

УДК 502.35

ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ ДИФФУЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООХРАННЫХ ПРОГРАММ

© 2020 г. В. И. Данилов-Данильян^а, В. О. Полянин^{а, *}, Т. Б. Фашцевская^а,
Н. В. Кирпичникова^а, М. А. Козлова^а, Е. В. Веницианов^а

^аИнститут водных проблем РАН, Москва, 119333 Россия

*e-mail: vlad_polianin@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2020 г.

После доработки 02.04.2020 г.

Принята к публикации 04.04.2020 г.

Рассмотрены особенности формирования диффузного загрязнения водных объектов, без правильного понимания которого невозможно выстроить адекватную водоохранную стратегию. Основные научно-методические, правовые и организационные проблемы регулирования диффузного загрязнения связаны с характером поступления загрязняющих веществ в природную среду и сложностью связей между антропогенным воздействием на водосбор и откликом водного объекта (изменением качества воды и экологического состояния) на такое воздействие. Намечены основные направления и базовые принципы реализации концепции по снижению диффузного загрязнения, которые, хотя и носят общеэкологический характер, приобретают особую актуальность для проблемы регулирования рассредоточенных источников загрязнения для бассейнов как р. Волги, так и других водных объектов, подверженных интенсивному влиянию хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: диффузное загрязнение, мониторинг, качество вод, водосбор, водоохранные мероприятия.

DOI: 10.31857/S0321059620050053

ВВЕДЕНИЕ

Волга – крупнейшая река Европы и главная водная артерия в Европейской части России. Согласно данным официальной государственной отчетности [10, 21], большинство водотоков и водоемов Волжского бассейна характеризуются 3-м и 4-м классами качества воды (вода “загрязненная” и “грязная”). Общее число случаев экстремально высокого и высокого загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Волги за 2017 и 2018 гг. достигло 939 и 905 соответственно, что значительно превышает этот показатель для остальных крупных речных бассейнов (кроме р. Оби для 2018 г.) и составляет 30–35% общего числа аналогичных случаев по Российской Федерации. Из 39 субъектов федерации, территории которых полностью или частично расположены в Волжском бассейне, лидирующие позиции в этом отношении занимают: Астраханская, Владимирская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тверская, Тульская, Ульяновская, Челябинская области, Пермский край, Удмуртская Республика [6, 7].

Вклад природной составляющей в загрязнение водных объектов в бассейне Волги относительно

невелик и, как правило, редко сопоставим с антропогенным влиянием. Характерно высокое природное содержание таких загрязняющих веществ (ЗВ), как железо, марганец, органические соединения и, в отдельных случаях, взвешенные вещества. К основным природным источникам органического вещества относятся болота, массивы которых характерны для Тверской, Ярославской, Владимирской, Нижегородской, Кировской и ряда других областей, относящихся к Волжскому бассейну.

Под главными негативными для качества воды факторами традиционно понимались сбросы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленных и коммунальных предприятий. Поэтому к приоритетным направлениям водоохранной политики России относилось управление контролируемыми со стороны государства (точечными) сбросами и повторное использование сточных вод, т.е. регулирование источников “сосредоточенного” загрязнения [25–27]. Однако, несмотря на определенные успехи в этом направлении и общее снижение объемов сброса сточных вод (рис. 1, 2), в том числе в результате спада промышленного производства, такой одно-

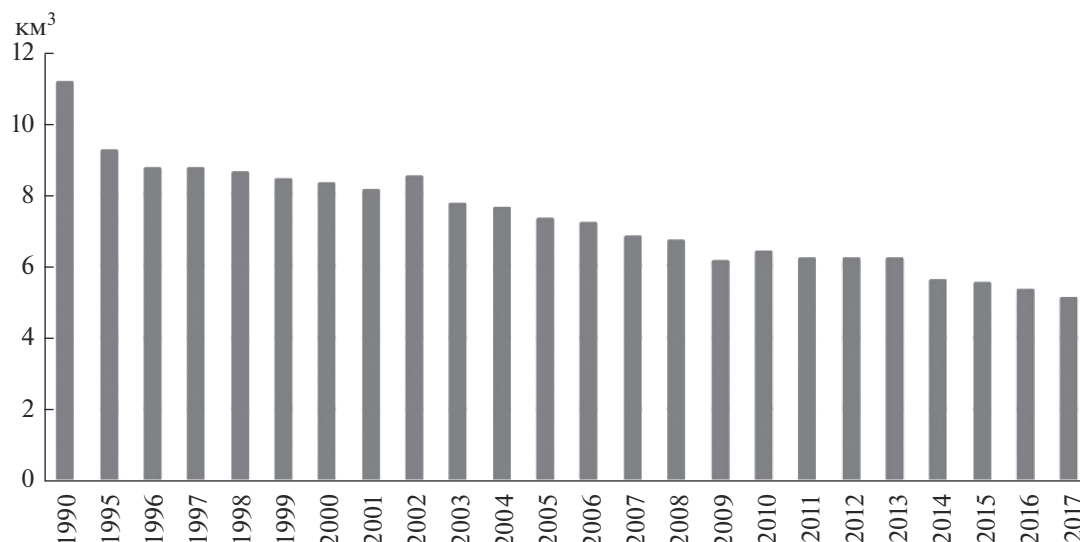


Рис. 1. Динамика объемов загрязненных сточных вод (км³) по бассейну р. Волги (заметно снижение этого показателя более чем в 2 раза по сравнению с началом 1990-х гг.) (по результатам выполнения программы поисковых работ).

сторонний подход не принес ожидаемого эффекта и, как свидетельствуют данные из государственных докладов, существенного улучшения экологического состояния водных объектов и качества волжской воды не произошло. Одна из основных причин неудовлетворительного состояния водных экосистем этой реки – недостаточное внимание к другому фактору, определяющему качество воды в природных источниках, а именно – рассредоточенному (диффузному) загрязнению.

Отечественная практика регулирования диффузного загрязнения и степень научно-практической проработанности данной проблемы в плане методик расчета поступления ЗВ, организации мониторинга, оценок эффективности природоохранных мероприятий и управления водосборными территориями заметно отстают от аналогичного многолетнего опыта развитых зарубежных стран, изложенного в многочисленных монографиях, материалах специализированных конференций, практических руководствах, нормативных правовых актах и документах стратегического планирования разного уровня [28–30, 32–40].

