

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В БАССЕЙНАХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК

Ю.А. Мажайский¹, А.А. Волчек², О.П. Мешик², Л.Н. Гертман³,
И.Ю. Давыдова⁴

¹ООО «Мещерский научно-технический центр», г. Рязань, Россия;

²УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь;

³РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Беларусь;

⁴ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», г. Рязань, Россия

Введение. Главной задачей в исследовании трансграничных водных ресурсов на нынешнем этапе является комплексная оценка их современного состояния с учетом пространственно-временных колебаний и изменений основных составляющих водного баланса речных водосборов. При этом необходимо учитывать влияние на них различных природных и антропогенных факторов, прогноз изменения водных ресурсов при различных сценариях развития климата. На основе полученных научных результатов необходимо разработать мероприятия по минимизации возможных негативных последствий в случае изменения режима водных ресурсов.

Цель и задачи исследований. Водосберегающую политику целесообразно сосредоточить на следующих основных направлениях:

- ✓ предотвращение и уменьшение негативных последствий от наводнений;
- ✓ улучшение качества природных вод;
- ✓ охрана водных источников при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов народного назначения;
- ✓ управление режимом природных вод, обеспечивающим биосферное функционирование природных экосистем;
- ✓ создание бассейновых схем управления водными ресурсами.

В области изучения и борьбе с наводнениями:

- ✓ районирование и картирование пойм по величине наводнений с учетом вида хозяйственного использования территории;
- ✓ разработка математической модели и создание соответствующих баз данных для прогнозирования наводнений;
- ✓ разработка противопаводковых мероприятий в долинах рек с учетом всего водосбора;
- ✓ определение видов хозяйственной деятельности, которым при затоплении будет нанесен минимальный ущерб;
- ✓ создание надежных инженерных сооружений по защите сельскохозяйственных земель и хозяйственных объектов с минимальными нарушениями природных биогеоценозов;

- ✓ оптимизированное сочетание инженерных методов защиты населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий с не инженерными. Создание гибкой системы по страхованию от наводнений;
- ✓ разработка системы оповещения населения о времени наступления наводнения, о максимально возможных отметках его уровня и продолжительности в сутках;
- ✓ разработка единой методики учета последствий от наводнений.

В области улучшения качества природных вод являются:

- ✓ оценка современного состояния загрязнения поверхностных и подземных вод и прогноз на ближайшую перспективу;
- ✓ оценка величины трансграничного переноса загрязняющих веществ для рек. Оптимизация сети наблюдений за качеством природных вод;
- ✓ разработка эффективных методов очистки природных и сточных вод;
- ✓ разработка компенсационных мероприятий для снижения негативных последствий, вызванных ухудшением качества речных вод;
- ✓ разработка мероприятий по снижению загрязнения поверхностных и подземных вод при разработке месторождений полезных ископаемых;
- ✓ разработка мероприятий по улучшению качества подземных вод на групповых водозаборах основных населенных пунктов;
- ✓ разработка мероприятий по регулированию стока, подаче воды извне, повторному использованию дренажных вод, а также исследование возможности применения нетрадиционных способов, методов и источников покрытия дефицитов влажности почвы сельскохозяйственных полей;
- ✓ оценка последствий изменений гидробиологического режима рек, вызванных изменением гидрологического режима рек, повышением температуры воздуха, ухудшением кислородного режима, снижением интенсивности процессов самоочищения;
- ✓ разработка методики оценки ущерба от загрязнения вод с учетом экологической безопасности для человека и окружающей природной среды.

На бассейновом уровне необходимо решить следующие задачи:

- ✓ дать оценку современного состояния и на перспективу водных ресурсов с учетом их колебаний и влияния на них различных природных и антропогенных факторов;
- ✓ разработать бассейновую схему управления водными ресурсами основных рек;
- ✓ разработать модель функционирования бассейна малых рек и на ее основе оптимизировать комплексное использование водных ресурсов этих бассейнов;
- ✓ разработать методы эксплуатации работы бесплотинных водозаборов, водного транспорта, рекреационных мест и т. д. в условиях уменьшения стока;
- ✓ дать экономическое обоснование расчетной обеспеченности водохозяйственных объектов в связи с уменьшением водных ресурсов.

Результаты и обсуждение. Проблема адаптации водных ресурсов к изменению климата является новой и неопределенной. В тоже время вследствие изменения климата могут усугубиться некоторые современные проблемы водохозяйственного комплекса России, Беларуси, других государств, а также появиться

новые, не характерные для нынешних условий. Поэтому разработка адаптационных мер и их реализация является неотложной задачей.

В связи с тем, адаптация водных ресурсов к изменению климата требует индивидуальных подходов в каждом конкретном случае, рассмотрим наиболее общие возможные меры по адаптации, которые представлены в таблице.

