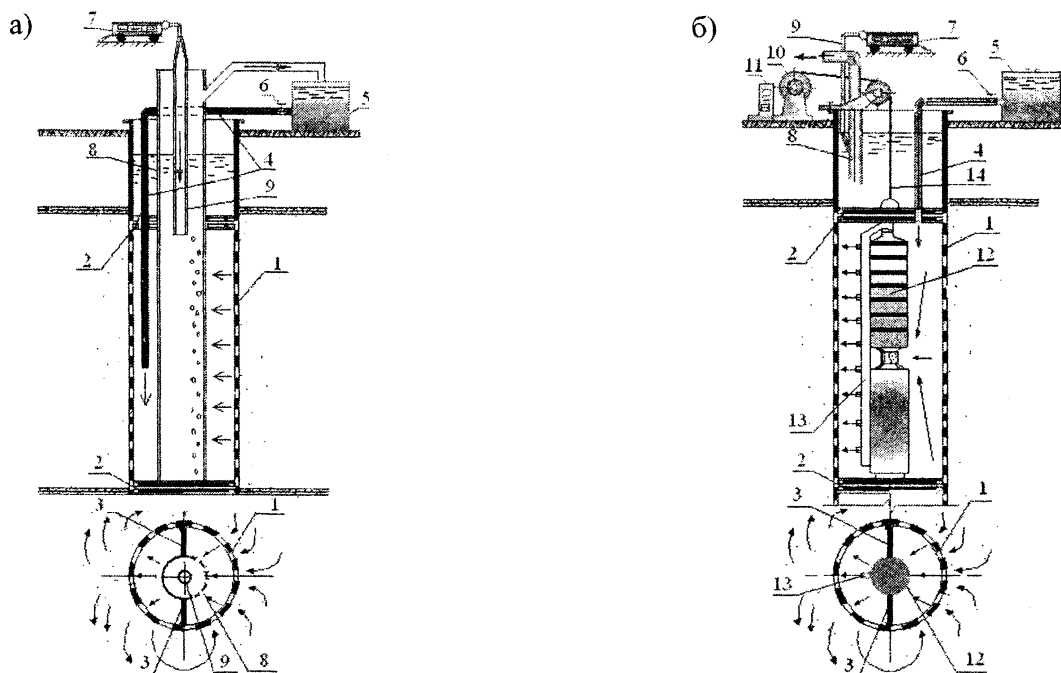
Технология циркуляционно-реагентного способа регенерации скважин с применением СУЦР может осуществляться по следующим технологическим схемам:

- циркуляционно-реагентная регенерация по всей длине фильтра одновременно (рисунок 4а);
- циркуляционно-реагентная поинтервальная регенерация фильтра скважины (рисунок 4б);
- циркуляционно-реагентная регенерация фильтра скважины после проведения импульсной обработки.

Циркуляционно-реагентная регенерация по всей длине фильтра скважины одновременно (рисунок 4а) осуществляется с помощью эрлифта, установленного на устье скважины. На водоподъемной колонне эрлифта установлены горизонтальные пакеры 2,



а также вертикальная перегородка 3, которая делит фильтр скважины по всей его длине на нагнетательные и всасывающие циркуляционные сектора. Отверстия в водоподъемной колонне выполнены только со стороны всасывающего сектора, что дает возможность осуществлять движение реагента от всасывающего сектора через емкость 5 к нагнетательному сектору. Подача реагента в нагнетательный сектор из емкости для реагента 5 осуществляется самотеком либо принудительно по подводящей линии 4. Продолжительность регенерации может контролироваться датчиком электрического сопротивления реагента, установленного в емкости для реагента. Предложенная схема циркуляционно-реагентной регенерации (рисунок 4а) отличается технологической доступностью и простотой использования СУЦР.



**Рисунок 4.** Технологические схемы циркуляционно-реагентной регенерации скважины: а – регенерация по всей длине фильтра; б – поинтервальная регенерация фильтра;

Поинтервальная регенерация (рисунок 4б) предполагает циркуляцию реагента непосредственно в прифилтровой зоне скважины с помощью электронасосного агрегата 12.

Горизонтальные пакеры 2 и вертикальная перегородка 3 образуют нагнетательные и всасывающие сектора. Циркуляция реагента осуществляется работой электронасосного агрегата 12, который может быть выполнен на базе как серийно выпускаемого агрегата ЭЦВ, так и специально спроектированного.

