

ресурсами. Согласование стратегий водопользования. – М.: Научный мир, 2010. – 232с.

3. <http://www.chutalas-commission.org/> (Комиссия Республики Казахстан и Кыргызской Республики по использованию водохозяйственных сооружений межгосударственного пользования на рр. Чу и Талас), дата обращения – 2.04.2015.

4. Российско-Казахстанский трансграничный регион: история, геоэкология и устойчивое развитие / Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 216 с.

5. Порох А.Н. Россия и Казахстан в решении трансграничных водных проблем // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Сер. 4., Ист. 2009. № 2 (16). С. 25-33.

6. Чибилёв А.А. Бассейн Урала: история, география, экология / Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 312 с.

7. Сивохин Ж.Т., Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Трансграничные речные бассейны Азиатской России: эколого-географические особенности институционального сотрудничества // Известия Самарского научного центра. Том 15, № 3 (3), 2013. С. 954-957.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ⁶

Щеголькова Н.М., Веницианов Е.В.
Институт водных проблем РАН, г. Москва
nshegolkova@mail.ru

Водохозяйственные мероприятия, связанные с отбором воды для водоподготовки и водоотведением в водные объекты, всегда сочетаются с оценкой воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и проблемой использования и утилизации сточных вод. В этой связи эти мероприятия, как правило, содержат:

- перечень технологий и рекомендаций, направленных на улучшение качества воды сточных вод от сосредоточенных источников (предприятий, поселений),
- рекомендации по снижению нагрузки от рассредоточенных (диффузных) источников загрязнения.

⁶Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-17-00672).

Однако «маршрут» перемещения загрязняющих веществ от источников к водному объекту нельзя сводить к триаде: источник загрязнения – очистное сооружение – водный объект. Необходимо, во-первых, учесть вариативность технологий очистки, которые нельзя оценивать только по качеству отводимого в водный объект стока, во-вторых, учитывать, биогеохимические потоки веществ, возникающих при очистке загрязненных вод.

Необходим новый подход, который позволяет комплексно управлять потоками веществ, попадающих в сточные воды в пределах регулируемой территории (речной бассейн, часть бассейна, водохозяйственная система). Эти потоки распределяют большую часть органических и минеральных веществ на территории, причем и в естественных условиях и в условиях антропогенной нагрузки. Источник загрязнения, как сосредоточенный, так и диффузный, является только частью транспорта и трансформации вещества в целостной водохозяйственной системе. Это грунтовые и подземные воды, водотоки, поверхностный сток, потоки сточных и очищенных вод в трубопроводах и коллекторах. Это минеральные и органические осадки и суспензии, образующиеся при обработке сточных и природных вод, потоки смешения загрязненных и чистых вод в водных объектах при водоотведении.

Следовательно, одна лишь оценка поступления загрязняющих веществ в поверхностные водоемы при водоотведении является недостаточной для эффективного снижения экологических рисков. Необходимо проследить динамику перемещения веществ в регулируемой водной системе в целом.

Новый подход основан на оценке воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду в целом и водные объекты, в частности, с учетом их «жизненного цикла» на примере одной важной группы загрязняющих веществ – биогенных, а именно, соединений азота и фосфора. Следует рассматривать совокупность технологий и процессов, в которых участвуют эти вещества:

- очистка воды на сооружениях,
- обработка осадка,
- ландшафтная очистка воды в процессах, происходящих на водосборе,
- процессы самоочищения в водных объектах,

а также структуру, технологии и сооружения подачи воды потребителям и ее водоотведения после использования.

Авторами выделены количественные и качественные критерии для оценки экологической и экономической эффективности водохозяйственных мероприятий, связанных с очисткой и использованием биогенных веществ, т.е. оценкой их антропогенных и природных потоков. Рассмотрены некоторые важнейшие элементы этих потоков, критерии оценки эффективности их функционирования и методы управления ими, основанные на исследовании потоков веществ в московской водохозяйственной системе [1-7].

1. Очистка воды. Для комплексного управления потоками веществ в пределах регулируемой территории необходимо учитывать следующие параметры.

