

УДК 628.2:006.034/.053
DOI 10.35776/VST.2026.04.02



Современная система инженерно-технологического и экологического нормирования канализационных очистных сооружений: итог 15-летней работы

Д. А. Данилович*

** Данилович Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, эксперт Минстроя России
Россия, Москва, e-mail: da_danilovich@mail.ru*

Для цитирования: Данилович Д. А. Современная система инженерно-технологического и экологического нормирования канализационных очистных сооружений: итог 15-летней работы // Водоснабжение и санитарная техника. 2026. № 4. С. 10–20. DOI: 10.35776/VST.2026.04.02.

Статья посвящена трансформации систем инженерного и экологического нормирования канализационных очистных сооружений, происходившего весьма интенсивно в последние 15 лет в этой сфере, и имеет своей целью дать комплексный взгляд на ход этой работы, значение и взаимосвязи разработанных документов, причины принятых решений и нерешенные проблемы. В хронологическом порядке описаны основные мероприятия в области реформы систем нормирования — от перехода от СНиП 2.04.03-85 к СП 32.13330-2012/2018, далее к созданию информационно-технического справочника ИТС 10 и затем к семейству национальных стандартов, посвященных жизненному циклу канализационных очистных сооружений: ГОСТ Р 70953-2023 (основные технические решения), ГОСТ Р 72113-2025 (пусконаладочные работы), ГОСТ Р 72005-2025 (технологические регламенты), ГОСТ 25150 (термины и определения).

Рассмотрены основные решавшиеся проблемные вопросы регулирования жизненного цикла канализационных очистных сооружений: задание на проектирование; выполнение предпроектных проработок (основные технические решения); исходные данные для технологического проектирования; технологические решения; расчетные алгоритмы; упорядочение отраслевой терминологии. В заключительной части статьи изложены многочисленные нерешенные проблемы регулирования канализационных очистных сооружений как в инженерной, так и в экологической сфере.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, очистка сточных вод, обработка осадка, нормирование, наилучшие доступные технологии, проектирование, технологический расчет, основные технические решения, свод правил, информационно-технический справочник, пусконаладочные работы, эксплуатация, технологический регламент.

DISCUSSING REGULATORY DOCUMENTS

A modern system of engineering, technology, and environmental regulation of wastewater treatment facilities: results of 15 years of work

D. A. Danilovich*

** Danilovich Dmitrii, Ph. D. (Engineering), Expert of the RF Ministry of Construction
Moscow, Russian Federation, e-mail: da_danilovich@mail.ru*

For citation: Danilovich D. A. A modern system of engineering, technology, and environmental regulation of wastewater treatment facilities: results of 15 years of work. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2026, no. 4, pp. 10–20. DOI: 10.35776/VST.2026.04.02. (In Russian).

Transformation of the systems of engineering and environmental regulation of wastewater treatment facilities that has been on the way extremely lively over the past 15 years in this area, aiming to provide a comprehensive view of the work progress; the significance and interrelations of the developed documents; the reasons for the decisions taken and unresolved problems are considered. The main events in reforming the regulation systems are described in chronological order, from the transition from SNiP 2.04.03-85 to CP 32.13330-2012/2018, then to the development of the information and technical reference book ITS 10, and then to the family of the national standards dedicated to the life cycle of wastewater treatment facilities: GOST R 70953-2023 (main technical solutions),

GOST R 72113-2025 (commissioning), GOST R 72005-2025 (technological regulations), GOST 25150 (terms and definitions). The following key issues addressed in regulating the life cycle of wastewater treatment facilities: basis of design; front-end engineering design (key technical solutions); basic data for the process engineering; process solutions; calculation algorithms; and streamlining the branch terminology are considered. The final section outlines numerous unresolved issues in regulating wastewater treatment facilities in both engineering and environmental areas.