Технологический процесс регенерации с помощью секторного устройства, выполненного на базе электронасосного агрегата (рисунок 4 б), заключается в следующем. При помощи лебедки 10 погружное устройство обработки скважин опускается на кабель-тросе 14 до верхнего интервала закольматированного фильтра 1. Далее включается электронасосный агрегат 12 и с помощью подводящей линии 4 подается реагент в секторные циркуляционные камеры. Под действием напора, создаваемого электронасосным агрегатом 12, происходит максимальное проникновение реагента за контур закольматированного фильтра 1 и циркуляция потока реагента. Затем реагент поступает во всасывающий сектор и вовлекается в новый цикл регенерации. Необходимая

концентрация реагента поддерживается дозированием либо непрерывной его подачей в процессе циркуляции через подводящую линию 4 при открытой задвижке 6.

Процесс повторяется в одном интервале до тех пор, пока не стабилизируется нагрузка на двигателе электронасосного агрегата 12, контролируемая показанием амперметра (не показан). Далее погружное устройство перемещают в следующий интервал закольматированного фильтра 1. После регенерации всего фильтра при помощи, например, компрессора 7, происходит удаление продуктов реакции реагента и кольматанта через водоподъемную трубу 8.

Проведение импульсной обработки перед циркуляционно-реагентной регенерацией способствует более эффективному восстановлению структуры, пористости и проницаемости прилегающих к фильтру пород и увеличению срока эксплуатации скважин. Под действием импульсных нагрузок водонепроницаемые структуры кольматанта разрушаются, создаются дополнительные трещины, увеличивается контакт реагента с цементирующими осадками, реагент глубже проникает за контур фильтра, благодаря чему возрастает степень растворения кольматирующих соединений.

Технологическая схема регенерации фильтра скважины по всей его длине имеет определенные недостатки, связанные с неравномерной декольматацией отложений в прифильтровой зоне. Из-за характера естественной кольматации происходит циркуляция реагента по наиболее проницаемым участкам прифильтровой зоны. В результате циркуляционно-реагентной регенерации будет подвержена обработке реагента нижняя малокольматированная и более проницаемые части прифильтровой зоны скважины.

Для равномерной очистки по всей длине фильтра и прифильтровой зоны скважины от сцементированного кольматирующего осадка, образованного в результате длительной эксплуатации скважин без ремонтных мероприятий, целесообразно применять технологическую схему поинтервальной обработки с использованием компактного секторного устройства циркуляционной регенерации.

На основе методики определения конструктивных параметров был спроектирован и изготовлен из коррозионно-стойких материалов компактный опытный образец СУЦР на базе агрегата ЭЦВ 5-10-65, выпускаемого ОАО «Завод Промбурвод» с электродвигателем Franklin.

Опытно-промышленное внедрение технологии циркуляционно-реагентной регенерации с использованием СУЦР было проведено на скважине № 21<sup>в</sup> водозабора «Боровляны» г. Минска. В результате обработки удалось повысить удельный дебит с 8 м<sup>2</sup>/ч до 25 м<sup>2</sup>/ч.

Разработанная технология циркуляционно-реагентной регенерации с использованием секторного устройства может применяться собственниками водозаборных скважин либо предприятиями, занимающимися эксплуатацией водозаборных скважин систем водоснабжения для поддержания стабильного режима эксплуатации водозаборов подземных вод, продления срока службы водозаборных скважин, уменьшения энергетических затрат путем проведения технического обслуживания и ремонта скважин

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carela Regeneriermittel lösen Eisen-, Mangan- und selbstverständlich alle Arten von Kalkablagerungen [Electronic resource] / R. Späne GmbH. – 2007. – Mode of access: [http://www.carela.com/Trinkwasser/Regenerierung\\_von\\_Brunnen\\_und\\_Filter.htm](http://www.carela.com/Trinkwasser/Regenerierung_von_Brunnen_und_Filter.htm).
2. Russel, L.F. Engineering and Design OPERATION AND MAINTENANCE OF EXTRACTION AND INJECTION WELLS AT HTRW SITES / L.F. Russel. – Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers Washington, DC, 2000. – 91.