В общем случае под диффузным загрязнением следует понимать загрязнение стока источниками, когда сток минует централизованные очистные сооружения и/или для которого традиционная очистка не предусмотрена либо неприменима. Это вид загрязнения – результат хозяйственной деятельности в пределах территории речного бассейна, поступает в водные объекты преимущественно с талыми и дождевыми водами. Источники ЗВ – городские и селитебные территории, площадки промышленных предприятий, сельскохозяйственные угодья, объекты строительства

и транспортной инфраструктуры, участки добычи полезных ископаемых, места складирования промышленных и твердых коммунальных отходов, обрушающиеся берега рек и водохранилищ, участки земли с нарушенным почвенным покровом, объекты накопленного экологического ущерба и пр. [18, 35, 36].

ЗВ от перечисленных выше источников попадают в водные объекты в результате поверхностного смыва при выпадении дождей и/или снеготаянии, а также вымываются из атмосферы. Кроме того, ухудшение качества воды рек и водохранилищ происходит при непосредственном контакте объектов-загрязнителей с водной средой, например при строительных работах на землях водного фонда, утечках горюче-смазочных материалов при эксплуатации водного транспорта, в том числе маломерных судов, при рекреационном водопользовании.

Для более полного исследования проблемы диффузного загрязнения водных объектов Министерством природных ресурсов РФ инициировано выполнение двухлетней программы специальных поисковых работ в рамках приоритетного государственного проекта “Сохранение и предотвращение загрязнения р. Волги” с привлечением ведущих отечественных научных и научно-исследовательских организаций. На репрезентативных участках бассейна р. Волги для водных объектов, расположенных в разных характерных географических условиях и испытывающих различную антропогенную нагрузку, организованы специальные экспедиционные исследования и выполнена интегральная оценка поступления ЗВ от диффузных источников.

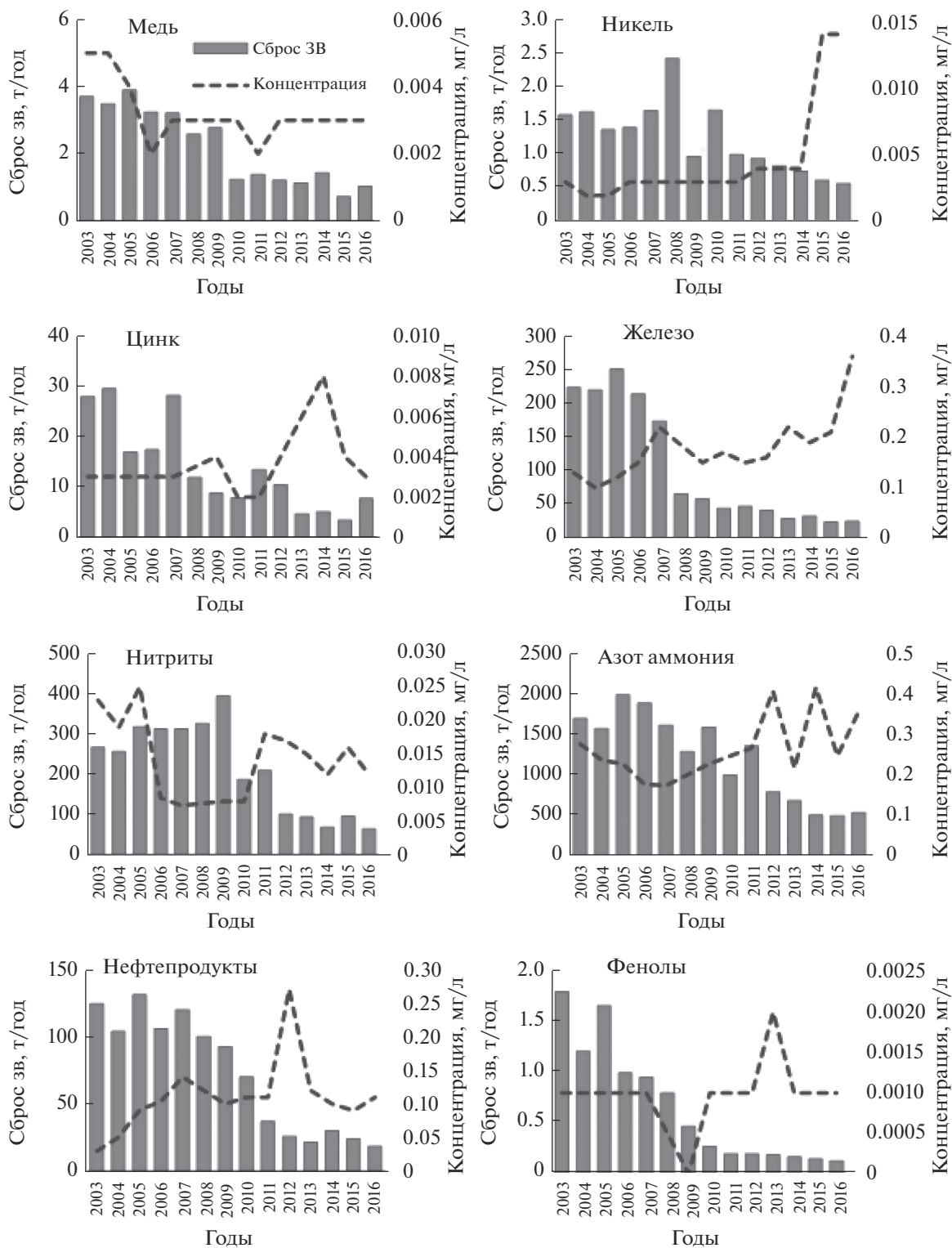


Рис. 2. Динамика сбросов от сосредоточенных источников и концентраций ЗВ (бассейн р. Белой – притока Нижнекамского водохранилища), по результатам выполнения программы поисковых работ.