Key words: wastewater treatment facilities, wastewater treatment, sludge treatment, regulation, best available technologies, design, process design, basic process solutions, Code of Practice, information and technical reference book, commissioning, operation, operating procedure.

Одним из важнейших условий успешной реализации программ по созданию/реконструкции коммунальных канализационных очистных сооружений (КОС) и их эксплуатации является эффективная система нормативного регулирования всего их жизненного цикла. Работа по ее реформированию и совершенствованию ведется с 2010 г., и к настоящему времени ее результаты сложились в целостную картину, позволяющую подвести итоги за данный период.

90-е и нулевые годы — время бурных изменений в отрасли, но потерянное время для отраслевого инженерно-технологического регулирования. Несмотря на бурные перемены в стране в 1990-х годах, отразившиеся и на нашей отрасли (новые технологии, доступность разнообразного оборудования), техническое регулирование топталось на месте вплоть до 2010 г. Это было следствием метаний и ошибок в поисках направления перехода технического регулирования в строительстве в целом от советской модели к иной системе. К сожалению, этот процесс не завершился и к настоящему времени.

Принятие в 2002 г. Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» практически отменило всю существовавшую на тот момент нормативную базу, оставляя ее (в частности, СНиП) действующей только в части обеспечения безопасности, вплоть до разработки неких новых документов.

Структуру и состав новых нормативных документов предполагалось ограничить техническими регламентами по различным отраслям, которые должны были быть приняты как законы. Однако в последующие годы технические регламенты по водоснабжению и канализации не продвинулись дальше первого чтения в Государственной думе. Следует отметить, что разработанные в отрасли проекты технических регламентов (автор статьи являлся на тот момент основным разработчиком одобренной в Госдуме версии проекта по водоотведению) в очень малой степени были нацелены на регулирование технических вопросов проектирования конкретных сооружений водоснабжения и водоотведения. В основе такого подхода лежало желание регулятора в максимальной степени освободить

застройщиков от жестких норм и ограничений советского периода развития. Это, с одной стороны, необходимо как с точки зрения использования современных решений в строительстве, отвечающих изменившимся потребностям, так и с точки зрения изменившихся отношений собственности. Но такие отрасли, как водоснабжение и водоотведение, напрямую влияющие и на здоровье людей, и на экологию, по мнению автора, по-прежнему требуют жесткой регламентации, особенно когда речь идет (как и в советский период) о бюджетном финансировании.

В итоге первоначально выбранное направление разработки технических регламентов в ранге закона для каждой отрасли оказалось тупиковым и было остановлено с принятием в 2009 г. Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», который вернул в качестве актуальных нормативных документов советские СНиП, добавив им название — своды правил. Однако тренды того периода никуда не исчезли, и произведенная в 2024 г. отмена* перечня обязательных к исполнению сводов правил и их частей, а также ведущаяся подготовка к параметрическому регулированию — продолжение той технической политики.

В то же время совершенно ошибочно думать, что отсутствие актуального технического регулирования не позволяло в тот период развиваться отрасли. В то время значительный разрыв между старым регулированием и новой практикой был общим местом, влияние экспертизы на технологические решения в проектах было значительно ниже, чем сейчас (оно и сейчас не столь высоко, как следовало бы). В 90-е и нулевые годы как раз и был изучен и обобщен зарубежный и накоплен свой опыт [1], на основе чего стало возможным последующее быстрое развитие регуляторной базы отрасли.

Десятые годы: время быстрых изменений. В результате вышеописанного в 2010–2011 годах, с задержкой лет на 15 относительно практиковав-

* Постановление Правительства Российской Федерации от 6 мая 2024 г. № 589 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

шегося в СССР десятилетнего периода обновления таких документов, был произведен пересмотр отраслевых СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [2]. Из основных изменений, применительно к КОС, следует отметить следующие:

введено понятие релевантных (существенных, уместных) технологических исходных данных для проектирования и даны некоторые (но неполные) указания по их получению;

появилась регламентация применения технологий нового поколения в зависимости от производительности КОС;

были исключены разделы по специфическим методам очистки промышленных сточных вод;

были исключены все расчетные алгоритмы (формулы).