3. Brunnenregenerierung. Stadtwerke osnabrück AG / SBF Wasser und Umwelt. – Moorbeerenweg, 1995. – 35 s.
4. Method and apparatus for cleansing well liner and adjacent formation: pat. 3945436 USA, Int Cl. E21B 33/124; E21B 33/127; E21B 43/24 / R. Nebolsine; New York. – № 539,111; filed 7.01.1975; pub. 23.03.1976.
5. Analysis of Development Methods for Gravel Envelope Wells [Electronic resource] / Roscoe Moss Company. – 2007. – Mode of access: <http://www.roscoemoss.com/development-methods.html>. – Date of access: 05.06.2007.
6. Wirtschaftliche und umweltschonende Brunnenregenerierung nach dem System Hölscher Wasserbau [Electronic resource] / Hölscher Wasserbau GmbH. – 2006. – Mode of access: [http://www.hoelscher-wassbau.de/seiten/brunnen.php?ebene=3&name=Brunnenbau%20und%20Brunnenregenerierung&letzte\\_ebene=3](http://www.hoelscher-wassbau.de/seiten/brunnen.php?ebene=3&name=Brunnenbau%20und%20Brunnenregenerierung&letzte_ebene=3). – Date of access: 15.05.2006.
7. Untersuchungen zur Bewertung von Gerätetechnik auf die Wirksamkeit in der Kiesschüttung, Dresden, Juli 2003 J. / Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V.: F. Börner (Geschäftsführer DGFZ e. V.). – Dresden, 2003. – 108 s.
8. Houben, G. Regenerierung und sanierung von Brunnen / G. Houben, C. Treskatis. – München: Oldenbourg industriever, 2003. – 280 s.
9. Brunnenregenerierung mit dem WellReg Verfahren [Electronic resource] / GmbH «Aquaplust Brunnensanierung». – 2007. – Mode of access: <http://www.brunnenservice.de/dienst/reg.html>. – Date of access: 01.06.2007.
10. Vorrichtung zum Reinigen von brunnenschächten: pat. 3445316 DE, E 03B 3/15 / J. Pfenig, K. Meinig, A. Butenschön; Charlottenburger Motoren-und Gerätebau KG, Berlin. – № P3445316.4; filed 7.12.1984; pub. 19.16.1986.
11. Verfahren und Vorrichtung zur hydromechanischen Regenerierung von Vertikalfilterbrunnen: pat. 243524 DD, E 03B 3/15 / D. Eichhorn, H. Klinger, W. Pfutzner, H. Heppner; VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Hale. – № WP 03 B/ 284 505 1; filed 17.12.1985; pub. 04.03.1987.
12. Brunnenregenerierung – Grundsätzliche Aspekte und neue Entwicklungen, Wiesbaden, 1992 J. / DVGW/FIGAWA-Seminar «Brunnenregenerierung und sanierung»: S. Normann-Schmidt, K.F. Paul. – Stadtwerk Wiesbaden, 1992. – 203 s.
13. Brunnenregenerierung mit dem WellReg-Online-Verfahren [Electronic resource] / GmbH «Aquaplust Brunnensanierung». – 2007. – Mode of access: <http://www.brunnenservice.de/dienst/online.html>. – Date of access: 01.06.2007

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Е.В. Хмель**

Белорусский Национальный Технический Университет, пр. Независимости д. 65,  
г. Минск – 22001, Беларусь  
(E-mail: kati2730565@mail.ru)

### **Аннотация**

*В данной статье рассмотрены особенности организации эксплуатации систем водоснабжения, находящихся на балансе сельскохозяйственных предприятий. Основное внимание уделено анализу моделей эксплуатации систем водоснабжения, используемых в Республике Беларусь. В качестве вывода произведен выбор оптимальных моделей эксплуатации, на основе SWOT-анализа.*

**Ключевые слова** Системы водоснабжения, эксплуатация, модели эксплуатации, сельскохозяйственные предприятия

### **ВВЕДЕНИЕ**

В Республике Беларусь основными водопотребителями и собственниками систем водоснабжения в агропромышленном комплексе являются предприятия сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК, для которых вода является неотъемлемым компонентом при производстве сельскохозяйственной продукции. В настоящее время существует три модели эксплуатации систем водоснабжения, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. В настоящее время актуальной задачей является анализ существующих моделей эксплуатации и выбор наиболее оптимальной, поскольку своевременная и качественная эксплуатация систем водоснабжения с минимальными затратами позволит снизить стоимость сельскохозяйственной продукции и улучшить ее качество.

### **АНАЛИЗ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Системы водоснабжения в Беларуси являются неотъемлемым элементом инженерной инфраструктуры агропромышленного комплекса (АПК), в состав которого входят предприятия сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК. Сельское хозяйство Беларуси представлено двумя отраслями: растениеводством и животноводством (рис.1), которые служат для получения продовольствия, кормов и сырья для промышленности [1].

Перерабатывающая промышленность АПК Беларуси включает в себя 7 отраслей: пищевую, мясную, молочную, птицеперерабатывающую, рыбоперерабатывающую, зерноперерабатывающую и химическую (в части производства пищевой продукции) и 65 подотраслей, способствующих производству продовольственных и непродовольственных товаров [2].

В основном предприятия сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК представляют собой крупные комплексы, включающие ряд производственных и вспомогательных зданий и сооружений, а иногда и жилой фонд (сельские населенные пункты).



