

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

NATURE MANAGEMENT, ECOLOGICALLY SAFE  
AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES

ПРЫРОДАКАРЫСТАННЕ, ЭКОЛАГАБЯСПЕЧНЫЯ  
І РЭСURCAЗБЕРАГАЛЬНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ

ISSN 1810-9810 (Print)

УДК 628.3

Ю. И. Ахмадиева<sup>1</sup>, С. А. Дубенок<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов,  
Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

### ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ СМЕШАННЫХ (ГОРОДСКИХ) СТОЧНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

**Аннотация.** Изложены результаты изучения установившейся в Российской Федерации практики технологического нормирования сбросов сточных вод на основе технологических показателей наилучших доступных технологий (НДТ). Проведен сравнительный анализ требований к очистке сточных вод, сбрасываемых с очистных сооружений сточных вод населенных пунктов (ОССВНП) в поверхностные водные объекты Республики Беларусь и Российской Федерации с учетом подходов к нормированию допустимых сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты организаций водопроводно-канализационного (жилищно-коммунального) хозяйства Республики Беларусь. Выполнена оценка применимости технологических показателей НДТ на очистных сооружениях смешанных (городских) сточных вод в условиях Беларуси. Сформированы рекомендации по совершенствованию действующих в Республике Беларусь подходов к нормированию сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты с ОССВНП.

**Ключевые слова:** сточные воды, очистные сооружения, наилучшие доступные технологии, загрязняющие вещества

Y. I. Akhmadziyeva<sup>1</sup>, S. A. Dubianok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central research institute for complex use of water resources, Minsk, Belarus

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

### ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES AT MIXED (MUNICIPAL) WASTEWATER TREATMENT PLANTS UNDER CONDITIONS OF BELARUS

**Abstract.** The article presents the results of a study of the established practice in the Russian Federation of technological regulation of wastewater discharges on the basis of technological indicators of the best available technologies (BAT). A comparative analysis of the requirements for the treatment of wastewater discharges from settlement wastewater treatment plants into surface water bodies of the Republic of Belarus and the Russian Federation was carried out, taking into account approaches to the standardization of permissible wastewater discharges into surface water bodies of water supply and sewerage organizations (housing and communal services) of the Republic of Belarus. An assessment of the applicability of BAT technological indicators at mixed (municipal) wastewater treatment plants in the conditions of Belarus has been carried out. Recommendations for the improvement of the current approaches in the Republic of Belarus to the regulation of wastewater discharges to surface waters with WWTPs were formulated.

**Keywords:** wastewater, sewage treatment plants, best available technology, pollutants

Ю. І. Ахмадзіева<sup>1</sup>, С. А. Дубянок<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Цэнтральны навукова-даследчы інстытут комплекснага выкарыстання водных рэсурсаў, Мінск, Беларусь

<sup>2</sup>Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь

### АЦЭНКА ПРЫМЯНІМАСЦІ ТЭХНАЛАГІЧНЫХ ПАКАЗЧЫКАЎ НАЙЛЕПШЫХ ДАСТУПНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ НА АЧЫШЧАЛЬНЫХ ЗБУДАВАННЯХ ЗМЕШАНЫХ (ГАРАДСКІХ) СЦЁКАВЫХ ВОД ВА ЁМОВАХ БЕЛАРУСІ

**Анатацыя.** Прадстаўлены вынікі вывучэння практыкі тэхналагічнага нарміравання скідаў сцёкавых вод, якая ўсталявалася ў Расійскай Федэрацыі, на аснове тэхналагічных паказчыкаў найлепшых даступных тэхналогій (НДТ). Праведзены параўнальны аналіз патрабаванняў да ачысткі сцёкавых вод, якія скідаюцца з ачышчальных збудаванняў

© Ахмадиева Ю. И., Дубенок С. А., 2025

сѣкавых вод населеных пунктаў (АЗСВНП) у паверхневыя водныя аб'екты Рэспублікі Беларусь і Расійскай Федэрацыі з улікам падыходаў да нарміравання дапушчальных скідаў сѣкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты арганізацый водаправодна-каналізацыйнай (жыллёва-камунальнай) гаспадаркі Рэспублікі Беларусь. Выканана ацэнка прымянімасці тэхналагічных паказчыкаў НДТ на ачышчальных збудаваннях змешаных (гарадскіх) сѣкавых вод ва ўмовах Беларусі. Сфарміраваны рэкамендацыі па ўдасканаленні існуючых у Рэспубліцы Беларусь падыходаў да нарміравання скідаў сѣкавых вод у паверхневыя водныя аб'екты з АЗСВНП.