Два последних решения были непростыми и до сих пор периодически требуют разъяснений.

По поводу сточных вод, не относящихся к коммунальным, было решено, что свод правил не должен содержать специфических требований и рекомендаций, относящихся к ним, так как они должны войти в информационно-справочные материалы по отраслям, которые будут разрабатываться в рамках уже планировавшегося тогда перехода на комплексное технологическое нормирование предприятий-природопользователей. С позиций сегодняшнего дня по этому поводу можно констатировать следующее:

информационно-технические справочники по отраслям промышленности, которые начали разрабатывать с 2015 г., в целом дали неплохое описание существующих и перспективных технологий по отраслям, однако они не являются источником указаний по выбору и разработке технологических схем и сооружений для очистки сточных вод;

учитывая произошедшее к 2010 г. разрушение СоюзводоканалНИИпроекта и отделов водоснабжения и канализации в ведущих отраслевых проектных институтах, уже и некому было выдавать актуализированные рекомендации по промышленным стокам для свода правил.

Исключение из документа давно знакомых формул, весьма болезненно воспринятое многими проектировщиками, было сделано в рамках реализации одного из базовых требований Федерального закона № 384-ФЗ — о возможности соблюдения требований технических регламентов с использованием альтернативных методов, в данном случае методик расчетов (автор статьи обсуждал этот вопрос в Минрегионе России). Уже тогда было хорошо понятно, а дальнейшая

практика это понимание только усилила, что разнообразие подходов к расчетам многих сооружений, прежде всего биологической очистки сточных вод, не могло быть сведено к одному алгоритму. Особенно это относится к зарубежным компаниям, которые приходили на проекты со своими решениями и расчетными системами и никак не могли выполнить некие единые российские требования по системам расчета.

Также, уже на тот момент в отношении основных расчетных алгоритмов старого СНиП, было очевидно следующее:

расчет первичных отстойников в версии СНиП 2.04.03-85 некорректен в результате допущенных то ли ошибок, то ли опечаток в ключевых таблицах (в 1987 г. СоюзводоканалНИИпроект разослал уже малоизвестное на сегодня письмо, которым вернул этот алгоритм к предыдущему СНиП II-32-74);

расчеты аэротенков и биофильтров на удаление органических загрязнений, без удаления азота, применительно к коммунальным КОС устарели и стали не применимы практически для всех ситуаций;

основанный на применении фильтросных пластин расчет потребности в аэротенках в воздухе стал не актуален;

весьма удачная формула расчетов вторичных отстойников при переходе к технологиям с высокими дозами ила и высокими рециклами стала недостаточной и требовала применения совместно с расчетом зон уплотнения ила.

Таким образом, из всех исключенных формул ценность для современных КОС представлял разве что несложный расчет песколовков (которым никто и не запрещает пользоваться). Также важно, что готовых, более современных алгоритмов расчета на тот момент и не существовало. Несмотря на очевидность этой давней аргументации, до настоящего времени можно услышать недовольство от специалистов отрасли в отношении этого единственно правильного на тот момент решения.

Появление параллельной системы — экологического технологического нормирования. Практически одновременно с возвращением к системе «СНиП — СП», стартовала разработка совершенно новой системы регулирования, в том числе КОС, основанной на принципах наилучших доступных технологий (НДТ). Хотя организационно она являлась заимствованием от ЕС, автор расценивает ее как возврат в новой «обертке» к нормальному технологическому регулированию, созданному и работавшему десятки лет в СССР. Имеется в виду практика, когда по мере разра-

ботки новых, более эффективных решений они заменяют устаревшие технологии при проектировании новых или реконструируемых объектов. Однако после навязывания всей стране псевдоэкологического нормирования на основе недостижимых ПДС/НДС, начиная с 1980-х годов, инженерное и «экологическое» нормирование существовали, не пересекаясь, а нормальные практики технологического регулирования были забыты.