Рисунок 1. Классификация подотраслей сельского хозяйства

Следует отметить, что сельскохозяйственные предприятия являются основными собственниками систем водоснабжения, не смотря на то, что их основная цель качественное производство и переработка сельскохозяйственной продукции, а не оказание услуг водоснабжения.

#### **Особенности эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения**

Для определения особенностей эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения был произведен ряд исследований предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК по всем областям Республики Беларусь.

Результаты исследования показали, что:

- основными элементами систем водоснабжения являются водозаборные скважины со средним дебитом 25 м<sup>3</sup>/час, стальные водонапорные башни объемом от 15 до 45 м<sup>3</sup> и водопроводная сеть,
- количество водозаборных скважин на одном предприятии может достигать до 20 /3/,
- в отдельных случаях в системах водоснабжения могут присутствовать водовоздушные баки и сооружения водоподготовки,
- эксплуатация систем водоснабжения может осуществляться либо их предприятиями АПК, либо специализированными организациями.

#### **МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

В АПК используется для эксплуатации систем водоснабжения следующие модели:

Модель 1 – автономная эксплуатация,

Модель 2 – частично делегированная эксплуатация,

Модель 3 – полностью делегированная эксплуатация.

Наибольшее распространение среди предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК получила Модель 1 – автономная эксплуатация (рис.2), суть которой заключается в том, что эксплуатация наружных и внутренних систем водоснабжения полностью осуществляется силами их владельцев.



Рисунок 2. Модель автономной эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения

Как показывает практика, данная модель не позволяет качественно и своевременно осуществить эксплуатацию систем водоснабжения. В первую очередь это обусловлено отсутствием у сельскохозяйственных предприятий необходимых специализированных инструментов, машин, механизмов и квалифицированных специалистов для эксплуатации элементов систем водоснабжения, что приводит к снижению эффективности их работы, частым авариям, перерасходу электроэнергии и нерациональному использованию воды.

Это в частности подтверждается данными одного из районов Республики Беларуси, об износе элементов систем водоснабжения, приведенными на рисунке 3.

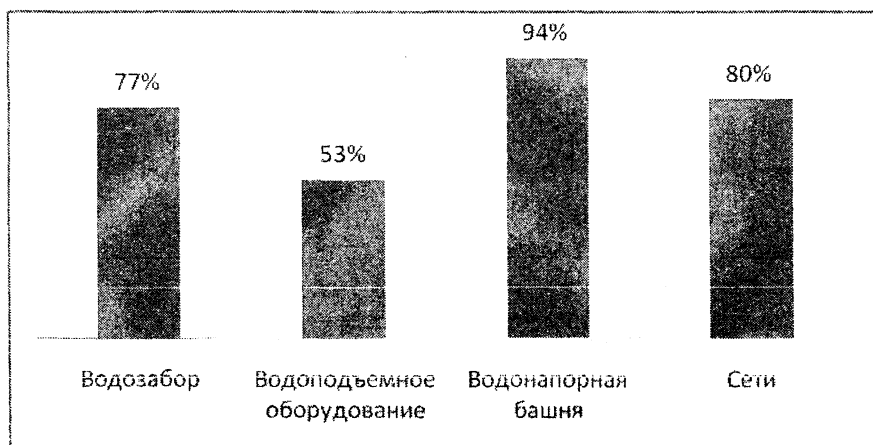


Рисунок 3. Износ основных элементов систем водоснабжения сельскохозяйственных предприятий [3]

Модель 2 – частично делегированная эксплуатация (рис.4) позволяет предприятиям сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК оставаться

собственниками наружных систем водоснабжения и делегировать часть обязанностей по их эксплуатации специализированным организациям посредством заключения договора на техническое обслуживание, ремонт и ликвидацию аварий в системах водоснабжения. Главную роль здесь играют специализированные фирмы, имеющие высококвалифицированных специалистов и необходимое оборудование.



Рисунок 4. Модель частично делегированной эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения

Данная модель способствует повышению качества эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения за счет привлечения специализированных организаций.

Сущность Модель 3 – полностью делегированная эксплуатация (рис. 5) заключается в том, что наружные системы водоснабжения числятся на балансе сельскохозяйственных предприятий, а их эксплуатация осуществляется только специализированными организациями в соответствии с договором на эксплуатацию.