Таблица – Возможные меры по адаптации водных ресурсов к изменению климата

Повышенная опасность наводнений	Повышенная опасность засухи	Ухудшение качества воды
Предотвращение/повышение устойчивости		
<p>Ограничение городской застройки в зонах, подверженных риску наводнения</p> <p>Меры по поддержанию безопасности дамб, лесонасаждение и другие структурные мероприятия по предотвращению затопления территорий</p> <p>Изменения в режиме эксплуатации водохранилищ и озер</p> <p>Управление землепользованием</p> <p>Обустройство мест аккумуляции стока</p> <p>Расширение возможностей дренирования территорий</p> <p>Конструкционные (структурные) меры (временные дамбы, строительство устойчивого жилья, изменение транспортной инфраструктуры)</p> <p>Переселение людей из зон, подверженных высокому риску</p>	<p>Сокращение потребностей в воде</p> <p>Водосберегающие меры / эффективное использование воды</p> <p>Совершенствование технологий по утилизации и повторному использованию сточных вод</p> <p>Водосбережение (системы выдачи разрешений для водопользователей, просвещение и повышение информированности и т.д.)</p> <p>Управление землепользованием</p> <p>Улучшение технологий и эффективного использования воды</p> <p>Повышение степени доступности водных ресурсов</p> <p>Улучшение водного баланса ландшафта</p> <p>Совершенствование стратегии устойчивого использования подземных вод</p> <p>Строительство новых сетей водоснабжения и водопользования</p> <p>Выявление и оценка альтернативных стратегических водных ресурсов (поверхностных и подземных)</p> <p>Выявление и оценка альтернативных технологических решений (повторное, использование сточных вод и т.д.)</p> <p>Увеличение емкостей хранилищ (для поверхностных и подземных вод) как естественных, так и искусственных</p> <p>Создания дополнительной инфраструктуры водоснабжения</p> <p>Экономические инструменты, такие как установка счетчиков, ценовая политика</p> <p>Механизм перераспределения водных ресурсов для наиболее приоритетных нужд</p> <p>Снижение утечек в распределительной сети</p> <p>Сбор и хранение дождевых вод</p>	<p>Предотвращение сброса и очистка мест сброса отходов в зонах, подверженных риску наводнений</p> <p>Улучшение очистки сточных вод</p> <p>Регулирование стока сточных вод</p> <p>Улучшение системы забора воды для питьевых нужд</p> <p>Безопасность и эффективность систем сточных вод</p> <p>Изоляция мест сброса отходов в зонах, подверженных риску наводнения</p> <p>Временные устройства для хранения сточных вод</p> <p>Защита водосбора (расширение охраняемых территорий и т.д.)</p>

Повышенная опасность наводнений	Повышенная опасность засухи	Ухудшение качества воды
	Снижение водопотребления в мелиорации за счет изменения севооборотов и методов орошения	
Подготовительные меры		
Предупреждение о наводнениях (включая раннее предупреждение) Планирование на случай чрезвычайных ситуаций (включая эвакуацию) Риск внезапных наводнений (меры, принимаемые в порядке предотвращения, поскольку время для предупреждения слишком коротко для принятия нужных мер) Картирование угроз и риска наводнений	Разработка плана борьбы с засухой Изменение правил эксплуатации водохранилищ Определение приоритетности видов водопользования Ограничение забора воды для отдельных видов пользования Планирование на случай чрезвычайных ситуаций Повышение информированности Оповещение населения об опасности Подготовка и тренировки	Ограничения на сброс сточных вод и реализация аварийных систем хранения воды Регулярный мониторинг за качеством питьевой воды
Ответные меры		
Медицинская помощь в чрезвычайных обстоятельствах Распределение безопасной питьевой воды Обеспечение санитарной безопасности Определение приоритетности и типа распределения (вода в бутылках, пластиковые пакеты и т.д.)		
Восстановительные меры		
Мероприятия по очистке Варианты восстановления, например, реконструкция инфраструктуры Аспекты управления, такие как законодательство, в частности, в области страхования, четкая политика восстановления, надлежащие институциональные механизмы, планы и потенциал, сбор и распространение информации Специально разработанные проекты: новая инфраструктура, лучшие школы, госпитали Все виды финансовой и экономической поддержки Специальное налогообложение для инвестиций, компаний, населения Страхование Оценка		

В основу концепции рационального использования водных ресурсов и охраны окружающей среды должен быть положен комплексный целевой подход, при котором предусматривалось бы: определение основных целей и приоритетов в водопотреблении и водопользовании, а также охране окружающей среды, обеспечивающих рациональное использование данного природного ресурса и эффективную защиту от загрязнения; выявление путей, средств и механизмов достижения этих целей; оценка эколого-экономической эффективности при примене-

нии научно-технических разработок в народном хозяйстве; формирование экологического сознания у населения. Конечным итогом должно быть улучшение социально-экономических и экологических условий проживания человека.

