

## Нормирование сброса сточных вод в водные объекты:

# проблемы и решения



Не останавливаясь на деталях уже много лет обсуждаемой и вынесенной в заголовок проблемы, невозможно уйти от ответа на вопрос — почему, имея одни из самых жестких правил охраны поверхностных водоемов от загрязнения сточными водами, их состояние не улучшается, а наоборот имеет устойчивую тенденцию к ухудшению. Не найдя ответа на этот вопрос, невозможно определить и наметить правильные стратегические пути и направления решения всей проблемы — обеспечение благоприятной среды обитания и повышение экологической безопасности жизнедеятельности населения Беларуси. Положение в какой-то степени спасает лишь то, что для централизованного водоснабжения городов и других населенных пунктов республики повсеместно используются подземные воды, которые в наименьшей мере подвержены антропогенному загрязнению (за исключением Минска и Гомеля, которые частично снабжаются водой из поверхностных источников).

Ю. П. Седлухо, БНТУ,  
проф., докт. техн. наук.

 одной из основных причин такого плачевного состояния наших рек является ущербность самой методологии правил их охраны, основанной на лимитировании предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в контрольном створе водоема. Оставляя в стороне формальные и экологически сомнительные расчеты разбавления и самоочищающей способности водоема, основанные на недостаточно достоверной информации о его состоянии, поступлении загрязнений из других источников,

сезонных, природных и антропогенных изменениях состава воды и протекающих в водоеме процессах, обратим внимание на саму постановку задачи: **какую предельную нагрузку по множеству загрязнений может выдержать река до достижения ПДК. При таком подходе стимулируется не сдерживание поступления загрязняющих веществ, а провоцируется увеличение их концентраций до уровня ПДК.**

Если фоновые концентрации каких-либо веществ в воде водоема многократно ниже ПДК, то, используя действующие методики, в водоем можно сбрасывать сточные воды с концентрациями этих загрязнений превышающие их фактическое содержа-

ние, т.е. без очистки, даже при том, что удаление таких загрязнений не представляет никаких трудностей. Таким образом, за многие десятилетия использования такого подхода, по многим показателям концентрации загрязняющих веществ в воде большинства рек Беларуси уже достигла или превысила установленные ПДК.

При расчете допустимых концентраций загрязняющих веществ в сбрасываемых в водоем сточных водах (ДК) и предельно допустимых сбросов (ПДС), в случае равенства или превышения фоновых концентраций установленных ПДК, ДК принимаются равным ПДК [1,7], что ведет к дальнейшему загрязнению водоема (по логике, в таких случаях сброс сточных вод недопустим).

Ситуация еще в большей мере усложняется, если в сточной воде содержатся несколько загрязняющих веществ, относящихся к одной группе лимитирующих показателей вредности, или имеется несколько выпусков. В этих случаях расчеты могут приводить к абсурдным результатам, когда концентрации сбрасываемых веществ становятся неизмеримо малыми, значительно меньшими, чем их допустимое содержание в питьевой воде, т.е. сброс даже питьевой воды в водоем должен быть запрещен. Это свидетельствует о том, что методология, заложенная в действующих нормативных документах, требует пересмотра.

При рассмотрении проблемы нормирования качества окружающей среды в целом, и водных объектов, в частности, **необходимо не упускать из вида основную цель такого нормирования — установление нормативов предельно допустимых воздействий человека на природу. Установленные же нормативы ПДК ориентированы на сохранение здоровья человека, — основного нарушителя природы.** Оправданные при нормировании качества питьевой воды они механически переносятся на водоемы, где действуют иные законы природы. **Поэтому действующая в Беларуси, России и некоторых других странах бывшего Союза система санитарно-гигиенического нор-**





мирования создает лишь иллюзию защиты водоемов и водопользователей. Даже строгое соблюдение ПДК не дает никаких гарантий сохранения качества поверхностных вод и благополучного состояния водных экосистем [3].