Результаты исследований, а также обобщение результатов изысканий, выполненных в пределах Волжского бассейна за предыдущие годы, пока-

зывают, что объемы поступления таких ЗВ, как нефтепродукты, органические вещества, биогенные элементы, взвеси, тяжелые металлы (цинк,

медь), от диффузных источников превышают соответствующие объемы от источников сосредоточенного загрязнения в отдельных случаях многократно [12]. Такая ситуация особенно характерна для городских территорий и зон влияния промышленных предприятий [13, 31]. Для сельскохозяйственных угодий аналогичное соотношение складывается для биогенных элементов (азота и фосфора). Например, для водосборной территории Иваньковского водохранилища установлено, что доли азота и фосфора, поступающих от сосредоточенных неконтролируемых источников, в среднем составляют 45–55%, а для нефтепродуктов и взвешенных веществ могут превышать 90%, особенно в многоводные периоды года [4]. Таким образом, даже при полном прекращении сброса загрязненных сточных вод из контролируемых источников в бассейне Иваньковского водохранилища значительного улучшения качества воды не произойдет. Заметный эффект, возможно, будет наблюдаться лишь зимой, в период отсутствия поверхностного диффузного смыва с водосбора (за исключением оттепелей), и в меньшей степени – в летнюю межень [5].

Таким образом, для предотвращения дальнейшей деградации водных объектов в бассейне р. Волги и улучшения ее экологического состояния необходимо изменение парадигмы водохранной политики в сторону предотвращения диффузного загрязнения. Необходимо системное изучение особенностей, механизмов формирования, путей и режимов поступления диффузного загрязнения в водные объекты для повышения эффективности мониторинга, методов оценки и реализации природоохранных мероприятий, направленных на снижение диффузного загрязнения.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФфуЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Существенная особенность диффузного загрязнения – высокая изменчивость поступления ЗВ, масса и объем которых от одного и того же источника может меняться на несколько порядков в зависимости от сезона года. Периоды наиболее активного диффузного загрязнения – весеннее половодье, характерное для Волжского бассейна, а также дождевые или снего-дождевые паводки, в результате которых происходит формирование загрязненного стока за относительно короткий период. Накопление загрязнений на поверхности водосбора происходит существенно дольше, чем их поступление в гидрографическую сеть. Степень загрязненности ливневых сточных вод зависит от продолжительности предшествующего бездождевого периода, а также от интенсивности и периода выпадения конкретного дождя. Если дождь случается после продолжительного сухого периода, то содержание ЗВ в первых пор-

циях дождевого стока обычно очень высокое. Например, оценки, полученные для таких городов, как Тверь, Москва и Астрахань (Верхняя и Нижняя Волга), показали, что содержание взвешенных веществ в ливневых водах может достигать 245–280 мг/л, органических веществ, оцениваемых по ХПК, – 22–195, нефтепродуктов – 17.5–197 мг/л [4, 11, 17, 19].

Увеличение концентраций ЗВ может наблюдаться и при продолжительных дождях, но по мере нарастания суммы осадков. Если в рассмотренном случае происходит смывание, например с городской поверхности, накопленных (в основном в результате оседания из атмосферы) ЗВ, то при длительных осадках загрязнение стоков увеличивается за счет вымывания ЗВ из городских почв, грунтов промышленных зон, увеличения эрозии и прочих аккумуляторов городских загрязнений.

Формирование диффузного загрязнения часто происходит не напрямую, а опосредованно (исключение из этого правила – судоходство и аварийные ситуации): путем поверхностного смыва с трудно проницаемых территорий, в результате инфильтрации осадков через загрязненные почвогрунты и складированные отходы производства, выноса в результате эрозионных процессов на водосборе и из донных отложений, а также за счет поступления ЗВ на водосбор и акваторию из атмосферы. Например, оценка поступления тяжелых металлов в Нижнекамское водохранилище, бассейн которого почти полностью охватывает Республику Башкортостан и частично территории Татарстана, Удмуртии, Оренбургской, Пермской, Свердловской и Челябинской областей, показала, что в среднем ~80% общего количества меди поступает в водные объекты в результате ее вымывания из почвогрунтов, на долю поверхностного стока приходится ~20%, а со сбросами от сосредоточенных источников в водный объект поступает всего ~1% металла [20].

Формирование диффузного загрязнения часто происходит на значительном расстоянии от его источника (в случае, например, аэрогенного загрязнения, вызванного выбросами в атмосферу промышленными предприятиями, транспортом, объектами энергетики) и может продолжаться в течение длительного времени после того, как произошло поступление ЗВ в окружающую среду. Так происходит при загрязнении почв, грунтовых вод и донных отложений. Если источникам диффузного загрязнения длительное время не уделяется должного внимания, они постепенно переходят в разряд объектов накопленного экологического вреда. Например, последствия сильного загрязнения наблюдаются на левом берегу р. Белой на участке между городами Салават и Ишимбай, где отмечается загрязнение нефтепро-

дуктами таких элементов природной среды, как донные отложения и грунтовые воды. Территория характеризуется наличием производственных объектов, выполняющих полный цикл обработки углеводородного сырья: от его добычи и переработки до транспортировки и хранения готовой продукции. В результате вдоль береговой линии в течение длительного времени (более 15 лет) наблюдается высачивание (в том числе подрусловое) нефтепродуктов в поверхностные воды, что приводит к появлению нефтяных пленок и радужных пятен на поверхности воды, загрязнению воды растворенными нефтепродуктами до уровней, превышающих рыбохозяйственные нормативы в несколько десятков раз [3].

К подтвержденным источникам загрязнения грунтовых вод в пределах урбанизированной части территории Ярославской области с интенсивной антропогенной нагрузкой на природную среду относятся: шламонакопители, пруды-отстойники и территории промышленных предприятий, подземные нефтехранилища и нефтяные ямы, полигоны твердых коммунальных отходов, которые являются источниками таких ЗВ, как нефтепродукты, тяжелые металлы (преимущественно железо, марганец), аммонийный азот и нитраты, сульфаты и фенолы [8].

К источникам диффузного загрязнения р. Волги можно отнести Бурнаковскую низину – территорию на правом берегу реки в границах г. Нижнего Новгорода, в пределах которой наблюдается высокое загрязнение нефтепродуктами почв и грунтовых вод и опосредованно – поверхностных вод [23].

