

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

NATURE MANAGEMENT, ECOLOGICALLY SAFE
AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES

ПРЫРОДАКАРЫСТААННЕ, ЭКОЛАГАБЯСПЕЧНЫЯ
І РЭСУРСАЗБЕРАГАЛЬНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ

ISSN 1810-9810
УДК 628.29 + 626.16

А. Н. Колобаев

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Беларусь, e-mail: aleftin@list.ru*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД, СБРАСЫВАЕМЫХ В ПРИРОДНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Аннотация. Рассматриваются особенности информационного обеспечения нормирования сброса сточных вод в поверхностные водные объекты. Определен перечень исходных данных, в наибольшей степени влияющих на значения нормируемых показателей качества сточных вод (допустимых концентраций). К ним относятся данные о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в природных водных объектах и данные об экономических затратах на очистные сооружения в зависимости от достигаемой степени очистки сточных вод. Внесены предложения об уточнении этих исходных данных и совершенствовании расчетов по определению допустимых концентраций загрязняющих веществ на выпусках сточных вод.

Ключевые слова: информация, сточные воды, водные объекты, концентрации загрязняющих веществ, нормирование сброса сточных вод

A. N. Kolobaev

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: aleftin@list.ru

INFORMATIONAL ASPECTS OF RATIONING WASTEWATER DISCHARGED INTO NATURAL WATER OBJECTS

Abstract. The paper presents some suggestions for improving the establishment of quality standards for wastewater discharge. The question is considered in the informational aspects of this problem. Recommendations for improving the standards are given.

Keywords: information, wastewater, water bodies, concentrations of pollutants, wastewater discharge rationing

A. M. Калабаеў

Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь, e-mail: aleftin@list.ru

ІНФАРМАЦЫЙНЫЯ АСПЕКТЫ НАРМІРАВАННЯ СЦЁКАВЫХ ВОД, ЯКІЯ СКІДВАЮЦА ў ПРЫРОДНЫЯ ВОДНЫЯ АБ'ЕКТЫ

Анатацыя. Разглядаюцца асаблівасці інфармацыйнага забеспячэння нарміравання скіду сцёкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты. Вызначаны пералік зыходных дадзеных, якія ў найбольшай ступені ўплываюць на значэнне нарміруемых паказчыкаў якасці сцёкавых вод (дапушчальных канцэнтрацый). Да іх адносяцца дадзеныя аб фоновых канцэнтрацыях забруджвальных рэчываў у прыродных водных аб'ектах і дадзеныя аб эканамічных затратах на ачышчальныя збудаванні ў залежнасці ад дасягаемай ступені ачысткі сцёкавых вод. Унесены прапановы аб удакладненні гэтых зыходных дадзеных і ўдасканаленні разлікаў па вызначэнні дапушчальных канцэнтрацый забруджвальных рэчываў на выпусках сцёкавых вод.

Ключавыя словы: інфармацыя, сцёкавыя воды, водныя аб'екты, канцэнтрацыі забруджвальных рэчываў, нарміраванне скіду сцёкавых вод

Введение. Обоснованное нормирование сброса сточных вод может быть только при наличии полной и достоверной исходной информации. Доступность исходных сведений и достоверность их определения являются основополагающими факторами любого нормирования. В данной работе эти вопросы рассматриваются применительно к задаче установления допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в природные водные объекты.

Материалы и методика исследования. Установление норм, регламентирующих сброс сточных вод в природные водные объекты, – одна из важнейших задач водоохранной деятельности. От ее решения зависит не только экологическое состояние приемников сточных вод, но и эффективность производственной деятельности предприятий, осуществляющих водопользование, так как стоимость очистных сооружений, налоги и штрафы (возмещение вреда) за сброс сточных вод не должны быть причиной свертывания производства предприятий-водопользователей.