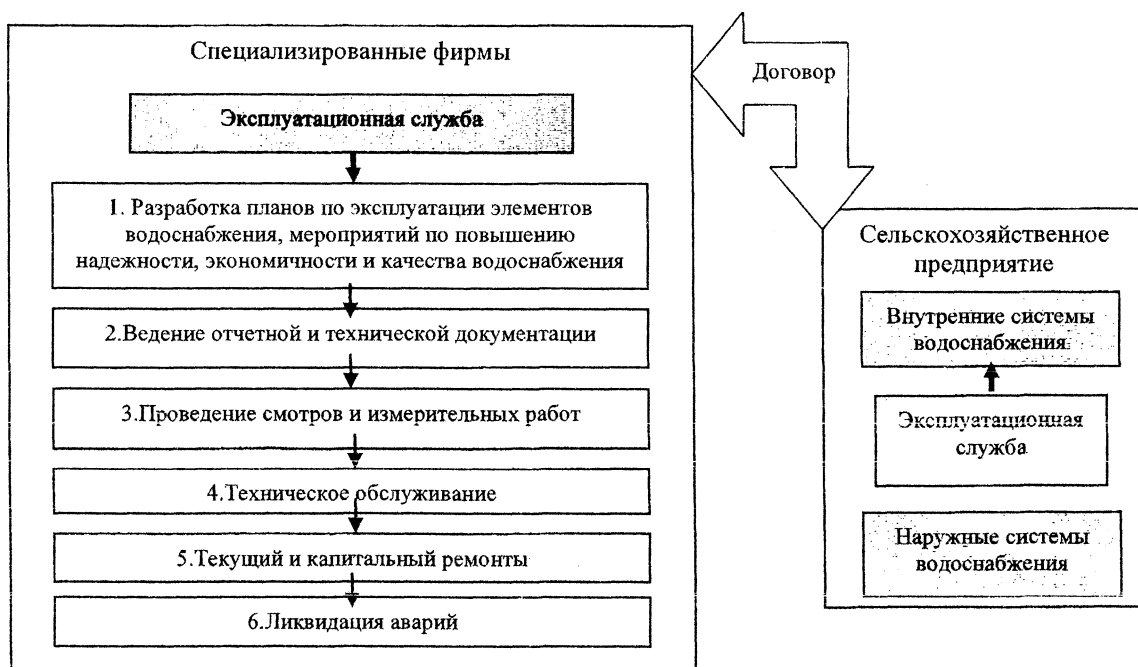


Рисунок 5. Модель полной делегированной эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения

### Оценка моделей эксплуатации при помощи SWOT – анализа

Для оценки эффективности представленных моделей был проведен SWOT – анализ (табл.1)

Таблица 1 Анализ моделей эксплуатации

Модель 1 – автономная эксплуатация	Модель 2 – частично делегированная эксплуатация	Модель 3 – полностью делегированная эксплуатация
<b>Финансовая зависимость собственников систем водоснабжения</b>		
Собственники систем водоснабжения финансово не зависимы	Зависимость обусловлена условиями договоров на техническое обслуживание, ремонты, устранение аварий в системах водоснабжения и эксплуатацию	
<b>Своевременность и качество эксплуатации</b>		
Низкие показатели	Стремление к высоким показателям	Высокие показатели
<b>Инновационная политика</b>		
Так как водоснабжение это вспомогательное производство и сельскохозяйственных предприятий относятся к воде как к бесплатному ресурсу, то развития инноваций не будет		Внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, модернизация и автоматизация элементов водоснабжения для максимизации прибыли
<b>Экономические показатели</b>		
Завышенная себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды из-за перерасхода материалов, топливно-энергетических ресурсов и преждевременного выхода из строя элементов систем водоснабжения [4]	Уменьшение себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды путем увеличения сроков службы элементов водоснабжения, снижения перерасхода топливно-энергетических ресурсов и потери воды, за счет повышения качества эксплуатации систем водоснабжения	Низкая себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды за счет оптимизации затрат и высокого качества эксплуатации систем водоснабжения

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С организационной и экономической точки зрения для эксплуатации сельскохозяйственных систем оптимальной являются модели частично и полностью делегированной эксплуатации.

Однако, выбор той или иной модели зависит от сельскохозяйственных предприятий, которые, как показывает практика, не могут самостоятельно качественно осуществлять эксплуатацию и не хотят переплачивать деньги, привлекая специализированные организации.

Чтобы данные модели внедрялись и были экономически эффективными должны быть разработаны соответствующие технические нормативно-правовые акты, регулирующие не только взаимоотношения между предприятиями сельского хозяйства и



перерабатывающей промышленности АПК и специализированными организациями, но и правила проведения эксплуатации сельскохозяйственными систем водоснабжения.

Также на каждом предприятии должен разрабатываться бизнес-план, обосновывающий выбор модели эксплуатации.