Перечисленные примеры характеризуют результат длительного антропогенного воздействия на окружающую среду и отдельные ее элементы, в качестве которых чаще всего выступают почвы, подземные воды, донные отложения; накопив загрязнения, они, в свою очередь, начинают оказывать негативное влияние на качество воды и экологическое состояние водных объектов в течение длительного времени. Отсутствие своевременного и должного внимания к хранению и переработке отходов, потерям сырья при транспортировке, экологической безопасности производственных процессов и другим вопросам создает целый комплекс “отложенных” проблем, решение которых в полной мере может оказаться практически непосильной задачей.

Диффузному стоку ЗВ в водный объект предшествует его формирование в пределах обширной территории; оно происходит, как правило, одновременно от многих источников загрязнения и типов хозяйственной деятельности, мозаично распределенных по водосборной территории.

Контроль за поступлением и оценка объемов ЗВ от источников диффузного загрязнения в месте их образования намного более сложны в техническом, организационном плане и более дорогостоящи, чем от сосредоточенных источников.

Снижение поступления загрязнений от распределенных источников в большинстве случаев может быть достигнуто только за счет внедрения эффективных методов (стандартов) управления производственными процессами и экологически ориентированной практики землепользования в пределах водосборной территории, а также, в более широком понимании, – регламентирования хозяйственной деятельности в целом. В этом заключается одно из основных отличий диффузных источников от сосредоточенных, для которых снижение загрязнения достигается за счет непосредственной обработки (очистки) сточных вод, а побудительные мотивы к ее применению для предприятий формируются обычными мерами административного и экономического регулирования, такими как нормирование сбросов, платежи за них, штрафы за нарушения норм и пр. Многообразие источников диффузного загрязнения приводит к тому, что существующие методы управления фрагментированы и трудно согласуются между собой. Более того, территории, на которых, как правило, формируются эти источники, находятся под юрисдикцией местных органов власти, у которых зачастую не достает действенных рычагов влияния.

Основные причины того, что доля диффузных источников в общем вкладе в загрязнение для большинства водных объектов в бассейне р. Волги продолжает оставаться очень высокой, а для отдельных регионов существенно превышает долю сосредоточенных источников, следующие:

пробелы в отечественном законодательстве, выражающиеся в неопределенности понятий сосредоточенного и диффузного загрязнения природных вод, в отсутствии нормативных правовых и нормативных технических документов по регулированию диффузного загрязнения;

недостаточная степень изученности условий и процессов формирования качества воды в водных объектах, подверженных воздействию рассредоточенных источников;

слабая проработанность методической базы для оценки влияния источников диффузного загрязнения на водные объекты и внедрения механизмов регулирования источников разных типов (сельское хозяйство, промышленные площадки, территории городов, объекты транспортной инфраструктуры, свалки ТКО и др.);

несовершенство стандартных систем мониторинга (не позволяют оценить объем загрязняющих веществ от диффузных источников, не учитывают особенности формирования диффузного

загрязнения, не позволяют выявить источники такого загрязнения) водных объектов с учетом специфики условий формирования диффузного загрязнения и антропогенного воздействия на водосборы;

недостаток экологического воспитания и низкая осведомленность (в частности, о последствиях диффузного загрязнения) хозяйствующих субъектов, землепользователей, органов исполнительной власти на местах;

отсутствие (недостаток) экономических и иных стимулов и финансовых возможностей для технического переоснащения предприятий и внедрения мер управления хозяйственной деятельностью и производственными процессами в целях регулирования диффузного загрязнения.

Действие этих причин усиливается в условиях слабости общей экологической политики, прежде всего следующих ее особенностей:

недостаточное финансирование природоохранной деятельности в целом;

размытость ответственности между ведомствами за состояние окружающей среды;

недостаточность полномочий контрольно-надзорных органов;

несоответствие количества и/или квалификации сотрудников объему работ и возлагаемых на них требований и, как следствие, слабая в целом мотивированность персонала в условиях неопределенности нормативно-правовой базы.

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПО СНИЖЕНИЮ ДИФфуЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ниже приведены общие базовые принципы, на которые, по мнению авторов, следует ориентироваться при формировании государственной политики по снижению диффузного загрязнения.

Река, ее пойма и водосбор должны рассматриваться как целостная система

Ухудшение качества воды и экологического состояния каждой конкретной реки или водохранилища в результате диффузного загрязнения в значительной мере определяется интенсивностью хозяйственного освоения водосбора, включая прибрежные и пойменные участки, склоны речных долин и водоразделы. Освоение речных бассейнов сопровождается существенным видоизменением естественных природных ландшафтов и сложившихся экосистем. Этот процесс сопровождается такими изменениями цепочек трансформации вещества и энергии в экосистемах, в результате которых, как правило, существующие в экосистемах связи нарушаются, а са-

ми цепочки сильно сокращаются. Главное следствие этих изменений — ослабление и даже полная утрата водным объектом способности к самоочищению. Для максимально возможного восстановления природных ландшафтов и экосистем при разработке водоохранных мероприятий (программ) целесообразно предусматривать одновременно основные составляющие: водосбор — пойма (водоохранная зона) — водный объект. В противном случае могут возникнуть более высокие риски и не будет достигнут требуемый результат.

Улучшение экологического состояния водного объекта должно осуществляться прежде всего через регулирование хозяйственной деятельности на его водосборе

Антропогенное нарушение водосбора происходит в результате сведения лесов, смены типов землепользования, неправильной агротехники при сельскохозяйственной деятельности, осушения и орошения земель, изменения структуры почвенного покрова, эрозионных процессов, увеличения рекреационной нагрузки, использования устаревших технологий производства и многих других факторов. Все это приводит не только к изменению режима и величины стока, зональных особенностей гидрохимического режима водных объектов, но и, как отмечено выше, к резкому снижению самоочищающей способности последних. Однако хозяйственная активность сама по себе не является негативным фактором. При одном и том же типе освоения земель в одних случаях будет происходить интенсивное загрязнение природных вод, а в других оно может быть практически полностью исключено или максимально снижено.

В последнем случае решающие факторы — превентивные меры: водоохранные мероприятия, экологически ориентированные землепользование и технологические процессы, а также качество общего организационно-правового поля, в котором действует хозяйствующий субъект.