Введение в законодательство принципов НДТ было призвано вновь синхронизировать экологическое регулирование с инженерным. Регулирование по НДТ основано на столь же очевидном, как и не принимаемом до сих пор «охранителями рыбхоза» факте, что может быть реализовано на практике только то, что обеспечено экономически доступными (в разрезе отрасли, а не конкретного субъекта) инженерно-технологическими решениями. Все же остальные, технически не обеспечиваемые нормативы являются не более чем безответственной бюрократической схоластикой.

В современном подходе экологическое технологическое нормирование устанавливает достижимые требования не только к качеству очистки, но и к другим экологически значимым аспектам (выбросы, отходы, энергопотребление), а инженерное — регламентирует действия по их достижению, требования к сооружениям и т. д.

Смысл новой, экологической технологической системы, ее целей и применимости до сих пор многими понимается по-разному. Если очень коротко, правильное понимание в том, что НДТ и обеспечиваемое ими снижение негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) являются компромиссом между стремлением свести это негативное воздействие к нулю и технологическими, и экономическими возможностями. Поэтому некорректно говорить про НДТ водоподготовки, там нет места компромиссу, надо обеспечивать ПДК в питьевой воде.

Наш отраслевой информационно-технологический справочник ИТС 10 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» (сейчас действует его вторая редакция от 2019 г.) — единственный из всех, который учитывает фактическое состояние водного объекта. Он построен по принципу соответствия применяемых технологических решений категориям водных объектов (по убыванию жесткости требований к сбросу: А—Б—В—Г), при этом число категорий было определено по числу возможных технологий с разными уровнями глубины очист-

ки. При этом под технологией в данном ракурсе подразумевается принципиальный набор решений, а не конкретная технологическая схема.

Важно, что требования ИТС 10 как по качеству очистки, так и по другим НДТ привязаны к мощности КОС (чем ниже мощность, тем выше допустимые концентрации на сбросе). Общепринятая сейчас и введенная позже в СП 32 классификация КОС по мощности впервые была введена именно в ИТС 10-2015. Следует отметить, что она по своей терминологии и количественно изначально была привязана к классификации населенных пунктов по Градостроительному кодексу РФ, с пересчетом критериев их численности по населению в примерный расход сточных вод (с необходимым укрупнением и округлением).

В итоге получилась простая и понятная, так сказать, трехмерная система требований к сбросу в координатах «категория водного объекта — мощность КОС — значение технологического показателя НДТ» [3; 4].

Разработанная в 2015 г. концепция ИТС моментально была положена нами (коллегами по Ассоциации «ЖКХ и городская среда») в основу проекта поправок в законодательство, которые в итоге определили особенности технологического нормирования нашей отрасли. Данная концепция получила поддержку в министерствах и в Правительстве РФ, в результате уже в июле 2017 г. был принят Федеральный закон № 225-ФЗ, которым концептуальные положения, впервые появившиеся в ИТС 10, были внесены в закон «Об охране окружающей среды». Работа над целым рядом постановлений Правительства РФ, предусмотренных этим законом, заняла (до их принятия) три года [5]. В результате отраслевые технологические показатели НДТ сейчас закреплены в Постановлении Правительства РФ 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». Это постановление тесно связано с другим (от 26 октября 2019 г. № 1379 «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»), которое определило категории водных объектов для целей технологического нормирования КОС, соответствующие ИТС 10.

Технологические показатели (ТП) НДТ определяют требования к семи технологически нор-

мируемым веществам, остальные не являются целью при проектировании. При этом обязательность доочистки значительно уменьшена, решение по ней в большей степени определяется конкретной ситуацией на КОС, а не требованием нормативов.