Только с учетом выше представленных требований возможно качественно и своевременно осуществлять эксплуатацию сельскохозяйственных систем водоснабжения.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. <http://www.sci.aha.ru/ALL/VOC/index.htm>- Большой энциклопедический словарь
2. Ресурсосбережение в мясо-молочной промышленности/ А.М. Дмитриев, В.С. Ветров – Мн.:БНЦИМ АПК, 2000. – 59 с.
3. Гуринович, А.Д. Технические, организационные и экономические проблемы систем сельскохозяйственного водоснабжения / А.Д. Гуринович, Е.В. Хмель, А.П. Далимаев // Экватэк – 2008 [Электронный ресурс]: собр. материалов международной выставки и конгресса «Вода: экология и технология».- Электрон. дан. (196 Мб). – М., (2008). - 1 электрон. диск (CD-ROM) : зв., цв., 16 – 23 с.
4. <http://www.economy-law.com/cgi-bin/print.cgi?date=2005/09/30&name=08> – электронная версия журнала Директор. Возвращение к чистым истокам Владимир Н. А. /, 2005 г.

А.С. Калиниченко

#### **Рецензия на монографию**

**П.Х. Зайдфудима, А.И. Иванова, В.Н. Чуписа «Стратегия и механизмы инновационного развития долины реки Суры (конвергентное проектирование)». Том 1. Мониторинг экологической ситуации в бассейне реки Суры в пределах Пензенской области. Москва – Торопец. 2011 – 182 стр.**

Начало XXI века диктует новые подходы к среде обитания человека и социума (культурная среда жизнедеятельности личности и общества). При этом необходимо рассматривать целостную систему, где ничего не забыто и не упущено.

Это понимание появилось только в последнее время, когда стало заметно проявляться негативное влияние на среду обитания результатов деятельности человека. Понадобились годы и годы, чтобы социологи получили право активно и равноправно планировать социальное развитие человека и локально – территориальных социумов.

Рассматриваемая монография чрезвычайно и необычна уже по идее, положенной в основу концепции издания. Речь идёт о подлинно инновационном проекте разработки уникальной межрегиональной программы, где именно проблемы и решения задач достижения «ЧИСТОЙ ВОДЫ» могут сыграть буквально определяющую роль в развитии конкретной эколого-экономической зоны.

Современное время характеризуется наличием экологических проблем, включая нарастающий дефицит чистой воды на Планете. Поэтому необходимо создавать стратегические и тактические механизмы реализации масштабных региональных проектов, обеспечивающих инновационное развитие этих регионов.

Монография знакомит с трансрегиональным инновационным проектом научно-технологического освоения и развития долины реки Суры, правого притока великой Волги.

По степени чистоты наших водоёмов можно определить уровень и качество развития культурного, экономического, социального, научно – технологического, экологического и правового пространства социально – территориальных сообществ, регионов, субъектов Федерации. Очевидно, что от того, насколько чисты воды многочисленных больших и малых притоков Волги, зависит и благополучие могучей реки, и самой России, ибо на её берегах живут представители практически всех ее народов.

Отмечается, что уже есть и уникальный исторический опыт разработки и реализации подобных программ, осуществление которых, например, строительство транспортных магистралей (Севморпуть, Транссиб, БАМ) становилось смысловым и инфраструктурным базовым стержнем развития транспортно-экономической системы, освоения огромных ресурсных потенциалов прилегающих территорий. В тоже время, стоит отметить, что достигнутый к сегодняшнему дню уровень строительства и эксплуатации транспортных артерий в значительной степени влияет на качество окружающей природной среды, на сформированные природой и историей ландшафты, памятники природы, истории и культуры, миграцию животных и т.д. Однако даже эти масштабные ущербы в истории нашей страны не могут сравниться с колоссальной техногенной, антропогенной нагрузкой, которую испытали на себе отечественные водоёмы – реки, озёра, пруды, ручьи и искусственные водохранилища.

Можно заметить, что чем более инновационны и наукоёмки технологии промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства, всей инфраструктуры и социально-культурной деятельности, тем чище вода. Соответственно, тем безопаснее все без исключения рыночные продукты, произведённые на экологически безопасных экономических объектах.

Вода как лакмусовая бумага организации жизнедеятельности человека в конкретной стране и на всём земном шаре, главнейший индикатор образа, уровня и качества жизни людей.

Авторы проекта развития долины реки Суры - инициаторы идеи разработки проекта программы, основатели и сотрудники Центра экологической информации, исследований, образования и воспитания, который был создан в посёлке Луговом Лунинского района Пензенской области в 1999 году и который стал коллективным членом общероссийского общественного Экологического движения конкретных дел рассматривают развитие этого региона с инновационных позиций.