**Ключавыя словы:** сѣкавыя воды, ачышчальныя збудаванні, найлепшыя даступныя тэхналогіі, забруджвальныя рэчывы

**Введение.** По данным государственного водного кадастра, в поверхностные водные объекты страны за 2023 г. сброшено 1 130,404 млн м<sup>3</sup> сточных вод, из них 555,829 млн м<sup>3</sup> (49 %) в соответствии с Общегосударственным классификатором Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности» относилось к секции Е «Водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений», то есть было сброшено организациями водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), в эксплуатационном ведении которых находятся ОССВНП.

Основную долю сточных вод (99,9 %), сброшенных в поверхностные водные объекты в 2023 г., составляли нормативно-чистые и очищенные сточные воды, качество которых в первом случае позволяло сбрасывать их в окружающую среду без предварительной очистки, а во втором – доведено до допустимых значений нормативов сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты в процессе их очистки на очистных сооружениях сточных вод. Оставшийся 0,1 % составляли недостаточно очищенные сточные воды, оказывавшие негативное воздействие на поверхностные водные объекты за счет содержания в своем составе загрязняющих веществ в количествах, превышающих допустимые значения нормативов сбросов сточных вод.

В структуре сброса недостаточно очищенных сточных вод за 2023 г. на долю организаций ВКХ и ЖКХ приходилось 73 % от общего объема сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты с превышением нормативов допустимых сбросов. Основные факторы, обуславливающие исторически сложившуюся в стране ситуацию, при которой организации ВКХ и ЖКХ, эксплуатирующие ОССВНП, оказывали на поверхностные водные объекты наибольшее негативное воздействие, подробно рассмотрены ранее [1].

Актуальность вопросов, связанных с повышением эффективности очистки сточных вод и уменьшением сбросов недостаточно очищенных сточных вод в окружающую среду, в том числе в поверхностные водные объекты, закреплена на законодательном уровне и не вызывает сомнений (Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [2], Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы [3]).

Мероприятия, направленные на уменьшение сбросов недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты путем строительства, реконструкции централизованных систем водоотведения (канализации), в том числе ОССВНП, заложены в основу Национальной стратегии управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года [4] и Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы [5].

Необходимо отметить, что в соответствии с Законом Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды» при разработке проектов строительства, реконструкции зданий, сооружений и иных объектов должны применяться наилучшие доступные технические методы (НДТМ) [6], а одним из основных направлений научных и научно-технических исследований по вопросам охраны и рационального использования вод является научное обеспечение условий внедрения НДТМ, включая формирование перечня наилучших существующих технологий в области водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод [4]. Вместе с тем в Республике Беларусь до настоящего времени не определены НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП.

Развитие и разнообразие технологий очистки сточных вод на современном этапе позволяет учитывать особенности эксплуатации и находить решения для любых ОССВНП независимо от территориального расположения, климатических условий, специфики формирования качественного и количественного состава поступающих сточных вод. При этом главной задачей для всех ОССВНП является снижение содержания загрязняющих веществ и показателей в процессе их очистки до нормативов сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты. Таким образом, при выборе того или иного технологического решения необходимо прежде всего отталкиваться от требований, предъявляемых к качеству очистки сточных вод.

Целью исследования является оценка возможности применения действующих в Российской Федерации технологических показателей НДТ в сфере очистки сточных вод с использованием центра-

лизованных систем водоотведения поселений или городских округов для разработки национальных НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП в Республике Беларусь.

В процессе исследования решались следующие взаимосвязанные задачи:

сравнение подходов к установлению требований, предъявляемых к очистке сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты с ОССВНП Республики Беларусь и Российской Федерации;

сравнение перечня и значений технологических показателей НДТ ОССВНП Российской Федерации с перечнем и значениями нормируемых загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых с ОССВНП в поверхностные водные объекты Республики Беларусь;

выявление соответствий и различий в подходах к установлению требований, предъявляемых к очистке сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты с ОССВНП Республики Беларусь и Российской Федерации;

оценка применимости и определение целесообразности адаптации действующих в Российской Федерации технологических показателей НДТ с целью дальнейшей разработки национальных НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП.

**Результаты и их обсуждение.** В Республике Беларусь порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод (нормативы сбросов) установлен постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 26 мая 2024 г. № 16 «О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод». Перечень нормируемых загрязняющих веществ и показателей в составе хозяйственно-бытовых сточных вод, их смеси с другими видами сточных вод, а также фиксированные значения загрязняющих веществ и показателей, которые приняты в зависимости от эквивалента населения, установлены в приложении 1 постановления и включают в себя: водородный показатель (рН); биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>); химическое потребление кислорода, бихроматную окисляемость (ХПК<sub>Cr</sub>); взвешенные вещества; аммоний-ион; минерализацию; хлорид-ион; сульфат-ион; СПАВ анионоактивные (СПАВ<sub>анион.</sub>); азот общий; фосфор общий и специфические загрязняющие вещества, перечень которых определяется для городских сточных вод исходя из условий приема производственных сточных вод в централизованные системы водоотведения (канализации) населенных пунктов [7].