Одним из основных проявлений негативного воздействия человека на водоемы является их эвтрофирование, связанное с избыточным поступлением в водоем биогенных веществ — минеральных форм углерода, азота и фосфора. Содержание углерода в воде в форме угольной кислоты, бикарбонатов и органических веществ практически всегда достаточно. Развитие процессов эвтрофикации лимитируется или стимулируется соединениями азота и фосфора. При их избытке скорость продукции органического вещества, связанная с процессами фотосинтеза, превышает скорость их деструкции. Происходит массовое развитие микроскопических планктонных водорослей — фитопланктона и высшей водной растительности. При их отмирании происходит вторичное загрязнение воды с увеличением концентрации аммиака, сероводорода, восстановленных соединений железа, марганца и других веществ. Этот процесс сопровождается интенсивным потреблением кислорода с возможностью возникновения заморных явлений. Эти явления приводят к резкому ухудшению качества воды, увеличению ее агрессивности по отношению к бетону и металлам, снижению рекреационных и эстетических достоинств водных ландшафтов. Ресурсная деградация водоемов и нарушение всех видов водопользования ставят проблему антропогенной эвтрофикации в ряд глобальных [3].

Основными источниками поступления биогенных веществ в водоемы являются бытовые и производственные сточные воды и поверхностный сток с урбанизированных территорий и сельскохозяйственных угодий. Долгое время именно фосфор, как малоподвижный в почве элемент, лимитировал процессы эвтрофикации. Сейчас, по мере роста применения фосфоросодержащих моющих средств, концентрация растворенных фосфатов в бытовых сточных водах возрастает и именно они являются основными источниками их поступления в водоемы. Соединения азота легко растворимы и хорошо переходят в состав поверхностного стока. В то же время и в бытовых стоках содержится большое количество азо-

тосодержащих веществ, образующихся в результате распада белков и мочевины.

По данным [3] для Европы в целом принято считать, что с сельскохозяйственных угодий в водоемы поступает 10–25% азота и 10–12% фосфора, а остальное их количество поступает со сточными водами. Эти данные более реалистичны, чем те, в которых утверждается, что с сельскохозяйственных и урбанизированных территорий в водоемы поступает около 60% загрязнений [1].

Причиной того, что особое внимание уделено биогенному загрязнению водоемов и его последствиям является то, что основными загрязнениями наших рек, концентрации которых уже достигли или превысили установленные ПДК, являются именно соединения азота и фосфора [1,2]. Но нормативы ПДК разработаны исходя из санитарно-гигиенического и токсикологического влияния этих веществ на здоровье человека. Экологически допустимые нормы (ЭДК), предотвращающие эвтрофикацию водоемов, не разработаны. Принято считать, что эвтрофикация становится вероятной, если содержание общего минерального азота превышает 0,3–0,5 мг/л, а фосфора 0,01–0,03 мг/л [3]. Это примерно в 10 раз ниже рыбохозяйственных ПДК по общему азоту (5,0 мг/л) и фосфору (0,2 мг/л).

Изложенные обстоятельства свидетельствуют о необходимости пересмотра не только норм сброса загрязняющих веществ в водоемы, но и самих принципов их нормирования, в основу которых должен быть положен **принцип постоянного улучшения состояния водоемов**. Этот принцип не нов и уже несколько десятилетий успешно используется в странах ЕС. **Он заключается в поэтапном достижении реально выполнимых требований, установленных с учетом использования наилучших практически достижимых и экономически доступных технологий очистки сточных вод.** Принцип «наилучшие доступные технологии» необходимо распространить на всех без исключения водопользователей, включая в это понятие не только степень очистки сточных вод, но и оптимизацию водопользования. Необходимо прекратить порочную практику сброса неочищенных производственных сточных вод в городскую систему канализации, распространив и на них этот принцип, стимулируя тем самым создание замкнутых и экологически более безопасных технологий и производств. Очевидно, что успех

реализации такого подхода невозможен без безусловного выполнения его основных положений.

**Нормативный документ, регламентирующий применение рассмотренного принципа, должен быть высокого правового уровня, желателен законодательного, иметь характер прямого действия и устанавливать этапы снижения содержания загрязняющих веществ в очищенных сточных водах.** Эти этапы должны отвечать следующим условиям:

- не ухудшать экологическое состояние водоемов и фактически достигнутые показатели состава и свойств очищенных сточных вод с учетом реальных технологических возможностей существующих очистных сооружений;
- обеспечить поэтапное достижение требований, установленных с учетом использования наилучших доступных технологий;
- предусматривать мероприятия по достижению целевых показателей качества воды в водных объектах.