Приоритет совершенствования природоохранного и водоохранного законодательства перед осуществлением краткосрочных водоохранных программ

Понимание процессов диффузного загрязнения, наличие технических средств, технических средств и экономических возможностей для внедрения наилучших технологий и проведения водоохранных мероприятий — еще не залог решения проблемы диффузного загрязнения. Главная составляющая успеха — хорошо проработанное, понятное, и непротиворечивое природо- и водоохранное законодательство, а также прозрач-

ность принятия решений как основа долгосрочного планирования водоохранной деятельности и контроля за его исполнением. В противном случае эффективность решений будет весьма низкой. Необходимость усиления нормативно-правовой базы в области не только водоохранного, но и всего природоохранного законодательства диктуется особенностями диффузного загрязнения, которое является прямым следствием воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду в целом. Специалисты из экологических организаций, действующих на территории России, и отечественных надзорных органов отмечают ведущую роль нормативно-правового регулирования в природоохранной деятельности. Например, в работе [1] отмечено: “Нестабильность “базового” законодательства — одна из причин сложностей решения экологических проблем России”, а в докладе Федеральной службы по надзору в сфере природопользования об осуществлении и эффективности государственного контроля (надзора) за 2015 год говорится: “Эффективность деятельности Росприроднадзора напрямую зависит от полноты, гармоничности и системности законодательной базы” [9]. Кроме того, в вопросе регулирования рассредоточенных источников значительную роль играют административные составляющие такого регулирования. Поскольку бассейн р. Волги охватывает территории почти четырех десятков субъектов РФ, необходимо учитывать разграничение ответственности за результат негативного воздействия на водный объект, а также выработать механизм взаимодействия субъектов федерации и федеральных структур в рамках разработки программ по снижению диффузного загрязнения.

Адекватные ситуации законы и правильные методики расчета поступления ЗВ позволяют сформировать долгосрочную государственную политику, отработать способы регулирования диффузного загрязнения и наладить механизм взаимодействия между надзорными и контролирующими органами, экологическими организациями, хозяйствующими субъектами.

Особое внимание в водоохранных программах должно уделяться обоснованию экономической и экологической эффективности предполагаемых мероприятий; причем, желательно сопоставление экономической и экологической эффективности водоохранных программ с альтернативными вариантами, если они имеются.

Например, минимизация негативного воздействия поверхностного загрязненного стока с городских территорий на качество воды в водных объектах и их экологическое состояние может быть достигнута преимущественно тремя способами: благоустройством самой территории города с выполнением существующих водоохранных

регламентов (в том числе совершенствованием гидролого-гидравлических условий); созданием очистных систем (сооружений) для ливневой канализации (выпусков); переобустройством ливневой канализации с подачей поверхностного стока в промышленные и коммунальные системы водоочистки. Например, в г. Твери (Верхняя Волга) в настоящее время существует 38 выпусков ливневой канализации в реки Волгу, Тверцу, Тьмаку. Мероприятия по улучшению качества воды в реках сопоставимы между собой по экологической эффективности по всем трем направлениям; нетрудно показать, что экономически более выгодным будет первый подход.

*Приоритет проектов
по малым рекам и их водосборам
перед большими речными бассейнами*

Малые реки и их водосборы в наибольшей степени подходят в качестве объектов исследования и регулирования, поскольку их санитарно-экологическое состояние — одновременно и индикатор, и фокус проблем, связанных с диффузным загрязнением крупных речных систем. В частности, в государственном докладе Министерства природных ресурсов и экологии РФ говорится: “Особенно резко негативное влияние хозяйственной деятельности сказывается на состоянии малых рек. При этом общий объем антропогенных нагрузок на многие речные бассейны превышает потенциал самоочищения воды водных объектов...” [9]. Близкую позицию занимают специалисты Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской республики: “Не отрицая значения крупных рек, Волги и Суры, для жизни нашей республики огромное значение имеют малые реки. ... на этих реках значительно чаще, чем на крупных, формируются участки хронического загрязнения, а гидрохимический режим более ярко отражает особенности географического положения водосбора. Поэтому здесь тенденции выражены ярче и, как правило, более значимы, чем на крупных реках” [22]. Таким образом, и на федеральном, и на региональном уровне есть понимание того, что путь к оздоровлению большой реки лежит через экологическое восстановление малых водосборов в пределах ее бассейна.

В пользу этого утверждения можно привести следующие обоснования:

ухудшение экологического состояния малых рек — один из основных предикторов негативных процессов большего масштаба, которые можно выявить и предотвратить на ранних стадиях их развития;

небольшие по площади дренируемые территории и соответствующие расходы воды малых рек

определяют их высокую степень уязвимости к любому внешнему воздействию;

пространственные размеры позволяют проводить целенаправленные локальные природоохранные мероприятия и получать более быстрый, чем реализация природоохранных мероприятий для крупных бассейнов, и ощутимый эффект от их реализации;

по небольшим водосборам легче получить информацию об условиях формирования качества воды, реализовать проект мониторинга с одновременным отслеживанием хозяйственной деятельности на водосборной территории, т.е. зависимость качества воды в водном объекте от антропогенного воздействия на его водосборную территорию в системе воздействие—отклик;

состояние ручьев и малых рек легче контролировать, привлекая общественность и негосударственные экологические организации (например, для обсуждения планов использования и охраны водных объектов на бассейновых советах, для контроля санитарного состояния русел, берегов, пойм, склонов и автомобильных съездов, посадки деревьев и кустарников и пр.).

Опыт Европейского центра по восстановлению рек [14] позволяет сделать вывод о том, что восстановление и охрана малых рек дает наиболее эффективные результаты в тех случаях, когда принимаемые меры направлены на возрождение их природных комплексов. Необходимо не только регулировать сосредоточенное и диффузное загрязнение, но и стремиться восстановить естественные механизмы функционирования речной системы, улучшить условия заселения и обитания водной флоры и фауны. Такая направленность природоохранных мероприятий позволяет создать устойчивый экологический каркас в крупных речных бассейнах как основу их экологической устойчивости. Из сказанного выше вытекает следующий базовый принцип.