По ряду загрязняющих веществ и показателей доводятся прямые нормы, т. е. фиксированные значения загрязняющих веществ и показателей, которые приняты в зависимости от эквивалента населения (массы органических веществ в составе сточных вод, поступающих на ОССВНП, выраженных по показателю БПК<sub>5</sub>). К таким загрязняющим веществам и показателям относятся БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub>, взвешенные вещества, аммоний-ион, азот общий и фосфор общий (основной перечень) [7].

Нормативы допустимых сбросов по оставшимся нормируемым показателям (рН, минерализация, хлорид-ион, сульфат-ион, СПАВ<sub>анион.</sub>) и специфическим загрязняющим веществам (при необходимости) устанавливаются на основании расчетов, выполненных в соответствии с экологическими нормами и правилами ЭкоНП 17.06.02-002-2021 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Правила расчета нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод» (ЭкоНП 17.06.02-002-2021) [8].

Расчет нормативов допустимых сбросов включает определение допустимой концентрации загрязняющих веществ (допустимая концентрация) и максимально допустимой массы этих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых в поверхностный водный объект. При определении допустимой концентрации учитываются вид поверхностного водного объекта (водоток либо водоем), его ассимилирующая способность (в том числе предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде поверхностного водного объекта и концентрация загрязняющих веществ в фоновом створе водного объекта) и дальность транспортирования сточных вод до места их сброса в поверхностный водный объект (в случае сброса сточных вод через каналы мелиоративных систем) [8].

При этом следует отметить, что нормативы допустимых сбросов в Республике Беларусь представляют собой разовые максимально допустимые значения концентраций загрязняющих веществ и показателей, в то время как в Российской Федерации технологические показатели НДТ – среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ в смешанных (городских) сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, устанавливаются с учетом категории ОССВНП в зависимости от объема сброса таких вод, а также категории водных объектов или их частей, в которые осуществляется сброс таких вод.

В свою очередь, категории водных объектов или их частей, в которые осуществляется сброс сточных вод, для целей установления технологических показателей НДТ определяются Правилами отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологи-

ских показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов (Правила) [9], в соответствии с которыми определены четыре категории водных объектов, а также критерии отнесения водных объектов или их частей к той либо иной категории.

Описание категорий водных объектов, а также порядок нормирования сбросов сточных вод с ОССВНП Российской Федерации на основе технологических показателей НДТ подробно изложены [1]. Основное отличие от российских подходов к нормированию допустимых сбросов сточных вод с ОССВНП в поверхностные водные объекты заключается в том, что в Беларуси для основного перечня нормируемых показателей не учитывается качество воды поверхностных водных объектов – приемников сточных вод. Это значит, что допустимые концентрации загрязняющих веществ по основному перечню показателей для двух различных объектов ОССВНП, находящихся в одной категории по эквиваленту населения (например, с 2 001 до 10 000 человек), будут иметь одинаковые значения допустимых концентраций загрязняющих веществ по основному перечню показателей вне зависимости от качества воды поверхностных водных объектов – приемников сточных вод и их ассимилирующей способности.

Вместе с тем в законодательстве Республики Беларусь закреплены подходы к классификации поверхностных водных объектов, нормированию сбросов сточных вод, применяемые при расчете допустимых концентраций при сбросе таких вод в водные объекты.

Так, в соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь [10] поверхностные водные объекты подразделяются на водотоки, водоемы и родники; водотоки – на реки, ручьи и каналы; водоемы – на озера (естественные водоемы), водохранилища, пруды, пруды-копани и обводненные карьеры. Реки делятся на большие (протяженность свыше 500 км), средние (протяженность от 200 до 500 км) и малые (протяженность от 5 до 200 км). Применяемая национальная классификация не сопоставима с категоризацией поверхностных водных объектов Российской Федерации, используемой для целей установления технологических показателей НДТ.