Основываясь на опыте по возрождению конкретного поселения, создав «точку роста» для позитивного примера и подражания, руководители экологического центра пошли дальше. Они перешли на живописнейшие берега красавицы – Суры, малых речек Пелетьмы и Ломовки, в ареале водно-болотного природного комплекса, среди уникальных лесных массивов, десятков интереснейших памятников природы. Этот регион имеет богатое историко-культурное наследие. Многие десятки и сотни представителей самых блестящих российских фамилий и дворянских родов привносили в Сурский край драгоценный опыт хозяйствования, природопользования, передовые методы и приёмы агрокультуры, духовно – культурного развития. Известны множество примеров обустройства родников, укрепления берегов рек и озёр, изучения водно-болотных сообществ, обнаружения и исследований памятников природы.

Публикация в этой книге первых исследовательских биоэкологических материалов, посвящённых изучению бассейна реки Суры, кладёт достойное начало созданию адекватного мониторинга проблемы реки в целом. Ибо это - объективная оценка состояния её здоровья, предпринятая после многих десятилетий умалчивания.

Представляя первое монографическое определение проекта, можно сказать, что речь идёт о принципиально новом подходе к разработке концепции проекта трансрегионального развития. Создав «точку роста», авторы, тем не менее, не пошли по пути немедленного тиражирования модели. Более того, определяется новая, инновационная «территория роста», представленная «коридором роста», «коридором

развития». Постепенно складывается комплексная оценка всех без исключения ресурсов развития жизни человека в долине и бассейне реки Суры, где главным природным ресурсом впервые названа ВОДА, а не нефть, газ, другие полезные ископаемые. Таким образом, локальная точка роста «Ноополис Луговой» вырастает до глобального в межрегиональном измерении континуума развития – долины реки Суры, как факта естественной истории и физической географии, сквозной водной артерии природохозяйственной деятельности человека в Среднем Поволжье.

Как известно, практически все древние цивилизации зарождались в долинах рек. Скрупулёзное изучение истории мирового хозяйства приводит авторов концепции к оценке фактов локального водопотребления, всего комплексного водооборота, где состояние и качество жизни в верховьях реки, в срединном её течении не может не сказаться на её устье и, очевидно, на водоёме, в который река впадает. Внешне простые, почти прописные истины типа «куда впадает Волга», тем не менее, заставили в своё время руководителей всех субъектов Российской Федерации бассейна Волги объединиться в Ассоциацию «Большая Волга», в том числе, и с целью выработать единые методологические подходы к организации устойчивого развития бассейна реки в целом. Только тщательно обоснованные комплексные исследования, положенные в основу развивающегося концептуального видения проблемы в целом, могут привести и к разработке серьёзной программы развития долины и бассейна реки Суры, который может послужить достойным примером и для бассейнов множества других славных рек России. Тогда, с заботой о чистой воде в наших водоёмах, на их берегах будут возводиться экотехнопарки и экотехнополисы, центры биотехнологий, агроэкополисы и экотехнограды, научно-технологические бизнес-инкубаторы, технологические теплицы, научно-промышленные зоны, акваэкоанклавы и арттехновилли, и т.д. и т.п. Радение чистой воды – прямой путь к научно-технологическому развитию России, её прогрессу и процветанию.

Книга определяет постановочный методолого-методический характер и предвосхищает публикацию целой серии материалов эколого – биологического и социально – экономического мониторинга состояния и развития эколого-экономической зоны жизнедеятельности человека в долине реки Суры. В центре внимания авторов идеи и руководителей группы разработчиков проекта программы позиционируется проблема создания механизма воспроизводства чистой воды в долине и бассейне в целом реки Суры. Достижение такого рода целевой установки возможно, по мнению авторов, только при формировании благоприятного и адекватного задачам программы инновационно-инвестиционного процесса создания единого научно-технологического пространства в долине реки Суры. Данная территория, широко представленная реальными научно-промышленными, природохозяйственными и сельскохозяйственными структурами шести субъектов Федерации впервые рассматривается в качестве континуума инновационной деятельности человека. При этом категория чистой воды рассматривается как критерий и целевая установка инновационных преобразований. Достижение такого качества среды обитания и жизнедеятельности человека возможно лишь за счёт введения экологического императива модернизации экономического и социального развития в процессе формирования единого культурного пространства.