В основу этого документа целесообразно положить основные положения проекта Федерального закона РФ — «Специальный технический регламент «О Коммунальном водоотведении» [8]. Численные значения нормируемых параметров должны быть гармонизированы с европейскими нормами промышленного развитых стран. Очищенные сточные воды необходимо нормировать по ограниченному числу обобщенных показателей, в первую очередь по параметрам, характерным для бытовых сточных вод [6]:

- физические параметры (взвешенные вещества);
- органические вещества, характеризующие потребление кислорода (ХПК, БПК);
- биогенные вещества (общий азот, аммонийный азот, общий фосфор);
- СПАВ;
- общая минерализация;
- нефтепродукты;
- основные показатели бактериального загрязнения.

Допустимое содержание загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах, отводимых в водные объекты, целесообразно нормировать по следующим параметрам: взвешенные вещества, БПК, ХПК, азот аммонийный, СПАВ, нефтепродукты и свинец. Причем, их допустимые концентрации не должны быть ниже, чем концен-

трации, установленные для коммунальных сточных вод.

Для промышленных предприятий, имеющих свои очистные сооружения с выпусками сточных вод в водные объекты, могут устанавливаться дополнительные требования по нормированию содержания других загрязнений, характерных для данного производства.

Отведение производственных сточных вод в системы коммунального водоотведения допускается при условии обеспечения безопасной и надежной ее работы и эксплуатации, включая технологическую возможность очистных сооружений удаления загрязняющих веществ, содержащихся в производственных сточных водах. Нормативные показатели общих свойств производственных сточных вод, допускаемых к сбросу в системы коммунального водоотведения, устанавливаются в данном документе, а дополнительные требования определяются с учетом требований к отведению очищенных коммунальных сточных вод в водный объект, эффективности очистки на городских очистных сооружениях, степени загрязненности хозяйственно-бытовых сточных вод по данным веществам в общем объеме сточных вод, и устанавливаются органами Минприроды при оформлении разрешения на спецводопользование.

**При разработке конкретных нормативов качества очищенных сточных вод, допустимых к сбросу в водные объекты, необходимо: во-первых, определить с критериями, характеризующими экологическое состояние водоемов-приемников сточных вод; во-вторых, конкретизировать термин «наилучшие доступные технологии».**

**Первое обстоятельство**, связанное с введением прямых нормативов к качеству сбрасываемых в водоем сточных вод, предопределяет отказ от использования в методике нормирования такого ключевого показателя, как ПДК. А это влечет за собой и изменение классификации водоемов, переходя от их классификации по видам водопользования (рыбохозяйственные и хозяйственно-питьевые водные объекты) к классификации по экологическому состоянию и самоочищающей способности. При этом, **основными характеристиками воды водоема-приемника сточных вод должны быть его степень или подверженность эвтрофикации и возможные условия смешения и самоочищения спускаемых сточных вод.**

**Второе обстоятельство** связано с неопределенностью и возможностью весьма широкого толкования термина «наилучшие доступные технологии». Очевидно, что понятия этого термина для конкретного процесса будут со временем претерпевать изменения по мере углубления научных знаний и понимания проблемы, развития техники и технологий, изменения экономических и социальных факторов. Это и должно учитываться поэтапно достижению установленных нормативов. **Отправной точкой этих нормативов должны быть реально достижимые, экологически и экономически обоснованные показатели, полученные при использовании оправдавших себя на практике современных технологий.**

В мировой практике очистки коммунальных сточных вод набор технологических приемов удаления отдельных видов загрязнений достаточно ограничен и современные технологии традиционно ориентированы на использование таких методов, как процеживание и отстаивание (удаление взвешенных веществ и крупных отбросов), биологического окисления (снижение ХПК, ВПК и нитрификация аммонийного азота) и восстановления (денитрификация — снижение общего азота, частичное дефосфатирование), обеззараживание хлорсодержащими реагентами или УФ-облучением. Эти методы в мировой практике достаточно апробированы, их совершенствование идет по пути применения нового оборудования и модернизации сооружений.

В отношении технологий и методов обработки и утилизации образующихся осадков такой определенности, к сожалению, нет. Общими требованиями к применяемым при этом технологиям являются стабилизация осадков, снижение их объемов путем обезвоживания и обеззараживания.