Водный кодекс Республики Беларусь закрепляет также классификацию поверхностных водных объектов по экологическому состоянию (статусу), в соответствии с которой состояние поверхностных водных объектов (их частей) оценивается как отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое и очень плохое. При этом экологическое состояние (статус) определяется на основании гидробиологических показателей с использованием гидрохимических и гидроморфологических показателей, которые, в свою очередь, устанавливаются при проведении мониторинга поверхностных вод в составе национальной системы мониторинга окружающей среды. Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса) определен ТКП 17.13-21-2015 (33140) «Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг. Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса)» [11]. Присвоение экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей) осуществляется по гидрохимическим, гидробиологическим (для водотоков – макрозообентос и фитоперифитон, для водоемов – фитопланктон и зоопланктон) и гидроморфологическим показателям качества воды поверхностных водных объектов один раз в год после обработки результатов наблюдений за отчетный год.

При этом следует отметить, что оценка по трем группам показателей (гидрохимические, гидробиологические и гидроморфологические) проводится с различной периодичностью и определена национальным законодательством [12] (табл. 1).

Каждой группе показателей присваивается определенный класс качества (от 1-го до 5-го класса). Оценка экологического состояния (статуса) осуществляется с учетом совокупности присвоенных классов качества по всем группам показателей. По итогам оценки экологический статус (состояние) поверхностного водного объекта (его части) с одним и тем же классом качества по гидрохимическим показателям, может быть классифицирован как отличный, хороший, удовлетворительный, плохой и даже очень плохой с учетом классов качества по гидробиологическим и гидроморфологическим показателям [11].

Используемая национальная классификация также не сопоставима с категоризацией поверхностных водных объектов Российской Федерации, что не позволяет напрямую применить ее для целей установления технологических показателей НДТ при нормировании допустимых сбросов сточных вод с ОССВНП в поверхностные водные объекты.

В 2024 г. в Республике Беларусь вступили в силу ЭкоНП 17.06.01-006-2023 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Нормативы качества воды поверхностных водных объектов» (ЭкоНП 17.06.01-006-2023), закрепляющие нормативы качества воды поверхностных водных объектов в целях обеспечения благоприятных условий воспроизводства водных биологи-

Таблица 1. Периодичность проведения наблюдений в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды [12]

Показатели	Периодичность наблюдений
<i>Гидробиологические</i>	
На всех поверхностных водных объектах, кроме трансграничных участков рек, фоновых пунктах наблюдений и р. Свислочь	Один раз в год каждые два года
На трансграничных участках рек и р. Свислочь	Один раз ежегодно
В фоновых пунктах наблюдений	Один раз в год каждые четыре года
<i>Гидрохимические</i>	
На больших водотоках и участках водотоков в районе расположения источников загрязнения	12 раз в год ежегодно
При отсутствии источников загрязнения	Семь раз в год в периоды основных гидрологических фаз поверхностного водного объекта ежегодно
На фоновых участках водотоков	12 раз в год каждые четыре года
На водоемах	Четыре раз в год каждые два года
По химическим показателям для донных отложений на трансграничных пунктах наблюдений	Один раз в год каждые пять лет
<i>Гидроморфологические</i>	Один раз в 10 лет

ческих ресурсов и безопасности продукции из них, устанавливающие предельно допустимые концентрации химических и иных веществ в воде поверхностных водных объектов, а также показатели качества воды поверхностных водных объектов (при установлении показателей качества все поверхностные водные объекты подразделяют на те, которые используются для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных, и иные поверхностные водные объекты) [13].

Перечень показателей качества воды, установленных ЭкоНиП 17.06.01-006-2023, включает три физических (взвешенные вещества, плавающие примеси (вещества), температура) и пять химических (водородный показатель (рН), минерализация воды (сухой остаток), растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub>) показателей. Следует отметить, что одним из критериев категорирования водных объектов (их частей), применяемых в Российской Федерации для целей установления технологических показателей НДТ, является среднеарифметическое значение концентрации растворенного в воде кислорода в июле и январе в течение трех календарных лет, что дает возможность сопоставить нормативы качества воды поверхностных водных объектов Республики Беларусь и критерии Российской Федерации по отнесению водных объектов (их частей) к той или иной категории по показателю «растворенный кислород».

Помимо концентрации растворенного кислорода применяемое в России категорирование поверхностных водных объектов в зависимости от качества воды включает в себя следующие критерии:

медианное значение за календарный год концентрации в воде фосфатов (по фосфору) в течение трех календарных лет подряд;

сумма медианных значений за календарный год концентраций в воде аммоний-иона, нитрат-иона, нитрит-иона (в пересчете соответственно на азот аммонийный, азот нитратов и азот нитритов) в течение трех календарных лет подряд [9].