В процедуре нормирования сброса сточных вод в поверхностные водные объекты можно выделить два основополагающих методологических подхода: 1) технологический, предусматривающий использование результатов внедрения современных технологий по очистке сточных вод и безотходному производству для установления максимально допустимых значений показателей качества сточных вод на выходе очистных сооружений; 2) экологический, включающий анализ влияния антропогенной нагрузки на экологическое состояние природных водных объектов и определение уровня допустимого воздействия по отдельным показателям качества воды (в основном по гидрохимическим).

До недавнего времени в Республике Беларусь преимущественно применялся второй подход, характерный для нормирования сброса сточных вод в период СССР. Однако в последние годы, следуя стратегии постепенной гармонизации нашего законодательства с законодательством Европейского союза [1], для шести показателей качества коммунально-бытовых сточных вод и некоторых показателей (от двух до 10) производственных сточных вод значения допустимых концентраций (ДК) определяются из принципа постоянного улучшения качества природных вод и постепенного, но безусловно внедрения наилучших существующих экономически достижимых очистных технологий. Значения ДК приведены в действующих нормативах [2, 3]. По остальным показателям необходимо производить расчеты, базирующиеся на экологическом методологическом подходе с использованием ассимилирующей (разбавляющей) способности природного водного объекта, являющегося приемником сточных вод.

Если фоновая концентрация загрязняющего вещества в реке-приемнике меньше предельно допустимой концентрации (ПДК), то устанавливается допустимая нагрузка, т. е. определяется, какое количество загрязнений может принять река, пока концентрация этого загрязняющего вещества не достигнет уровня ПДК. ДК загрязняющих веществ на выпусках сточных вод определяются специальным расчетом, исходя из условия, чтобы ниже сброса сточных вод в контрольном створе водопользования концентрация каждого из рассматриваемых загрязняющих веществ ($K_{н.с.}$) не превысила ПДК:

$$K_{н.с.} \leq \text{ПДК} \text{ или } K_{н.с.} = \frac{QK_{\phi} + q\text{ДК}}{Q + q}.$$

После несложных преобразований расчетная формула для определения ДК принимает вид:

$$\text{ДК} = \frac{Q}{q}(\text{ПДК} - K_{\phi}) + \text{ПДК}, \quad (1)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация в природном водном объекте, являющемся приемником сточных вод, в мг/дм³; K_{ϕ} – фоновая концентрация в водном объекте выше створа сброса сточных вод, в мг/дм³; Q – расход воды в реке в створе сброса сточных вод, в м³/с; q – расход сбрасываемых сточных вод.

Формула (1) выведена для условия полного смешения сточных вод с речными, что возможно лишь при значительном удалении (на десятки и сотни километров) расчетного контрольного створа водопользования от створа выпуска сточных вод. На практике это состояние принимается равным 0,5 или 1 км, поэтому в уравнение (1) дополнительно вводится безразмерный коэффициент ($K_{см} = 0 \dots 1$), учитывающий степень смешения сточных вод с речными, который определяется в зависимости от расстояния между створом выпуска сточных вод и контрольным створом водопользования, расхода воды в реке и расхода сточных вод, скорости, глубины и других гидравлических характеристик водотока. С учетом этого коэффициента уравнение (1) приобретает следующий вид:

$$\text{ДК} = K_{см} \frac{Q}{q} (\text{ПДК} - K_{\phi}) + \text{ПДК} \quad (2)$$

или

$$\text{ДК} = (n - 1)(\text{ПДК} - K_{\phi}) + \text{ПДК}, \quad (3)$$

где n – кратность разбавления; $n = (q + K_{см}Q) / q = 1 + K_{см}Q / q$.