**Значения устанавливаемых нормативов качества очищенных сточных вод должны быть дифференцированы по мощности очистных сооружений**, которая, как правило, определяется эквивалентным количеством жителей (ЭКЖ), обслуживаемых системой водоотведения. При этом необходимо учитывать не только сложность самих сооружений и возможность достижения установленных норм, но и возможный уровень их эксплуатации, экологическую и экономическую целесообразность применения. Не следует исклю-

чать применение методов биологической очистки в естественных условиях, особенно для объектов индивидуальной застройки и небольших автономных объектов.

Так, для очистных сооружений производительностью до 15–20 м куб/сут (ЭКЖ до 100–120) при соответствующих гидрогеологических условиях вполне допустимо применение фильтрующих колодцев (до 1–1,5 м.куб/сут), фильтрующих траншей и песчано-гравийных фильтров, которые в сочетании с септиком при правильном устройстве и эксплуатации могут обеспечить очень высокую степень очистки (снижение БПК и взвешенных веществ на 90–95% и более). По другим показателям нормирование нецелесообразно.

Для очистных сооружений производительностью 25–200 м.куб./сут (100–1000 ЭКЖ) в наибольшей мере подходят сооружения, основанные на использовании метода полного окисления (продленной аэрации). Их несомненным достоинством является простота устройства и эксплуатации, объединение в одном сооружении процессов полной биологической очистки и аэробной стабилизации избыточного ила. Низкая нагрузка на активный ил обеспечивает устойчивое снижение БПК<sub>5</sub> и взвешенных веществ до 20–25 мг/л, а развитый процесс нитрификации создает условия для снижения концентрации аммонийного азота не менее, чем на 50%. Этот метод уже несколько десятилетий успешно реализуется во многих странах мира и широко применялся в компактных установках типа КУ в бывшем СССР [5]. Отказ от этого метода преждевременен. Организация серийного производства и широкое внедрение таких установок с применением современных коррозионностойких материалов может на данном этапе удовлетворительно решать проблему очистки сточных вод малых населенных пунктов.

При производительности очистных сооружений 200–700 м.куб/сут (1000–3500 ЭКЖ) так же могут быть использованы ранее разработанные установки с аэробной стабилизацией избыточного активного ила, обеспечивающие практически тот же уровень качества очищенных сточных вод (снижение БПК<sub>5</sub> и взвешенных веществ до 20–25 мг/л, аммонийного азота до 50%).

Рассмотренный выше диапазон производительностей очистных сооружений, характерный для малых населен-





ных пунктов Беларуси, если в настоящее время и закрывается, то использованием примитивных сооружений в виде плохо или совсем не эксплуатируемых септиков, двухъярусных отстойников и полей фильтрации, находящихся в аварийном состоянии. Решение этой проблемы возможно применением компактных установок заводского изготовления, реализующих рассмотренные технологии. Уровень достигаемой в них очистки соответствует или даже выше требований, установленных для малых населенных пунктов в странах ЕС.

Применение широко рекламируемых и поставляемых из России, стран Балтии и других стран малых очистных сооружений, сложных по конструкции и применяемым технологиям, неоправданно не только по причине очень высокой стоимости (до 2,5–4,0 тысяч долларов США за 1 м куб. суточной производительности), но и в связи с отсутствием какой-либо гарантии достижения заявляемой степени очистки до уровня рыбохозяйственных ПДК. (БПК<sub>полн</sub> и взвешенные вещества до 3 мг/л; азот аммонийный до 0,39 мг/л; фосфор общий до 0,2 мг/л, азот общий до 5 мг/л и т. п.) Требование достижения таких норм, особенно для малых очистных сооружений, не имеет ни технологического, ни экологического, ни, тем более, экономического обоснования, и может рассматриваться как лоббирование интересов коммерческих фирм-поставщиков такого оборудования. Такой уровень очистки крайне сложно достижим даже на крупных очистных сооружениях с очень высоким уровнем эксплуатации и применением самых совершенных технологий и оборудования. Ни одна страна мира не ставит таких задач относительно малых населенных пунктов. Даже скандинавы, известные своей чистоплотностью, дополнением к Конвенции Хельсинки от 15 ноября 2007 года, рекомендуют обеспечить снижение БПК<sub>5</sub> до 15 мг/л на очистных сооружениях городских агломераций с населением 300–10000 ЭКЖ только к концу 2018 года, а содержание азота и фосфора вообще не лимитируется. **Давайте и мы будем поскромнее и пока ограничимся более простыми и дешевыми технологиями, поразив весь мир тем, что наши малые населенные пункты повсеместно оснащены современными и работающими сооружениями биологической очистки сточных вод, обеспечивающими**