На первом этапе необходимо направить исследования и технические разработки на научное обеспечение следующих направлений:

- ✓ фундаментальные исследования естественных и антропогенных режимов водных объектов региона;
- ✓ изучение и кадастровая оценка водных ресурсов, представляющих непосредственное и перспективное хозяйственно-коммерческое значение;
- ✓ поиск новых и апробация существующих технологических решений по рациональному природопользованию и энергосбережению;
- ✓ комплексная научно-прикладная инвентаризация уникальных водных объектов;
- ✓ изучение причинно-следственных закономерностей качества природных вод и здоровья человека;
- ✓ формирование многофакторных информационных и предметно-информационных банков данных для экологического мониторинга и кадастра, долгосрочного планирования социально-экономической инфраструктуры, отраслевых прогнозов, экологического образования и воспитания;
- ✓ научно-информационную основу для ратификации Конвенций экологической направленности;
- ✓ интенсификация национального и транснационального экотуризма.

На втором этапе необходима разработка Национальных планов действий, как по водным ресурсам, так и по другим природным сферам с целью охраны окружающей среды для обеспечения экологической безопасности в целом, что позволит обеспечить:

- ✓ повышение эффективности водопотребления и водопользования региона на основе новых водо- и энергосберегающих и экобезопасных технологий;
- ✓ эффективное высокорентабельное использование имеющихся водных ресурсов в коротких технологических цепях;
- ✓ надлежащую стоимостную оценку эксплуатируемых водных ресурсов и повышение коммерческого уровня местного ресурсного потенциала водных объектов в целом;
- ✓ внедрение новых способов и стандартов санитарно-экологической сертификации устойчивого качественного жизнеобеспечения людей;
- ✓ действенное сохранение ландшафтного и биологического разнообразия;
- ✓ методологическую и информационно-дифференцированную основу для устойчивого развития водопотребления и водопользования;
- ✓ схемы развития и пути ликвидации экологически аварийно опасных ситуаций;
- ✓ максимальное вовлечение рекреационного потенциала в практику здорового образа жизни и медицинской реабилитации населения.

Проведенный РУП «ЦНИИКИВР» в 2016-2017 гг. анализ уровня антропогенной нагрузки на малые водотоки в пределах крупных населенных пунктов Республики Беларусь показал, что антропогенную нагрузку по комплексу пока-

зателей (водопользование, изменение условий и режима стока и ухудшение качества воды по длине водотока) испытывает большинство малых водотоков в пределах крупных населенных пунктов.

Федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах» предусматривает комплексное решение вопросов, связанных с использованием водных объектов, включая рационализацию использования водных ресурсов при соблюдении интересов всех водопользователей, охраной водных объектов, в том числе реализацией мер и внедрением механизмов, способствующих улучшению качества сточных вод, а также с предупреждением негативного воздействия вод и обеспечением безопасности гидротехнических сооружений (Постановление Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2012 г. № 350 «О федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах»).

7 регионов России вошли в пилотный федеральный проект по экологической реабилитации рек. Программа экологической реабилитации малых рек Московской области стартовала в 2016 году. Реабилитация предполагает более комплексный подход, чем обычная расчистка реки. При этом обязательно осуществляется модернизация очистных сооружений.

Слабая изученность малых водотоков, в том числе и трансграничных, не позволяет в полной мере дать оценку экологического состояния средних и больших рек. Для достижения экологического благополучия трансграничных водных объектов требуется особый подход, основанный на концепции управления водными экосистемами в условиях международного сотрудничества. В соответствии с принятым в 2014 г. Водным кодексом Республики Беларусь (Закон Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-3) в стране реализуется бассейновый принцип управления в области охраны и использования вод, в котором заложена необходимость разработки планов управления речными бассейнами основных водотоков страны – Днепр, Западная Двина, Западный Буг, Неман и Припять. При этом предыдущей редакцией Водного кодекса Республики Беларусь от 15 июля 1998 г. определялась необходимость разработки и реализации схем комплексного использования и охраны водных ресурсов (СКИОВР), как систематизированных материалов исследований и проектных разработок о состоянии, перспективном использовании и охране водных объектов на уровне крупных речных бассейнов.

РУП «ЦНИИКИВР» в период 2008-2014 гг. разработал СКИОВР для бассейнов рек Неман, Днепр и Западная Двина. Однако при разработке СКИОВР ряд международных принципов организации системы бассейнового управления был учтен только частично, поскольку на тот момент они еще не были имплементированы в национальное законодательство.