В то же время перечень химических и иных веществ, для которых ЭкоНиП 17.06.01-006-2023 закрепляют предельно допустимые концентрации, включает 471 вещество, среди которых фосфат-ион (включая гидро- и дигидроформы), значение которого установлено в пересчете на фосфор; аммоний-ион, нитрат-ион и нитрит-ион. При этом концентрации нитрат- и нитрит-ионов определены в том числе в пересчете на азот нитратный и азот нитритный, а азот аммонийный возможно рассчитать из концентрации аммоний-иона. Так, азот аммонийный – это азот, содержащийся в ионах аммония. Зная молярные массы азота и аммоний-иона, а также концентрацию азота аммонийного (технологического показателя НДТ), можно привести его значение к концентрации аммоний-иона, умножив на коэффициент перевода – 1,29.

В табл. 2 приведен сравнительный анализ нормативов качества воды поверхностных водных объектов в Республике Беларусь и применяемого в Российской Федерации категорирования поверхностных водных объектов в зависимости от качества воды для целей установления технологических показателей НДТ по сопоставимым показателям.

**Таблица 2. Сравнительный анализ нормативов качества воды поверхностных водных объектов в Беларуси и России (для их категорирования с целью установления технологических показателей НДТ)**

Наименование показателя (загрязняющего вещества)	Беларусь		Россия			
	Для поверхностных водных объектов, используемых для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных	Для иных поверхностных водных объектов	Категория А	Категория Б	Категория В	Категория Г
Растворенный кислород, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> *	В подледный период (для поверхностных водных объектов, покрытых льдом)		В январе			
	6,0	4,0	–	Более 4,0	Более 4,0	Более 4,0
	В иной период		В июле			
	8,0	6,0	–	Более 6,0	Более 6,0	Более 7,5
Фосфат-ион (по фосфору), мгР/дм <sup>3</sup> **	0,066	–	–	Не более 0,15	Не более 0,15	Не более 0,05
Аммоний-ион (по азоту аммонийному), мгN/дм <sup>3</sup>	0,303	–	–	–	–	–
Нитрат-ион (по азоту нитратному), мгN/дм <sup>3</sup>	9,03	–	–	–	–	–
Нитрит-ион (по азоту нитритному), мгN/дм <sup>3</sup>	0,024	–	–	–	–	–
Сумма концентраций азота аммонийного, азота нитратного и азота нитритного, мгN/дм <sup>3</sup> ***	9,357	–	–	Не более 1,0	Не более 1,0	Не более 0,5

Примечание. – – концентрации не установлены; \* – среднеарифметическое значение концентрации в течение трех календарных лет подряд; \*\* – медианное значение концентрации за календарный год в течение трех календарных лет подряд; \*\*\* – сумма медианных значений концентраций за календарный год в течение трех календарных лет подряд.

Сравнительный анализ нормативов качества воды поверхностных водных объектов в Беларуси и России для их категорирования с целью установления технологических показателей НДТ позволяет сделать следующие выводы:

по содержанию растворенного кислорода в воде поверхностные водные объекты Республики Беларусь, используемые для размножения, нагула, зимовки, миграции видов рыб отрядов лососеобразных и осетрообразных, в соответствии с классификацией водных объектов Российской Федерации могут быть отнесены к категории Г; иные поверхностные водные объекты – к категориям Б, В;

по содержанию фосфат-иона (по фосфору) все водные объекты Республики Беларусь могут быть отнесены к категориям Б, В;

по суммарному содержанию азота аммонийного, азота нитратного и азота нитритного водные объекты Республики Беларусь не могут быть отнесены ни к одной из категорий Российской Федерации.

При этом следует отметить, что нормативы качества воды поверхностных водных объектов в Беларуси представляют собой разовые максимально допустимые значения концентраций, в то время как в России для категорирования водных объектов с целью установления технологических показателей НДТ применяются среднеарифметические и медианные значения концентраций химических веществ в течение трех календарных лет подряд.

Таким образом, использование российских подходов не позволяет провести однозначное сопоставление поверхностных водных объектов в Республике Беларусь и Российской Федерации для их категорирования в зависимости от качества воды для целей установления технологических показателей НДТ. При этом адаптация национальных классификаций поверхностных водных объектов к классификации, применяемой в России, для разработки национальных НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП также нецелесообразна.

В то же время для снижения поступления загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты и улучшения их экологического состояния (статуса) необходимо совершенствование существующего порядка нормирования допустимых сбросов сточных вод с ОССВНП в поверхностные водные объекты. Для этого целесообразно проработать подход Российской Федерации по дифференциации водных объектов, который применительно к Республике Беларусь может основываться на классификации поверхностных водных объектов в зависимости от их экологического состояния (статуса). Очевидно, чем хуже экологическое состояние (статус) водного объекта – приемника сточ-

ных вод, тем более жесткие требования должны предъявляться к качеству очистки сточных вод, сбрасываемых в него.