ИТС 10 также ввел целый ряд НДТ, не относящихся к качеству очищенной сточной воды, это требования к результатам обработки осадка, энергосбережения и снижения выбросов, т. е. охватывают весь спектр экологически значимых воздействий. Кроме того, ряд требований направлен на подтверждение уровня эксплуатации и контроля КОС.

В ходе подготовки к получению комплексного экологического разрешения (КЭР) при разработке программы повышения экологической эффективности (ППЭЭ) необходимо продемонстрировать не только технологическое подтверждение достижения технологических показателей НДТ на сбросе, но и в целом показать, как и за счет чего будут выполняться все 16 НДТ (с учетом применимости к конкретному объекту). Таким образом, в основном формируется правильная комплексная картина современных КОС.

В целом инженерная роль ИТС 10 при его практическом применении, не только при подготовке ППЭЭ, но и при проектировании и экспертизе, оказалась выше, чем это виделось при его разработке.

Практика разработки и экспертизы ППЭЭ показала отсутствие значимых проблем с составом и содержанием требований ИТС 10 в части их достижимости и полноты.

Впервые в практике стандартизации в ИТС 10 появилось описание перспективных технологий (раздел 7, его наличие диктуется общими требованиями к структуре справочников). К сожалению, его практическое применение (отсылки на него и т. п.) практически отсутствует. По мнению автора, это является признаком технологической стагнации в отрасли, плохой ее восприимчивости к новым технологическим решениям за пределами базового набора.

Если оценивать в целом актуальную ситуацию с технологическим нормированием, то следует отметить, что оно по-прежнему встречает не просто большое, а на глазах нарастающее сопротивление, при этом интересы заинтересованной группы лиц достаточно успешно выдаются за заботу об охране природы. Поэтому нормирование по НДС, никак не связанное с техническими возможностями, остается, хотя сфера его применения сократилась.

Хронология развития и синхронизации инженерной и экологической систем регулирования КОС. Начиная с 2015 г. (год разработки и принятия ИТС 10-2015) системы инженерного и экологического регулирования КОС активно развивались и совершенствовались. Система экологического регулирования проделала путь от основ, заложенных в ИТС 10-2015, к законодательным нормам и подзаконным нормативным актам. Инженерная система, которой и будет посвящена статья в дальнейшем, развивалась во многом за счет разработки новых национальных стандартов, в итоге сложившись к концу 2025 г. в систему, охватывающую весь жизненный цикл КОС (не рассматривая строительно-монтажные работы).

Параллельное развитие двух систем регулирования приведено в таблице.

Автор хотел бы предостеречь от расширенного толкования роли ИТС 10 в процессе проектирования. Цель ИТС и приведенных в нем НДТ – не регламентировать конкретные технологические решения, а обеспечивать соблюдение экологически значимых воздействий на все среды. При этом описание и параметры конкретных технологий в нем играют, прежде всего, роль подтверждения возможности достижения технологических показателей НДТ.

ИТС 10 и СП 32 высоко синхронизированы, и первый, безусловно, весьма полезен для специалистов при выборе проектных решений, однако при обнаружении противоречий между ними следует руководствоваться инженерной системой требований – сводом правил.

Далее развитие инженерной системы регулирования будет описано по ходу реализации жизненного цикла КОС.

Задание на проектирование. Предпроектные проработки (основные технические решения). Из ошибок в задании на проектирование очень часто вырастают непоправимые далее ошибки в бетоне и металле. Особенно это относится к технической его стороне, которую часто выносят в отдельный, не предусмотренный обязательными требованиями, документ – техническое задание. В последние годы можно было встретить разного рода рекомендации о том, как его правильно составить. Однако в современном нормативном поле ситуация с 2024 г. существенно изменилась с выходом ГОСТ Р 70953-2023 «Канализационные очистные сооружения. Строительство и реконструкция. Основные технические решения. Требования к разработке, структуре и содержанию в целях обеспечения оптимальных капитальных затрат и эксплуатационных показателей», по-