После вступления в силу Водного кодекса в Республике Беларусь на основе разработанных СКИОВР начали разрабатываться планы управления речными бассейнами. В период 2015-2017 гг. РУП «ЦНИИКИВР» разработаны проекты планов управления речными бассейнами Днепра, Западного Буга и Припяти на территории республики.

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации схемами комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) устанавливается перечень водохозяйственных и иных мероприятий, а также предполагаемый объем необходимых финансовых ресурсов для реализации Схемы (статья 33 ВК РФ). Так как СКИОВО представляет собой прогнозный документ, а не программу прямого действия, состав мероприятий носит рекомендательный характер и должен учитывать мероприятия, включенные в утвержденные органами исполнительной власти программы, а также мероприятия, рекомендуемые для включения в федеральные и ведомственные целевые программы после выполнения по ним предпроектных проработок.

В целом, проводимые в обеих странах исследования водосборов малых рек показали, что для сохранения и улучшения экологического состояния для малых трансграничных водотоков бассейна необходимо использование следующего состава водоохраных мероприятий:

- соблюдение правил хозяйствования в пределах водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов, включая работы по ликвидации источников их загрязнения;
- ограничение степени сельскохозяйственной освоенности и мелиорированности в пределах 30-35 %;
- ограничение рубки в пределах санитарной зоны, запрет на сплошную рубку леса;
- организация экологически защищенных полигонов сбора бытовых отходов в населенных пунктах, расположенных по берегам малых рек;
- мелиорация русел водотоков;
- проведение гидрологического обоснования объемов изъятия поверхностных вод с учетом минимально допустимого экологического расхода, величина которого не может быть меньше 75% расхода 95% обеспеченности меженного стока;
- ограничение регулирования русловой сети (создание водохранилищ и прудов), изменения русловых процессов;
- оптимизация сети наблюдений за гидрологическим и гидрохимическим режимом на притоках первого порядка.

Предлагаемые мероприятия являются долгосрочными и подлежат выполнению в процессе хозяйственной деятельности на территории водосборов трансграничных водотоков.

Выполнение предлагаемых общих и бассейновых водоохраных мероприятий позволит сохранить и улучшить экологическое состояние малых и средних трансграничных водотоков.

Для обеспечения охраны водных объектов и рационального использования природно-ресурсного потенциала одним из действенных организационно-профилактических мероприятий является установление границ водоохраных зон и соблюдение режима их использования. Проблемы определения размеров таких зон и режима хозяйственной деятельности с учетом современных технологий для рационального использования природных ресурсов без ущерба окружающей среде являются весьма актуальными.

В условиях трансграничного характера речных бассейнов требуются целенаправленные совместные действия России и Беларуси на основе научных исследований для комплексного решения имеющихся экологических проблем.

Заключение. Настоящее исследование направлено на развитие интеллектуального управления водными ресурсами в бассейнах трансграничных рек. Оно касается формирования инновационного подхода к решению проблемы сокращения водных ресурсов на совместно управляемых территориях водосборных бассейнов трансграничных рек. Методически обосновано создание информационной сигнальной базы воздействия на водные ресурсы как единого банка данных сторон-участниц. Предложено аналоговое моделирование способов компенсации экологического ущерба при использовании трансграничных рек.

УДК 631.117

ОБОСНОВАНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ И МЕТОДОВ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Е.А. Макарычева

ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва, Россия

Основными задачами экологического мониторинга орошаемых земель являются: сохранение структуры почв как основы их плодородия, качества поверхностных и подземных вод, предупреждение переувлажнения и подтопления окружающих территорий. Для выполнения этих задач необходимо обосновать технологии поливов, обеспечивающие эффективное использование оросительной воды посредством снижения поверхностного стока и инфильтрации воды в зону аэрации.

При промывном режиме орошения завышение поливных норм составляет 30-50% [1], что обусловлено недостаточным учетом негативных изменений водно-физических свойств почвенного профиля, определяющих запасы доступной растениям воды и рациональные поливные нормы, а также устойчивость почв к водной и ветровой эрозии.

Водопроницаемость верхнего слоя орошаемых почв снижается в результате разрушения макроагрегатов под действием давления с/х машин, ударов капель дождя и перепадов температуры почвы, особенно резких в случае ее иссушения перед поливом ниже влажности разрыва капилляров (ВРК) [2]. Снижение поглощающей способности почвы закономерно приводит к увеличению поверхностного стока талых и поливных вод, возрастанию рисков эрозии и загрязнения водоисточников продуктами сноса.

Водопроницаемость нижних слоев снижется в результате дезагрегации, обусловленной их постоянным переувлажнением, что приводит к необходимости уменьшения расчетной интенсивности дождя и увеличению поливного периода [3]. При завышении интенсивности дождя происходит вынос илистых частиц из пахотного горизонта в подпахотный (иллювиирование), снижение в нем содержания активных капиллярных пор и капиллярной проводимости КП [4,5].