Приоритет мероприятиям, направленным на улучшение (восстановление) самоочищающей способности водных объектов и повышение устойчивости водных и околотоводных экосистем и природных ландшафтов

Признавая тот факт, что состояние водосборной территории во многих случаях играет ключевую роль в формировании качества воды, следует отметить, что влияние антропогенной нагрузки проявляется не только напрямую в виде увеличения концентраций ЗВ, но и косвенно, через ухудшение способности природных систем к самоочищению под воздействием комплекса физико-химических и биологических процессов как в самом водном объекте, так и на его водосборе.

Освоение территорий, не предусматривающее восстановление разрушенных естественных местообитаний (болот, лесных массивов, лугов, пойменных участков, нарушенных или спрямленных участков речного русла), обедненного видового состава сообществ растительных и животных организмов, отражается на способности природных вод к самоочищению, что, в свою очередь, ускоряет их дальнейшую деградацию. Рассмотрим несколько примеров.

1. В результате преобразования морфологических элементов водотоков путем обвалования и спрямления естественных русел на участках, подверженных такому воздействию, существенно меняются условия произрастания высшей водной растительности, увеличивается скорость течения воды, снижается общее время пребывания воды на участке, ухудшаются условия фильтрации, осаждения и преобразования ЗВ. В результате такой участок перестает быть естественным природным биофильтром, а вся нагрузка перераспределяется на участки реки ниже по течению. Более того, на искусственно спрямленных участках русла из-за увеличения скоростей течения растет риск эрозионных процессов.

2. Осушение заболоченных участков поймы или участков, приуроченных к истокам небольших рек (например, в процессе развития территорий или строительства транспортной инфраструктуры), во-первых, непосредственно увеличивает антропогенную нагрузку на водосбор, во-вторых – снижает способность водного объекта к самоочищению.

3. Характерная для городов засыпка естественных оврагов и отвод поверхностного стока естественных водотоков в трубы приводит к ухудшению условий аэрации воды и снижению концентраций растворенного кислорода, поскольку его расходование на окисление органических веществ не будет компенсироваться инвазией из ограниченного воздушного пространства. Время пребывания загрязнений в водном объекте – один из главных факторов самоочищения – в таких случаях сильно уменьшается, что практически полностью исключает снижение концентраций ЗВ за время пребывания их в трубе: седиментация взвесей и уменьшение содержания органических веществ при интенсивной аэрации воды в результате ветрового перемешивания и интенсивном фотосинтезе фитопланктона и макрофитов будут полностью исключены.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ВОДООХРАННОЙ ПОЛИТИКИ В ОТНОШЕНИИ ДИФFUЗНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Развитие нормативно-правовой базы в области охраны вод с учетом роли диффузного загрязнения

В России диффузный сток не подвергается контролю и учету со стороны государства; это объясняется в том числе пробелами в отечественном законодательстве, которые, в свою очередь, определяют практически полное отсутствие инструктивно-методических документов по идентификации, мониторингу, оценке и регулированию диффузного загрязнения. Очевидно, что рассредоточенное поступление ЗВ в водные объекты должно быть учтено при выдаче разрешений на осуществление хозяйственной деятельности, связанной с загрязнением водных объектов, и должно учитываться при оценке нанесенного им вреда.

В законодательстве в области охраны окружающей среды не предусмотрен производственный и иной контроль неконтролируемого диффузного стока.

В Водном кодексе РФ не упоминается о диффузном (рассредоточенном) загрязнении и, тем более, о механизмах его снижения, хотя в общем виде говорится о необходимости предотвращения антропогенного загрязнения водных объектов.

В методических указаниях по разработке нормативов допустимого воздействия (НДВ) на водные объекты [15] признается наличие рассредоточенного поступления ЗВ, однако суммарная величина допустимых сбросов для всех водопользователей по участку (в соответствии с Указаниями) не может превышать составляющую НДВ лишь по управляемому или потенциально управляемому привносу ЗВ. Таким образом, неуправляемые источники рассредоточенного загрязнения выводятся из системы регулирования. В последние годы, однако, ситуация стала несколько меняться. Так, в Водной стратегии РФ отмечается: “Высокую степень воздействия на водные объекты оказывает рассредоточенный (диффузный) сток с сельскохозяйственных и сельских территорий, площадей, занятых отвалами и отходами промышленного производства...” [2]. Учет источников диффузного загрязнения в общем виде также предусмотрен в [15]. В “Методических указаниях по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов” (СКИОВО) отмечается необходимость сбора информации по хозяйственному освоению водосбора, включая характеристики сельскохозяйственного, транспортного и рекреационного использования водных объектов и их водосборов [16]. В составе институциональных мероприятий

предлагается рассматривать в том числе регулирование землепользования в водоохраных зонах (включая их обустройство и благоустройство) и на водосборах с целью предотвращения загрязнения и истощения водных объектов. Подобные мероприятия направлены на регулирование, в первую очередь, склонового загрязненного стока; таким образом, методические указания косвенно подразумевают роль диффузного стока в формировании качества вод, но, к сожалению, не указывают явно на необходимость его учета при разработке СКИОВО. В частности, в методических указаниях не уточняется, нужно ли в балансе веществ учитывать массу ЗВ, поступающих в водный объект с рассредоточенным стоком. Поскольку баланс масс – важная часть исходной информации при разработке программ мероприятий, направленных на улучшение качества вод в бассейне, отсутствие в балансе ЗВ диффузной составляющей оставляет ее за рамками таких программ. Отсутствие учета вклада диффузных источников в общее загрязнение водного объекта может привести к ошибочной расстановке приоритетов водоохранной деятельности и к выбору неэффективных мероприятий в программах улучшения качества вод в бассейне.

Упомянутые документы можно считать первым шагом отечественного законодательства к регулированию диффузного загрязнения. Однако системный подход в этом направлении в российском законодательстве практически полностью отсутствует, как отсутствует и само понятие диффузного загрязнения. Реальное экологическое состояние водных объектов требует скорейшего совершенствования нормативных правовых и технических документов, разработки положений о регулировании диффузного загрязнения.