Период, годы	Инженерное регулирование		Санитарное/экологическое регулирование
Советская система			
До 1991 г.	СНиП 2.04.03-85 (и предыдущие версии)		Только санитарно-гигиенические требования (СанПиН)
Постсоветская (переходная) система			
1991—2011	Во многом устаревший СНиП 2.04.03-85		Требования достижения НДС (на основе ПДК _{рыбхоз})
2011—2015	Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения»)		
2016—2021	СП 32.13330.2012/2018	ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»	Требования достижения НДС (на основе ПДК _{рыбхоз})
Современная система			
2022—2024	Значительно переработанный СП 32.13330.2018 с Изменениями № 2 и № 3	Для объектов I категории НВОС	Для объектов II категории НВОС
		ИТС 10-2019 Постановление № 1430	Требования достижения НДС (на основе ПДК _{рыбхоз})
С 2025 г.		ИТС 10-2019 Постановление № 1430 Нормирование по ТП НДТ по КЭР и ППЭЭ	НДС (на основе ПДК _{рыбхоз}) по декларации

священного основным техническим решениям (ОТР) для КОС и включением в СП 32.13330-2018 требований к обязательности их разработки в соответствии с данным стандартом. Выполнение этой работы по ГОСТ Р 70953-2023 гарантирует получение качественных технологических исходных данных (в том числе и расчетных притоков), правильное сравнение возможных вариантов и достаточное для утверждения заказчиком описание оптимальных согласованных решений (утверждаемая часть ОТР) [6; 7].

Инструмент ОТР применялся и ранее, но его содержание было весьма размытым, а обязательность разработки отсутствовала.

Таким образом, на настоящий момент все советы, как составить идеальное задание на проектирование, устарели. В современной системе организации проектирования КОС важно требование осуществить в объеме работ разработку ОТР, если они не выполнялись ранее, или разработать решения согласно утверждаемой части ОТР, если они выполнены. Важно, что основные госструктуры, являющиеся распорядителями по федеральным проектам, стали использовать ОТР как инструмент для рассмотрения решений, по которым обращаются за финансированием.

Анализируя опыт применения ГОСТ по ОТР, автор хотел бы отметить, что часто встречающаяся практика «рассмотреть в ОТР три варианта», когда заказчику предъявляются три версии ОТР, одна только из наилучших решений, а две другие — набор всего прочего, вплоть до несуразного, является неправильной и не соответствует стандарту. ГОСТ направляет проектировщика:

максимально ограничивать область сравнения вариантов пределами той технологической зоны (узла), на которую они оказывают влияние; использовать не три, а сколько требуется по ситуации вариантов;

сравнение вариантов, принципиально меняющих все сооружения (например, классическая технология против мембранного илоразделения), проводить только при очевидной необходимости и не делать это целью ОТР.

Исходные данные для технологического проектирования. В советском СНиП эта тема была регламентирована довольно слабо и в большей степени ориентирована на вновь строящиеся населенные пункты. Далее никаких изменений по этому вопросу не было до 2020-х годов. В этот период в проектах можно было встретить разнообразные фантазии на тему исходных данных, что явилось причиной многих неудач. В 2020 г. в нашей книге [8] мы дали развернутый алгоритм подготовки исходных данных для двух сценариев — наличия и отсутствия достоверных данных производственного контроля. Уже в 2021 г. на основе этого алгоритма в рамках Изменения № 2 было подготовлено Приложение Г СП 32. С учетом его доработок в 2023 г. блок подготовки технологических исходных данных вполне обеспечивает хорошую основу для проектирования [9].