Ключевые слова-понятия – долина реки Суры, бассейн реки Суры, чистая вода, инновационно-инвестиционная программа развития, континуум развития долины реки Суры, преодоление дихотомии, научно-технологическое пространство, культурное пространство, инновационные центры, государственно-частное партнерство, ноополис, агроэкополис, эколого-технологическая деревня – их суть и значение раскрываются авторами в процессе описания исследований и путей экологического восстановления и возрождения природных и социальных объектов не только долины реки Суры. Они одинаково значимы для любых природных объектов земного шара.

Таким образом, впервые в практике проектных исследований авторами организован многолетний системный мониторинг экологической ситуации бассейна реки Суры – правого притока Волги. На основе предметных изысканий авторы в первом томе своего труда определяют пути принципиального позитивного изменения экологической ситуации и развития обследуемого региона, а с ним – и всего волжского бассейна.

Целостная характеристика региона и определение на этой основе перспективных «точек роста» даёт возможность наиболее адекватно и эффективно использовать незадействованные ресурсы территории. Поэтому, на наш взгляд, данная работа будет весьма полезна самому широкому кругу специалистов, студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов, участвующих в организации и проведении системных исследований, а так же в разработке подобных масштабных программ и проектов территориального развития.

## Содержание

	Стр.
<b>От редакторов</b>	3
1 Б. А. Якимович, А. В. Еленский, М. С. Кадацкая. <b>Международное сотрудничество как стратегический аспект развития университета</b>	5
2 Гуринович А.Д., Бахмат А.Б. <b>Мировой опыт реформирования системы менеджмента водопроводно-канализационным хозяйством</b>	11
3 В.И. Чуешов. <b>Антропологические основания экономической теории и практики: традиции и инновации</b>	37
4 М.А. Шевченко. <b>Экологические проблемы малых рек</b>	41
5 С.П.Гатилло, Г.Г.Круглов, А.И.Смирнов. <b>Опыт строительства малых гидроэлектростанций и перспектива использования гидроэнергетического потенциала Беларуси</b>	48
6 В.А. Моденов, П.Х. Зайдфудим В.В.Слепцов, Ю.В.Зинин, В.Н.Голубев. <b>«Экотехноград Красково» - пилотный проект нового технологического уклада России</b>	56
7 Л. Дзенис, А. Гуринович. <b>Реконструкция сооружений очистки сточных вод в систему SBR-реакторов</b>	64
8 П.Х. Зайдфудим, А.И. Иванов. <b>Основные итоги деятельности общественной организации «Центр экологической информации, исследований, образования и воспитания «Ноонолис Луговой»</b>	69
9 Э.И. Михневич, В.Н. Яромский. <b>Состав и свойства осадков сточных вод предприятий бумажной промышленности и выбор пути их утилизации</b>	74
10 Р.В. Голева. <b>О дифференцированном подходе к плате за негативное воздействие на окружающую среду</b>	80
11 Н.Ф. Газизуллин. <b>"Человек экологический": системообразующий фактор государственного управления</b>	86
12 Ю.П. Седлухо, В.Л. Еловик. <b>Методика расчета энергии насосных агрегатов с частотно-регулируемым приводом</b>	92
13 В.П. Зволинский, В.П. Бахар И.А. Святкин. <b>Технология очистки и дезинфекции загрязненных вод плазмой газового разряда</b>	97
14 Бархударов Э.М., Козлов Ю.Н., Косый И.А., Мисакян М.А., Простаков Н.Ю., Цыбульский А.С. <b>Тороидальная микроволновая газоразрядная лампа, как источник биологически активного ультрафиолетового излучения</b>	105
15 Колесников В. А., Каграманов Г. Г., Фарносова Е. Н. <b>Комплексная технология очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов</b>	109
16 Л.Е. Науменко. <b>Совершенствование технологии очистки промывных вод станций обезжелезивания подземных вод</b>	120
17 А.В. Часовских, И.В. Молчанова, А.В. Егоркин. <b>Использование радиационной технологии для очистки сточных вод промышленных предприятий</b>	125
18 Богущ Е.А. <b>Сравнительная Оценка достоверности проектов и паспортов водозаборных скважин</b>	128
19 В.В. Ивашечкин, А.М. Шейко. <b>Реагентно-циркуляционная технологии декольматации фильтров водозаборных скважин</b>	136
20 Е.В. Хмель. <b>Особенности организации эксплуатации систем сельскохозяйственного водоснабжения в Республике Беларусь</b>	145

- 21 Калиниченко А.С. Рецензия на монографию П.Х. Зайдфудима, А.И. Иванова, В.Н. Чуписа «Стратегия и механизмы инновационного развития долины реки Суры» (конвергентное проектирование). Том 1. Мониторинг экологической ситуации в бассейне реки Суры в пределах Пензенской области. Москва – Торопец. 2011 – 182 стр.
-