– *Доля удаленного азота из воды и осадка, поступающего в атмосферу безвозвратно (в виде N_2 и оксидов азота).*

Существующие сегодня технологии очистки воды позволяют перераспределить потоки азота, поступающего со сточными водами в разных пропорциях между твердой (осадок), жидкой (очищенная вода) фазами и газообразным потоком, которые образуются в результате очистки. Доля удаленного в атмосферу азота меняется от 0 до 60-70%. Остальной азот перераспределяется между очищенной водой и образующимся осадком. Именно этот азот может быть повторно использован для производства продуктивной биомассы, как-то: сельскохозяйственной продукции, биотоплива, лесопосадок и пр. Если на регулируемой территории очищенная вода сразу поступает в водоприемник (река, водохранилище), то единственным критерием эффективности очистки является качество сточной воды, которое должно соответствовать существующим нормативам, которые и диктуют выбор технологии очистки. Однако если на данной территории ощущается дефицит азота в почвах, то азот, содержащийся в сточной воде, может быть направлен на получение биомассы. Тогда следует выбрать технологию очистки сообразно этим нуждам. В этом случае доля азота, безвозвратно удаленного в атмосферу, становится критерием для выбора технологии водоочистки.

– *Доля биогенных элементов в очищенной воде и осадке, предназначенных для производства биомассы.*

Если на данной территории существует необходимость использования азота (фосфора) для производства биомассы, то техническое решение будет диктовать выбор водоочистной технологии, которая обеспечит возможность использования сточной воды и осадка сточных вод для эффективного производства биомассы.

– *Удаленность транспортировки биогенных элементов от очистного сооружения к месту производства биомассы.*

Критерий необходим при планировании и постройке новых очистных сооружений. Рентабельность производства биомассы зависит от близости источника ее производства к очистному сооружению.

– *Использование биоценоза очистного сооружения для повышения эффективности процессов самоочищения в водном объекте, в который производится водоотведение.*

Биологическая очистка сточных вод приводит к образованию очищенных стоков микробиоценоза, повышающего скорость самоочищения природных вод. При строительстве очистного сооружения и выборе технологии очистки следует учитывать влияние гидрологических и биологических факторов на самоочищение с максимальной эффективностью.

– *Площадь, отводимая для размещения и функционирования очистного сооружения с учетом также площади сооружений по утилизации осадка и санитарно-защитных зон.*

За последние годы разработаны технологии очистки воды, позволяющие размещать сооружения водоочистки вблизи от городской/сельской застройки, так как они не выделяют неприятных запахов. Эти технологии позволяют к тому же утилизировать осадок без вывоза его на специальные полигоны и площадки обезвоживания. Применение технологий, именуемых в российской научной литературе фитоочисткой, требует в 2-5 раз больше площади на очистное сооружение в расчете на единицу стока. Однако если расчет удельной площади сделан с учетом санитарно-защитной зоны и земель, выделяемых на утилизацию осадков, то площадь этих сооружений будет сравнима с площадью классических очистных сооружений. Таким образом, расчет вышеназванного показателя позволяет оценить достоинства и недостатки действующих технологий в комплексе [8].

2. Обработка осадка.

– *Принципиальная возможность использовать осадок для производства промышленной продукции и/или биомассы.*

Следует иметь в виду, что комплекс загрязняющих веществ содержит наряду с утилизируемыми («полезными») компонентами токсичные («вредные») вещества, которые даже при небольших концентрациях могут воспрепятствовать утилизации осадков. Не-

обходимо разрабатывать мероприятия и технологии, которые смогут обезвредить осадок, включая регулирование качества поступающих на очистные сооружения стоков.

– *Дальность транспортировки осадка от очистного сооружения до места переработки.*

– *Доля углерода, выбрасываемая в атмосферу, при утилизации осадка.*

Проблема антропогенного изменения климата, оставаясь до сих пор спорной в частности, имеет одну бесспорную составляющую: за последнее столетие в десятки раз возросло количество сжигаемого невозобновляемого углеродного топлива. Следовательно, когда речь идет о выборе между «почвенной» утилизацией осадка, который является для коммунальных очистных сооружений уникальным органическим удобрением, и сжиганием осадка, обладающим малой калорийностью, то «биосферные резоны» склоняют в сторону первого пути утилизации.

3. Очистка сточных вод в естественных биоценозах (ландшафтных и водных).

– *Оценка экологической безопасности и эффективности ландшафтной очистки стоков.*

– *Оценка возможности повышения потенциала самоочищения водных объектов в результате изменений технологий очистки сточных вод, в том числе путем дополнительной ландшафтной очистки.*

4. Ремедиация рек и ландшафтов.

– *Возможность использования биогенных элементов очищенных вод в производстве биомассы, в том числе для производства биопродукции и ремедиации ландшафтов.*

5. Организация подачи бытовой воды и сбор водостоков.