Снижение влияния источников диффузного загрязнения на водные экосистемы требует пересмотра технологий хозяйственной деятельности в различных отраслях экономики, внедрения экологически ориентированной практики землепользования, технологических процессов и в некоторой степени – изменения парадигмы природопользования в целом. Эти задачи должны быть включены в общую государственную природоохранную политику. В связи с этим долгосрочные цели и принципы охраны вод от диффузного загрязнения должны быть закреплены нормативным правовым документом федерального уровня. Чем яснее они будут обозначены, тем проще будет организовать и контролировать деятельность государственных органов и водопользователей, оценивать эффективность финансовых затрат, направляемых на улучшение экологического состояния водных ресурсов.

Разработка подходов к мониторингу качества поверхностных вод и антропогенных воздействий с учетом диффузного загрязнения, включая развитие методической базы расчетов и прогнозов диффузного загрязнения

Особенности мониторинга и контроля диффузного загрязнения состоят в том, что формирование объемов стока воды и веществ на водосборах, с одной стороны, связано с климатическими факторами (выпадением осадков и таянием снега), а с другой стороны, зависит от интенсивности хозяйственного освоения речного бассейна. Такая ситуация требует организации синхронных наблюдений за качеством воды в водном объекте и инспекционного контроля водосборных территорий. Кроме того, существуют объективные сложности при определении круга юридических лиц, которым может быть вменена ответственность за положение дел с диффузным загрязнением (накопленный экологический ущерб, объекты аэротехногенного загрязнения водосборной площади и пр.). Все это происходит при неразвитости научно-методического обеспечения оценок негативного воздействия источников диффузного загрязнения на водные объекты [24].

Организация, планирование и методы оценки эффективности водоохранной деятельности в целях снижения диффузного загрязнения водных объектов

В силу приведенных выше особенностей формирования диффузного загрязнения снижение нагрузки от рассредоточенных источников может быть осуществлено двумя основными путями:

а) внедрение экологически ориентированной практики землепользования, технологических процессов, правил поведения и/или методов ведения хозяйственной деятельности, которые по сравнению с действующими практиками, процессами, правилами и методами дают меньше отходов, позволяют снизить поступление ЗВ на разных производственных этапах, уменьшить прямое и косвенное антропогенное воздействие на элементы окружающей среды;

б) осуществление собственно водоохраных мероприятий, которые должны быть направлены на снижение поверхностного стока, его задержание, перевод в подземный сток и/или на удлинение пути его поступления и трансформацию через искусственные, естественные или воссозданные среды, имитирующие естественные природные условия, в целях снижения объемов поверхностного стока и/или уменьшения в нем концентраций ЗВ.

В зависимости от типа хозяйственной деятельности и действующих факторов ухудшения качества воды набор конкретных мер может быть раз-

ный, но все они в целом укладываются в одну из перечисленных выше категорий. Наиболее эффективно комбинирование этих подходов.

Для эффективного снижения потоков ЗВ от разнообразных источников диффузной природы, расположенных в пределах речного бассейна, наряду с принятием мер правового регулирования хозяйственной деятельности и внедрением экологически ориентированной практики природопользования и технологических процессов необходимо направлять усилия на поддержание барьерных функций природных ландшафтов, создание условий для улучшения самоочищающей способности водных объектов и околосредных экосистем, включая восстановление и/или сохранение таких элементов речного бассейна, как водно-болотные массивы в истоках рек, пойменные участки с естественной растительностью, облесенные балки и ложбины, места выхода ключей и родниковых вод и др. Поскольку ЗВ от диффузных источников поступают в основном с поверхностным и почвенно-грунтовым стоком с обширной территории водосбора, то и перехват таких потоков в полной мере может быть обеспечен только естественными или близкими к естественным биогеохимическими барьерами достаточной протяженности (непрерывности). При этом их емкость, структура, взаимное расположение и разнообразие входящих в них компонентов должны способствовать процессам самоочищения воды по мере ее продвижения, начиная от источника загрязнения и далее до водного объекта, а также непосредственно в самом водном объекте.

В условиях диффузного загрязнения особенно усложнены взаимосвязи в пределах речных бассейнов, которые следует рассматривать как природно-антропогенные системы. В связи с этим снижение диффузного загрязнения часто невозможно достичь простыми способами, а требуется подход, основанный на принципе мультибарьерности, подразумевающим одновременную реализацию нескольких взаимодополняющих направлений водоохранной политики:

создание и/или восстановление экологического каркаса территории и обязательное закрепление правового статуса его элементов на законодательном уровне;

восстановление (экологическая реабилитация) и поддержание естественных экосистем рек, их русловых и пойменных участков;

выбор и проведение специальных водоохраных мероприятий (включая инженерные методы) и практики ведения хозяйственной деятельности в зависимости от вида землепользования и факторов воздействия (урбанизированные и сельские территории, сельскохозяйственные поля, пастбища и животноводческие фермы, промышленные площадки и пр.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Традиционное ориентирование водоохранной политики России на снижение количества контролируемых (точечных) источников загрязнения не привело к ожидаемому улучшению качества воды в бассейне Волги. Исследования потоков ЗВ с водосборов выявили мощное воздействие на экосистемы водных объектов многочисленных источников диффузного загрязнения.

Основные особенности диффузного загрязнения водных объектов следующие: прямая его зависимость от природных гидрометеорологических условий, высокая изменчивость его характеристик в течение года, разнообразие типов антропогенных источников.

Низкая эффективность проводимых водоохранных мероприятий – прямое следствие игнорирования проблемы неконтролируемого диффузного загрязнения, отсутствие законодательной базы его регулирования, ведения соответствующего мониторинга, методик расчета общего баланса ЗВ с учетом всех источников загрязнения.