Следует отметить, что в настоящее время экологическое состояние (статус) поверхностных водных объектов оценивается по результатам мониторинга поверхностных вод в действующих пунктах наблюдений и не охватывает все водные объекты – приемники сточных вод. Однако планом мероприятий Национальной стратегии управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года предусмотрены мероприятия по совершенствованию национальной системы мониторинга окружающей среды Беларуси, включающие в себя обеспечение поэтапного развертывания сети пунктов наблюдений [4].

Перечень технологических показателей НДТ Российской Федерации утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 г. № 1430 «Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов» [14] и включает в себя взвешенные вещества,  $XPK_{Cr}$ ,  $BPK_5$ , азот аммонийный, азот нитратов, азот нитритов, фосфор фосфатов. Значения технологических показателей НДТ в зависимости от категории ОССВНП по мощности и категории водного объекта – приемника таких вод установлены в приложении 2 к данному постановлению [14].

Сопоставив требования к качеству очистки сточных вод в Республике Беларусь и в Российской Федерации, необходимо отметить различие в перечне и значениях нормируемых показателей. Например, в перечень показателей, для которых в Беларуси устанавливаются прямые нормы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе таких вод, входят: аммоний-ион, азот общий, фосфор общий, не входящие в перечень технологических показателей НДТ России. В свою очередь, такие технологические показатели НДТ, как азот аммонийный, азот нитратов, азот нитритов и фосфор фосфатов, не входят в перечень показателей, для которых в нашей республике устанавливаются прямые нормы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод.

Таким образом,  $XPK_{Cr}$ ,  $BPK_5$  и взвешенные вещества относятся как к технологическим показателям НДТ Российской Федерации, так и к показателям, для которых в Республике Беларусь устанавливаются прямые нормативы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод, что позволяет провести сравнение данных показателей.

Значение азота аммонийного можно привести к концентрации аммоний-иона, умножив на коэффициент перевода – 1,29, как было изложено выше, что также дает возможность осуществить сравнительный анализ.

Азот общий в соответствии с постановлением № 16 [7] определяется как сумма концентраций азота по Кьельдалю, нитрат-иона (в пересчете на азот) и нитрит-иона (в пересчете на азот). В Российской Федерации в технологические показатели НДТ входят следующие азотсодержащие вещества: азот аммонийный, азот нитратов и азот нитритов. Таким образом, определить значение, сопоставимое азоту общему, не представляется возможным.

Еще одним показателем, значение которого невозможно сопоставить с технологическими показателями НДТ, является фосфор общий. В перечне технологических показателей НДТ в Российской Федерации фосфор фосфатов – это фосфор, содержащийся в солях ортофосфорной кислоты, в то время как фосфор общий – это концентрация элементарного фосфора во всех его соединениях и формах: органических и неорганических, растворимых и нерастворимых. Таким образом, невозможно осуществить пересчет фосфора фосфатного в фосфор общий с целью сравнения значений данных показателей.

В табл. 3 представлены результаты сравнительного анализа требований к качеству очистки сточных вод в Республике Беларусь и Российской Федерации по сопоставимым показателям –  $XPK_{Cr}$ ,  $BPK_5$ , взвешенные вещества и аммоний-ион (приведенное значение для Российской Федерации).

Анализ данных табл. 3 позволяет сделать вывод о том, что значения технологических показателей НДТ существенно ниже, чем значения сопоставимых показателей, для которых в Республике Беларусь устанавливаются прямые нормы допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод, за исключением показателя  $XPK_{Cr}$  применительно к большому, крупному, крупнейшим и сверхкрупным ОССВНП при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категорий Б, В, Г.

Таким образом, для выбора технологии очистки сточных вод при строительстве, реконструкции ОССВНП можно ориентироваться на технологические показатели НДТ Российской Федерации, достижение которых гарантированно приведет к соответствию качества очищенных сточных вод национальным нормативам допустимых сбросов по сопоставимым показателям:  $XPK_{Cr}$ ,  $BPK_5$ , взвешенные вещества и аммоний-ион.

**Таблица 3. Сравнительный анализ требований к качеству очистки сточных вод на ОССВНП в Республике Беларусь и Российской Федерации**

Масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на ОССВНП	ХПК <sub>ср</sub>	БПК <sub>5</sub>	Взвешенные вещества	Аммоний-ион
<b>Беларусь</b>				
До 30 кг/сут	125	25	30	25
<b>Россия</b>				
3–30 кг/сут (сверхмалые) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	5	10	1,29
3–30 кг/сут (сверхмалые) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б, В, Г	80	12	15	10,32
<b>Беларусь</b>				
От 30 до 120 кг/сут	120	25	25	20
<b>Россия</b>				
От 30 до 300 кг/сут (малые) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	5	10	1,29
От 30 до 300 кг/сут (малые) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б	80	10	15	1,94
От 30 до 300 кг/сут (малые) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории В, Г	80	12	15	10,32
<b>Беларусь</b>				
От 120 до 600 кг/сут	100	20	25	15
<b>Россия</b>				
От 30 до 300 кг/сут (малые) от 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	5	10	1,29
От 30 до 300 кг/сут (малые) от 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б	80	10	15	1,94
От 30 до 300 кг/сут (малые) от 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории В, Г	80	12	15	10,32
<b>Беларусь</b>				
От 600 до 6 000 кг/сут	80	20	20	15
<b>Россия</b>				
От 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) от 1 200 до 3 000 кг/сут (средние) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	5	10	1,29
От 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) от 1 200 до 3 000 кг/сут (средние) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б	80	10	15	1,94
От 300 до 1 200 кг/сут (небольшие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории В, Г	80	12	15	10,32
От 1 200 до 3 000 кг/сут (средние) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории В	80	12	15	2,58
От 1 200 до 3 000 кг/сут (средние) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Г	80	12	15	10,32
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	3	5	1,29
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б, В	80	8	10–14	1,29
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Г	80	10	15	2,58
<b>Беларусь</b>				
Более 6 000 кг/сут	70	15	20	10
<b>Россия</b>				
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) От 12 до 60 тыс. кг/сут (крупные) От 60 до 180 тыс. кг/сут (крупнейшие) Более 180 тыс. кг/сут (сверхкрупные) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории А	40	3	5	1,29
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) От 12 до 60 тыс. кг/сут (крупные) От 60 до 180 тыс. кг/сут (крупнейшие) Более 180 тыс. кг/сут (сверхкрупные) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Б, В	80	8	10–14	1,29

Масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на ОССВНП	ХПК <sub>Cr</sub>	БПК <sub>5</sub>	Взвешенные вещества	Аммоний-ион
От 3 до 12 тыс. кг/сут (большие) От 12 до 60 тыс. кг/сут (крупные) От 60 до 180 тыс. кг/сут (крупнейшие) Более 180 тыс. кг/сут (сверхкрупные) при сбросе в водный объект (часть водного объекта) категории Г	80	10	15	2,58

Без проведения дополнительных испытаний в лабораторных условиях невозможно сопоставить значения таких показателей, как азот нитратов, азот нитритов (Российская Федерация) и азот общий (Республика Беларусь), фосфор фосфатов (Российская Федерация) и фосфор общий (Республика Беларусь). При этом следует отметить, что значительный вклад в загрязнение поверхностных водных объектов в настоящее время вносят именно биогенные элементы, в том числе азот и фосфор. Они же являются наиболее проблемными с точки зрения их удаления в технологии очистки сточных вод.

Учитывая, что основная доля технологических решений в современных проектах реконструкции ОССВНП направлена именно на интенсификацию удаления азота и фосфора, распространение существующего в Российской Федерации опыта технологического нормирования сбросов сточных вод на основе технологических показателей НДТ на объекты ОССВНП Республики Беларусь в полной мере невозможно.

**Заключение.** Анализ подходов к нормированию допустимых сбросов сточных вод ОССВНП в поверхностные водные объекты Республики Беларусь и существующего в Российской Федерации опыта технологического нормирования сбросов сточных вод на основе технологических показателей НДТ показал, что основная разница в подходах к установлению требований, предъявляемых к очистке таких вод, заключается в том, что в Беларуси при установлении допустимой концентрации загрязняющих веществ в составе таких вод по таким показателям, как БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub>, взвешенные вещества, аммоний-ион, азот общий и фосфор общий, не учитывается качество воды поверхностных водных объектов – приемников таких вод. Кроме того, адаптация существующих в Республике Беларусь классификаций поверхностных водных объектов к классификации Российской Федерации для целей разработки национальных НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП нецелесообразна.

Сравнительный анализ перечня и значений технологических показателей НДТ ОССВНП Российской Федерации с перечнем и значениями нормируемых загрязняющих веществ в составе сточных вод, сбрасываемых с ОССВНП в поверхностные водные объекты Республики Беларусь, показал, что перечень технологических показателей НДТ Российской Федерации шире.

Ряд технологических показателей НДТ России аналогичен показателям, для которых в Беларуси доводятся прямые нормы допустимых сбросов – БПК<sub>5</sub>, ХПК<sub>Cr</sub>, взвешенные вещества. Технологический показатель НДТ азот аммонийный возможно привести к показателю аммоний-ион в целях сопоставления их значений. Однако ряд важнейших с точки зрения выбора технологии очистки сточных вод показателей, таких как азот нитратов, азот нитритов (Российская Федерация) и азот общий (Республика Беларусь), фосфор фосфатов (Российская Федерация) и фосфор общий (Республика Беларусь), без проведения дополнительных испытаний в лабораторных условиях являются несопоставимыми.