– *Оценка ущерба от загрязнения водных объектов биогенными веществами, включая риски повышения заболеваемости населения при растущей антропогенной нагрузке биогенными веществами.*

Избыточная биогенная нагрузка на водные объекты может привести к снижению потребительских свойств водного ресурса вследствие ухудшения качества вод при повышении трофического статуса. Симптомом кризисной ситуации служит повышенная заболеваемость населения вследствие потребления некачественной воды.

– *Принципиальная возможность усовершенствования системы водоснабжения, в том числе за счет организации отдельной пода-*

чи коммунально-бытовой и питьевой воды.

В районах с высокой плотностью населения при безвозвратной потере качества воды в источниках водоснабжения стоимость водоподготовки значительно возрастает. Для снижения рисков заболевания населения необходимо плановое гарантированное разделение питьевой (бутилирование) и бытовой воды. Тогда подготовка питьевой воды станет рентабельной.

– Оценка энергетических и финансовых затрат на организацию раздельного сбора серой и коричневой сточной воды.

Очистка воды от душевых и кухонь (серый сток) и очистка воды от туалетов (коричневый сток) существенно различается по стоимости. В европейских странах и в Австралии распространен раздельный сбор сточных вод с разными технологиями очистки. При подобном способе серый сток при незначительных затратах на его очистку направляется на повторное использование (ирригация, промышленное производство). При проектировании водных систем необходимо сразу рассматривать раздельный сбор как альтернативный вариант водопользования.

Перечисленные критерии могут использоваться при разработке водохозяйственных и водоохраных мероприятий, например, в рамках разработки Схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО).

Литература

1. *Shchegolkova N.M., Adgienko V.E., Danilovich D.A., Kozlov M.N.* Role of the Moscow Wastewater Treatment Plant in elements real-locating in Moscow Urboecosystem. / Functions of soils in the geosphere-biosphere systems // Materials of the international symposium. – Moscow, 2001. – P. 307-308.

2. *Щеголькова Н.М., Гусев Д.В., Грачев В.А.* Оценка информативности показателей, характеризующих твердую фазу образцов, в экологическом и технологическом мониторинге // Мат-лы XI научно-практ. семинара «Вопросы аналитического контроля качества воды». – М.: Аналитический центр контроля качества воды ЗАО «Росса», 2006. – С. 97-100.

3. *Щеголькова Н.М.* Оценка экологического состояния реки по многолетней динамике самоочищения // Сб. статей I Межд. интерактивной научн. конференции «Современные аспекты экологии и экологического образования». Назрань: Пилигрим, 2007. С. 117-124.

4. Щеголькова Н.М., Шапкина П.С. Интенсификация восстановления качества речной воды и роль биологически очищенных вод в самоочищении // Водное хозяйство России. №2. 2010. С.88-100.

5. Щеголькова Н.М., Мойжес О.В., Шапкина П.С. Фотобиореактор для очистки сточной воды от биогенных элементов и обеззараживания // Вода: химия и экология. №2, 2010. С. 9-16.

6. Щеголькова Н.М. Утилизация азот- и фосфор-содержащих отходов в городе и проблемы развития биотопливной энергетики // Вода: химия и экология. №2, 2012 г. С. 38-44.

7. Щеголькова Н.М., Смагин А.В., Рыбка К.Ю. Методологические аспекты конструирования почвогрунтов: агрофизические свойства. Вода: химия и экология. 2013. № 7. С. 9-17.

8. Щеголькова Н.М., Диас В., Криксунов Е.А., Рыбка К.Ю. Фитосистемы для очистки сточных вод: современное решение экологических проблем // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2015. №2. С.50-59.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРИНЯТИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ⁷

Эльпинер Л.И., Шаповалов А.Е.,
Институт водных проблем РАН, г. Москва
elpiner@rambler.ru

Сложившаяся в России негативная медико-демографическая обстановка подчеркивает необходимость обязательного учета интересов охраны здоровья населения при управлении водными ресурсами. В ряде недавних публикаций эта проблема рассматривается преимущественно применительно к использованию поверхностных водных объектов. Так в [1] было показано, что, в свете современных научных данных, изменение каждой составляющей гидрологической обстановки (режим, качество и количество вод) может оказывать отрицательное влияние на медико-экологическую ситуацию в зависимости от характера и интенсивности изменений влияния вод-

⁷Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований №13-05-00197.