### **выполнение требований, принятых в цивилизованных странах.**

Более сложной задачей является установление норм сброса очищенных сточных вод, отводимых от средних и крупных городов, так как при этом необходимо учитывать наличие в них очистных сооружений, построенных в 70–80 годах прошлого столетия. Экономическая обстановка не позволяет рассчитывать на их замену новыми, а реконструкция ограничивает возможность использования современных технологий. В то же время, высвободившиеся мощности диктуют необходимость решать проблему совершенствования существующих очистных сооружений преимущественно путем их модернизации. Учитывая экологическое состояние большинства наших рек, основное внимание при этом должно быть уделено снижению биогенных веществ — азота и фосфора.

Не останавливаясь на современных технологиях их удаления представляется, что наиболее сложно будет решить эту задачу в средних для Беларуси городах с ЭКЖ до 100000, так как в них построены весьма разнотипные по конструкции сооружения, часто перегруженные, и за счет физического износа и плохой эксплуатации находящиеся в неудовлетворительном состоянии. Учитывая их многочисленность и необходимые финансовые ресурсы для реконструкции или строительства новых, наиболее реальными и в перспективе достижимыми нормативами будет снижение БПК<sub>5</sub> и взвешенных веществ до 20–25 мг/л, общего азота на 50–70% (до 15–20 мг/л), без нормирования по фосфору. Это предопределяет необходимость реализации процессов частичной нитрификации и денитрификации.

Для крупных городов с ЭКЖ более 100000, которые в наибольшей мере влияют на состояние водоемов и имеют относительно однотипные, морально устаревшие очистные сооружения с аэротенками коридорного типа, должны быть установлены более жесткие нормы с лимитированием БПК<sub>5</sub> не более 15 мг/л, взвешенные вещества не более 20 мг/л, общий азот не более 10 мг/л (снижение на 70–80%); общий фосфор не более 1,5 мг/л (снижение на 75–80%). Выполнение этих требований может быть обеспечено только путем модернизации существующих или строительства новых очистных сооружений с внедрением современных технологий биологической очистки сточных вод (процессов нитри-денитрификации

и дефосфатирования) и обработки образующихся осадков. Последнее особенно важно при глубоком удалении фосфора, так как иловая вода, образующаяся при сгущении осадков, или фугат при их обезвоживании, могут содержать большое количество фосфатов, возврат которых в голову очистных сооружений может свести к минимуму эффективность удаления фосфора на основных сооружениях.

Приведенные численные значения нормативов согласуются с нормами, принятыми в странах ЕС и [4,7]. Как показывает опыт европейских стран, они вполне достижимы на первом этапе совершенствования систем очистки сточных вод и могут приостановить дальнейшую деградацию водоемов, а во многих случаях, и существенно их оздоровить. Решающим значением при этом являются не жесткость этих нормативов, а безусловность их выполнения и юридические последствия за нарушения установленных правил, независимо от их масштаба. Очевидно, что сроки введения этих нормативов должны быть согласованы с планом их практической реализации и программой финансового, кадрового и организационного обеспечения.

### **Литература.**

1. Основные показатели использования вод в Республике Беларусь (за 2009 год) Т. 1. ЦНИИКИВР. — Мн., 2010.-173 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2008 г. /Под.ред. В.Ф. Логинова. Мн., 2009.-406 с.
3. Экология/Под.ред. Л.И. Цветковой. Изд-во АСВ. — М., 1999.-488 с.
4. Справочник по современным технологиям очистки природных и сточных вод и оборудованию. ДАНСЭЕ, Минприроды РФ. — М., 2001.-253 с.
5. Разумовский Э.С. и др. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. — М., Стройиздат, 1978.-152 с.
6. Пупырев Е.И. О техническом нормировании в области коммунального водного хозяйства//Водоснабжение и канализация, № 3–4/2010, с. 24–28.
7. Инструкция о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты/Минприроды РБ. С изм. и доп. от 29.12.2009 г. № 71.
8. Федеральный закон РФ — специальный технический регламент «О коммунальном водоотведении»/Проект РАВВ.-М., 2005.-37 с.