Уравнение (3) включено в состав действующих нормативов, однако в данной работе используется более простая и понятная формула (2). Используемые в формуле (2) значения ПДК загрязняющих веществ в водном объекте конкретного целевого назначения (питьевого, рыбохозяйственного, иного) полностью доступны: приведены не только в утвержденных правительственными органами нормативных документах [3, 4], но и в различных методических и учебных пособиях учебных заведений высшего образования (БНТУ, БГТУ и др.). Погрешность значений ПДК можно считать близкой к нулю, так как они обосновываются высококвалифицированными специалистами соответствующих областей науки и техники, после чего утверждаются государственными органами управления использованием и охраной вод. Таким образом, при расчете ДК для всех предприятий, сбрасываемых сточные воды в один и тот же природный водный объект, величина ПДК является постоянной. Вследствие этого элементарный анализ уравнения (2) показывает, что фоновая концентрация ($K_{\text{ф}}$) является основополагающей, в наибольшей степени влияющей на результат расчета, так как действующими нормативами расчет выполняется только тогда, когда отношение расхода воды в реке к расходу сточных вод находится в пределах от 10 до 400. Например, при увеличении разности ($\text{ПДК} - K_{\text{ф}}$) в два раза значение ДК возрастает в 20 и более раз. Учитывая значимость влияния фоновой концентрации на величину ДК, казалось бы, что принимаемые в расчет исходные данные о фоновых концентрациях должны определяться с особой тщательностью. На самом деле все наоборот: именно данные о фоновых концентрациях, как правило, и труднодоступны, и недостоверны. Кроме того, рекомендуемая действующими нормативами методика расчета конкретных значений фоновых концентраций недостаточно аргументирована. За фоновую принимается не концентрация загрязняющего вещества, формирующаяся в результате естественных факторов загрязнения водного объекта, а так называемая сложившаяся концентрация с учетом факторов антропогенного воздействия за последние три года, т. е. концентрация, сформировавшаяся под воздействием сбросов сточных вод всех расположенных выше по течению предприятий, которая становится исходной информацией для определения ДК в сточных водах расположенных ниже предприятий-водопользователей. Таким образом, этот водопользователь всегда оказывается в проигрыше: для него расчетные значения ДК без достаточных обоснований занижаются, т. е. становятся более жесткими, что в конечном итоге приводит к повышенным экономическим затратам водопользователя. Рекомендуемыми расчетами игнорируется также учет возможных сбросов сточных вод от других водопользователей (кроме рассматриваемого) на участке от створа измерения фактических показателей качества речной воды до расчетного створа, а также поступление загрязняющих веществ от рассредоточенных источников загрязнения на этом участке.

Учитывая все вышеперечисленные обстоятельства, а также сравнительно высокую погрешность определения показателей качества природных вод (относительная ошибка измерения содержания нефтепродуктов составляет 25 % в диапазоне значений 0,5–50 мг/дм³ и 50 % – в диапазоне 0,05–0,5 мг/дм³ [5]), объективная оценка достоверности данных о фоновых концентрациях загрязняющих веществ в природных водных объектах практически невозможна. Погрешность этих данных может достигать 100 %. Именно поэтому для коммунально-бытовых сточных вод значения ДК, определенные по методологиям «от экологии» и «от технологии», могут отличаться в 10–20 раз [6]. Следовательно, ставится под сомнение целесообразность проведения большинства расчетов по определению ДК загрязняющих веществ в сбрасываемых сточных водах, исходя из требования, чтобы ниже сброса сточных вод концентрации загрязняющих веществ в речной воде не превышали ПДК. Обоснованность этих расчетов не вызывала сомнений во второй четверти прошлого века [7], когда выпусков сточных вод было намного меньше и вынос загрязняющих веществ от рассредоточенных источников являлся не таким существенным, как в настоящее время.

Величина $K_{\text{см}}$ исходной информацией не является. Для расчета $K_{\text{см}}$ (по приведенным в [2, 3] формулам) требуются кроме принимаемых согласно действующим нормативам следующие исходные данные: минимальный месячный расход воды в маловодный год 95%-ной обеспеченности (Q), расход сточных вод (q), скорость воды и глубина водотока (v и h).