Снижение поступления ЗВ в большинстве случаев может быть достигнуто за счет внедрения эффективных методов управления производственными процессами, экологически ориентированной практики землепользования, регламентирования хозяйственной деятельности и контроля за их выполнением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блоков И.П.* Окружающая среда и ее охрана в России. Изменения за 25 лет. М.: Совет Гринпис, 2018. 432 с.
2. Водная стратегия Российской Федерации до 2020 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 27 августа 2009 года № 1235-р.
3. *Галинуров И.Р., Сафаров А.М., Шайдулина Г.Ф., Магасумова А., Хатмуллина Р.М., Смирнова Т.П.* Подземные скопления нефтяных углеводородов в пойме р. Белой Республики Башкортостан // Башкирский хим. журн. 2011. Т. 18. № 4. С. 95–98.
4. *Гордин И.В., Кирпичникова Н.В.* Динамика загрязнения Верхней Волги талым стоком городских территорий // Вод. ресурсы. 1990. № 2. С. 37–42.
5. *Гордин И.В., Кирпичникова Н.В.* Влияние неконтролируемых сточных вод на эффективность программ водоохранного строительства // Инженерное обеспечение объектов. 1992. № 7. С. 16–23.
6. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году”. М.: Минприроды России; Кадастр, 2018. 888 с.
7. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году”. М.: Минприроды России; Кадастр, 2019. 844 с.
8. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Ярославской области в 2015–2016 гг. Ярославль, 2017. 250 с.
9. Доклад Федеральной службы по надзору в сфере природопользования об осуществлении и эффективности государственного контроля (надзора) за 2015 год. 2016 г. [Электронный ресурс] http://old.rpn.gov.ru/results_reports?qt-doklady=1
10. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2018. Ростов-на-Дону: ГХИ, 2019. 561 с.
11. *Ким А.Н., Давыдова Е.В., Полянская Д.И.* Отведение и очистка поверхностного стока в Астрахани: современное состояние и перспективы развития // Градостр-во и архитектура. 2016. № 2. С. 31–35.
12. *Кирпичникова Н.В.* Неконтролируемые источники загрязнения // Ивановское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. М.: Наука, 2000. С. 36–62.
13. *Лепихин А.П., Богомолов А.В., Возняк А.А., Любимова Т.П., Паршакова Я.Н.* Диффузное загрязнение поверхностных водных объектов Соликамско-Березниковского промузла: масштабы, генезис // Горное эхо. 2019. № 1(74). С. 27–31.
14. Материалы Европейского центра по восстановлению рек. [Электронный ресурс]. <http://www.ecrr.org/>
15. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утв. Приказом МПР России от 12.12.2007 № 328.
16. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Утв. Приказом МПР России от 04.07.2007, № 169.
17. Методическое пособие “Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты”. М., 2015. 146 с.
18. *Михайлов С.А.* Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналит. обзор. Барнаул: День, 2000. 130 с.
19. *Молоков М.В., Шифрин В.Н.* Очистка поверхностного стока с территории городов и промышленных площадок. М.: Стройиздат, 1977. 104 с.
20. *Мотовилов Ю.Г., Фащевская Т.Б.* Пространственно распределенная модель формирования стока тяжелых металлов в речном бассейне // Вода: химия и экология. 2018. № 1–3. С. 18–31.
21. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2016 год. М.: Росгидромет, 2017. [Электронный ресурс]. <http://www.meteorf.ru/product/infomaterials/90/?year=2017&ID=90> (дата обращения: 10.12.2019)
22. Общая информация о водных объектах Чувашской Республики. [Электронный ресурс]. <http://minpriroda.cap.ru/action/activity/vodopoljzovanie/obshchaya-informaciya-o-vodnih-objektah-chuvashskoj>
23. *Обязов В.А.* Накопленный вред окружающей среде Бурнаковской низины г. Нижнего Новгорода как источник долговременного загрязнения реки Волги // Вод. ресурсы. 2020. № 5.

24. Полянин В.О. Концептуальные подходы к мониторингу диффузного загрязнения водных объектов // Вод. ресурсы. 2020. № 5. С. 622–627.
25. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 13.03.1972 № 177 “О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами”.
26. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 19.01.1988 № 64 “О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране”.
27. Постановление Правительства РФ от 24.04.1998 № 414 “О Федеральной целевой программе “Оздоровление экологической обстановки на реке Волге и ее притоках, восстановление и предотвращение деградации природных комплексов Волжского бассейна на период до 2010 года” (Программа “Возрождение Волги”)”.
28. Center for Watershed Protection. Watershed Protection Research Monograph No. 1. Impacts of Impervious Cover on Aquatic Systems. Ellicott City: Center for Watershed Protection, 2003.
29. Diffuse Pollution and Basin Management (editor Bruen M.) // Proc. 7th Int. Specialised IWA Conf. Dublin, Ireland, 2003. 1140 p. <http://www.ucd.ie/dipcon/proceedings.htm>
30. Dressing S.A., Meals D.W., Harcum J.B., Spooner J., Stribling J.B., Richards R.P., Millard C.J., Lanberg S.A., O'Donnell J.G. Monitoring and Evaluating Nonpoint Source Watershed Projects. Washington: United States Environ. Protection Agency, 2016. 30 p.
31. Fashchevskaya T.B., Polianin V.O., Fedosova L.V. Structural Analysis of Water Quality Formation in an Urban Watercourse: Point, Non-Point, Transit, and Natural // Water Resour. 2018. V. 45. Suppl. 1. P. S67–S78.
32. Issues and Solutions To Diffuse Pollution. Selected papers from the 14th Int. Conf. IWA Diffuse Pollution Specialist Group. DIPCON. 2010.
33. Mandelker D.R. Controlling Nonpoint Source Water Pollution: Can It Be Done // Sympos. Prevention of Groundwater Contamination in the Great Lakes Region. 1989. V. 65. № 479. Is. 2. P. 479–502.
34. National Nonpoint Source Monitoring Program. <https://www.epa.gov/nps/national-nonpoint-source-monitoring-program>
35. Novotny V. Diffuse (non-point) pollution – a political, institutional and fiscal problem // J. Water Pollut. Contr. Fed. 1988. V. 60. № 8. P. 1404–1413.
36. Novotny V., Chesters G. Handbook of non-point pollution. N. Y.: Van Nostrand Reinhold Co., 1981. 545 p.
37. Novotny V., Olem H. Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. N. Y.: Van Nostrand Reinhold Publ., 1994. 1051 p.
38. NSW Diffuse Source Water Pollution Strategy. Sydney: Department Environ. Climate Change NSW, 2009. 60 p.
39. Overcash M.R. Environmental Impacts of Nonpoint Source Pollution. Boca Raton: CRC Press, 1983. 449 p.
40. The Reduction and Prevention of Agricultural Diffuse Pollution (England) Regulations. 2018. <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/151/made>