Значения сопоставимых показателей, за исключением ХПК<sub>Cr</sub>, (применительно к большим, крупным, крупнейшим и сверхкрупным ОССВНП при сбросе в водный объект категорий Б, В, Г), в Российской Федерации строже.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что адаптация российского опыта технологического нормирования сбросов сточных вод на основе технологических показателей НДТ на объектах ОССВНП Республики Беларусь с эколого-экономической точки зрения целесообразна только частично. Очевидно, что в Беларуси необходимо закрепление на законодательном уровне национальных требований по очистке сточных вод на ОССВНП. Этот подход следует реализовать через разработку и принятие национальных НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП. В процессе разработки национальных НДТМ необходимо сопоставлять технологии очистки сточных вод (по основным параметрам очистки) и эффективность их применения с накопленным опытом внедрения и распространения НДТ в области очистки сточных вод населенных пунктов других стран с целью выявления наиболее эффективных решений и адаптации их применения в условиях Республики Беларусь.

По результатам проведенного исследования сформированы следующие основные рекомендации по совершенствованию действующих в Республике Беларусь подходов при нормировании сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты с ОССВНП:

необходимо законодательно закрепить дифференциацию поверхностных водных объектов – приемников сточных вод Республики Беларусь на основе существующей классификации в зависимости от экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов и их частей;

следует развивать национальную систему мониторинга окружающей среды Республики Беларусь с целью определения экологического состояния (статуса) для всех поверхностных водных объектов, в которые осуществляется сброс сточных вод;

целесообразно разработать нормативный правовой акт, устанавливающий национальные требования по НДТМ по очистке сточных вод на ОССВНП, и закрепить обязательность его применения при строительстве и реконструкции ОССВНП.

### Список использованных источников

1. Ахмадиева, Ю. И. Концепция наилучших доступных технологий и технологическое нормирование сбросов сточных вод на примере Российской Федерации / Ю. И. Ахмадиева, С. А. Дубенок // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве: сб. тр. / Ин-т жилищ.-коммун. хоз-ва НАН Беларуси; под общ. ред. В. О. Китикова. – Минск: БГТУ, 2024. – 300 с.

2. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы: Указ Президента Респ. Беларусь от 29 июля 2021 г. № 292 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292> (дата обращения: 31.10.2024).

3. О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 10 дек. 2021 г. № 710 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100710> (дата обращения: 31.10.2024).

4. О Национальной стратегии управления водными ресурсами в условиях изменения климата на период до 2030 года: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 февр. 2022 г. № 91 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22200091> (дата обращения: 31.10.2024).

5. О Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 28 янв. 2021 г. № 50 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100050> (дата обращения: 31.10.2024).

6. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь от 26 нояб. 1992 г. № 1982-XII; в ред. от 27.12.2023 г. № 328-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=v19201982> (дата обращения: 31.10.2024).

7. О нормативах допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 26 мая 2024 г. № 16 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21732141> (дата обращения: 31.10.2024).

8. Об утверждении экологических норм и правил: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 21 сент. 2021 г. № 8-Т // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22137248p> (дата обращения: 31.10.2024).

9. Об утверждении Правил отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов: постановление Правительства Рос. Федерации от 26 окт. 2019 г. № 1379 // ГАРАНТ.РУ: информ.-правовой портал (дата обращения: 31.10.2024).

10. Водный кодекс Республики Беларусь: 30 апр. 2014 г. № 149-3: принят Палатой представителей 2 апреля 2014 г.; одобрен Советом Респ. 11 апреля 2014 г.; в ред. Закона Респ. Беларусь от 17.07.2023 г. № 296-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk1400149> (дата обращения: 31.10.2024).

11. О технических кодексах установившейся практики: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 24 дек. 2021 г. № 18-Т // Бизнес-инфо / ООО «Профессиональные правовые системы». – URL: <https://bii.by/tx.dll?d=478159&a=7#a7> (дата обращения: 31.10.2024).

12. Национальная система мониторинга окружающей среды. – URL: <http://www.nsmos.by> (дата обращения: 31.10.2024).

13. Об утверждении экологических норм и правил: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 15 дек. 2023 г. № 15-Т // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22441063p> (дата обращения: 31.10.2024).

14. Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов: постановление Правительства Рос. Федерации от 15 сент. 2020 г. № 1430 // ГАРАНТ.РУ: информ.-правовой портал (дата обращения: 31.10.2024).

*Поступила 14.11.2024*