Данные о расходах воды в реке, т. е. данные о речном стоке в створе выпуска сточных вод, базируются на результатах стационарных наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) [8]. В отличие от других государств постсоветского пространства в Республике Беларусь количество пунктов наблюдений за речным стоком не уменьшилось. Плотность сети наблюдений за речным стоком вполне достаточна и соответствует рекомендациям Всемирной метеорологической организации. Погрешность расчетных гидрологических характеристик (среднемесячный сток, сток расчетной обеспеченности, расчетные минимальные расходы воды в створах рек) не превышает 10–15 %. В рамках НСМОС в настоящее время функционирует около 140 стационарных постов гидрологических наблюдений на реках, каналах, озерах и водохранилищах, а также 170 створов

гидрохимических наблюдений и 140 створов гидробиологических наблюдений. Пробы воды отбираются от 4 до 12 раз в году в зависимости от категории водного объекта. Кроме стационарных наблюдений гидрохимическими лабораториями отделов аналитического контроля областных и городских комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды контролируется не только качество сточных вод, но и качество природных вод выше и ниже створов сброса. Как исходные, так и обобщенные сведения представляются соответствующим органам управления в установленные сроки (в том числе и из Автоматизированной информационной системы государственного водного кадастра [9]), но для предприятий-водопользователей в большинстве случаев труднодоступно при необходимости получение обобщенных данных по участкам речных бассейнов, ограниченных расчетными створами. Это связано с тем, что Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь принято недостаточно обоснованное решение об отмене привязки водозаборов и выпусков сточных вод к створам рек, что практически означает невозможность обобщения данных о водопользовании по участкам речных бассейнов в автоматизированном режиме. Сведения о прогнозируемом, планируемом или фактическом расходе сточных вод (q) всегда известны водопользователю и могут считаться заданными. Погрешность их определения также не превышает 15 %.

В межлетний период маловодного года (обеспеченностью 95 %) значения скоростей воды (v) и глубин воды (h) большинства рек Беларуси находятся в следующих диапазонах: $v = 0,05-0,5$ м/с, $h = 0,5-2,0$ м. Их влияние на расчетную величину коэффициента смешения ($K_{см}$) незначительно, так как при расчете $K_{см}$ используется корень кубический от произведения v и h . Параметры v и h заимствуются из гидрологических ежегодников и в необходимых случаях устанавливаются по результатам измерений, проведенных исполнителями работ по обоснованию ДК.

При нормировании сброса сточных вод с использованием принципа «от технологии» водопользователь, кроме действующих нормативов [2, 3], в дополнительном информационном обеспечении не нуждается. Однако имеются сложности при отнесении предприятий к соответствующему виду производственной деятельности, так как, во-первых, не по всем видам деятельности приведены значения ДК для нормируемых загрязняющих веществ и, во-вторых, многие формулировки производственной деятельности не вызывают вопросов лишь у авторов разработанных нормативов. В то же время обоснованность утвержденных значений ДК для производственных сточных вод вызывает сомнение по следующим причинам: 1) использование ограниченных и (или) недостоверных исходных данных об основополагающих характеристиках действующих (разработанных) технологий очистки сточных вод, экономических затратах в зависимости от показателей качества сточных вод на выходе очистных сооружений и производительности этих сооружений (вследствие конфиденциальности этих данных или сознательного их искажения в рекламных целях); 2) отсутствие в нормативных документах [3] четкой систематизации и удобного для пользователей представления нормированных значений ДК.

Заключение. Существующее в Республике Беларусь информационное обеспечение нормирования сброса сточных вод в природные водные объекты не в полной мере отвечает требованиям обоснованного установления ДК загрязняющих веществ на выпусках сточных вод вследствие значительной погрешности основополагающих исходных данных: фоновых концентраций загрязняющих веществ в природных водах и зависимостей экономических затрат на строительство и эксплуатацию очистных сооружений от показателей качества сточных вод на выходе этих сооружений.

Для определения более корректных сведений о фоновых концентрациях требуются многолетние наблюдения на незатронутых хозяйственной деятельностью участках рассматриваемого речного бассейна или выделение из данных мониторинга составляющей, характеризующей влияние сосредоточенных и рассредоточенных источников загрязнения. Для получения надежных зависимостей экономических затрат от показателей качества сточных вод на выходе очистных сооружений кроме проведения специальных исследований крайне необходимо решение вопросов о доступе исследователей (в основном пока закрытом) к первичной информации о реальной стоимости проектируемых и действующих очистных сооружений, а также о качестве сточных вод на выходе из этих сооружений в зависимости от технологий очистки.

В сложившихся условиях представляется целесообразным следующее: ограничить определение ДК загрязняющих веществ в сбрасываемых сточных водах исходя из принципа «от экологии» и реализовывать этот принцип только при разработке (с последующим утверждением в установленном порядке) планов управления речными бассейнами; в составе планов устанавливать минимальные значения ДК в сточных водах предприятий, сгруппированных по основным видам деятельности, производственной мощности очистных сооружений (например, до 10 тыс., от 10 до 100 тыс. и свыше 100 тыс. м³ в сутки) и местоположению створов сброса в пределах речного бассейна (например, в верхней, средней и нижней частях бассейна); максимальные значения ДК, дифференцируемые по отраслям промышленности и численности обслуживаемого канализацией населения, устанавли-

ливать исходя из принципа «от технологии» с учетом технических и экономических возможностей отдельных предприятий и государства в целом; максимальные значения ДК должны иметь статус временных (ВДК) и постепенно снижаться [10] с целью достижения минимальных значений ДК, установленных планами управления речными бассейнами.

По мере разработки и внедрения более эффективных и относительно дешевых технологий очистки сточных вод минимальные и максимальные значения ДК загрязняющих веществ в сточных водах предприятий постепенно будут сближаться и в конечном итоге может отпасть необходимость в детальных расчетах по каждому выпуску сточных вод.

Список использованных источников

1. Рамочная директива по водным ресурсам: [принята на совместном заседании Европейского парламента и Совета Европейского союза 23 октября 2000 г.; вступила в силу 22 декабря 2000 г.] // OJL. – 22.12.2000. – № 327. – С. 1–73.
2. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Правила расчета нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод: Экологические нормы и правила. ЭкоНП 17.06.02-002-2021. – Минск, 2021. – 139 с.
3. О порядке установления допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод: постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 26 мая 2017 г., № 16 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/ru/news-ru/view/vnimanie-priinjaty-postanovlenija-minprirody-po-voprosam-vodopolzovanija-3908/>. – Дата доступа: 12.05.2022.
4. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: постановление М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 30 марта 2015 г. № 113 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21529808&p1=1>. – Дата доступа: 16.05.2022.
5. Вода (сточная, поверхностная, подземная): реестр ТНПА и МВИ в области охраны окружающей среды (по состоянию на 01.06.2022) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://analitcentre.by/ru/actualizaciya-ru/>. – Дата доступа: 17.05.2022.
6. *Михневич, Э. И.* Анализ действующей системы нормирования сбросов сточных вод с городских очистных сооружений в водные объекты и методические подходы к ее совершенствованию / Э. И. Михневич, Е. А. Василевская // Мелиорация. – 2019. – № 3 (89). – С. 76–84.
7. *Черкинский, С. И.* Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы / С. И. Черкинский. – М.: Стройиздат, 1977. – 224 с.
8. О проведении мониторинга поверхностных и подземных вод в пунктах наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: приказ М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 19 июня 2019 г., № 180 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <chrome-extension://-efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://monitoring.basnet.by/wp-content/uploads/-Postanovlenie-949-NSMOS-v-redakcii-2020>. – Дата доступа: 18.05.2022.
9. Государственный водный кадастр [Электронный ресурс]: Информационные ресурсы на сайте РУП «ЦНИИ-КИВР». – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by/gvkinfo/>. – Дата доступа: 18.05.2022.
10. *Колобаев, А. Н.* Совершенствование нормативов, регламентирующих отведение сточных вод в поверхностные водные объекты / А. Н. Колобаев // Природные ресурсы. – 2013. – № 1. – С. 51–56.

Поступила 21.06.2022