Однако едва ли не основные проблемы в части получения технологических исходных данных для расчета КОС в СП 32 не решены, потому что уходят далеко за пределы отраслевого инженерного регулирования. Это — завышение перспективного притока сточных вод на соо-

ружения. Максимум, что можно было сделать в СП 32, — это увязать изменение расходов на перспективу в соответствии с утвержденной схемой водоснабжения и водоотведения, а также дать требование, что «при проектировании не допускается обеспечение запаса мощности очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений на срок более 20 лет от момента начала разработки проектной документации (в том числе с учетом очередей строительства), при этом расчетный срок вывода первой очереди на проектную нагрузку не должен превышать 12 лет от начала разработки проектной документации».

К сожалению, очень и очень многие схемы имеют недопустимо низкое качество, в частности, преследуя цель значительно завысить перспективную потребность в объемах водоснабжения и водоотведения. Для этого, в том числе, используются некие нереальные значения норм водоотведения (одна из частых «ошибок», точнее, злоупотреблений — принимать расчетную норму на основе регионального документа, который устанавливает ее вовсе не для целей проектирования, а для взимания платы в отсутствие приборов учета). Приходилось видеть абсурдные ситуации, в которых только $1/4$ – $1/3$ предлагаемого в исходных данных притока на КОС обоснована реальным водопотреблением, а остальное — несуразный по своей доле неорганизованный приток и та самая «перспектива развития». Последняя часто включает в себя 100%-ное канализование всех неканализованных частей поселений, при том, что реальные средства для этого отсутствуют.

Еще хуже (юридически) ситуация, когда в эти наивные бюрократические игры начинает играть весь населенный пункт, вставая на путь прогнозирования (и закладывания в генеральный план развития) взрывного роста населения в нем, при реальной перспективе — в лучшем случае сохранения имеющейся численности. Потом это все умножается на завышенное водоотведение, складывается с фантазийным неорганизованным притоком и на выходе получается двух-трехкратное завышение притока по сравнению с фактическим. В итоге это дает непропорциональное увеличение стоимости КОС, так как полностью закрывает путь реконструкции существующих объемов (все равно не хватит) и переводит проект в ситуацию нового строительства.

В подавляющем большинстве случаев эти «хитрецы» остаются ни с чем, так как финансирование отдается на объекты, где исходные данные определены корректно, в результате чего они существенно дешевле.

Вся эта история требует внесения корректировок в нормативные документы и по схемам водоснабжения и водоотведения, и по генеральным схемам развития поселений, но Минстрой России пока не продвинулся в направлении системного решения этой проблемы. Определенные требования по этому вопросу ожидаются в текущем году в новом стандарте на тему КОС, но обязательность их применения должна быть закреплена нормативно.

Регулирование технологических решений по КОС.

В части современных технологий большой объем переработки был выполнен еще при подготовке СП 32.13330 в 2010–2011 годах, затем это было в большой степени доработано и уточнено по прошествии 10 лет в Изменениях № 2 и № 3 [10–12]. На настоящий момент объем регулирования в части технологий можно оценить как вполне достаточный для решения задач отрасли, хотя и довольно узкий по своему диапазону в сравнении с набором технологий, применяемых за рубежом.

Важно отметить: в нынешнем формате СП 32 в основном дает лишь рамочные указания по технологическим решениям:

необходимость/желательность/допустимость применения, как правило, с привязкой к мощности КОС;

необходимые обоснования выбора решения и параметры, по которым должны быть рассчитаны сооружения (но не сами расчетные алгоритмы);

разного рода удельные коэффициенты (образования отбросов с решеток, расходования реагентов и т. п.);

количественные требования к минимальным либо максимальным параметрам сооружений (не зависящие от расчетов), конструктивные требования, необходимое резервирование и др.

Очень важным новым дополнением в своде правил явился добавленный в 2021 г. раздел по сбору и очистке газовых выбросов КОС. Это направление работы возникло с нуля буквально лет 20 назад и сейчас приобрело очень большую важность. По этому направлению в 2026 г. ожидается принятие нового ГОСТа, разработанного ведущими практиками в данной сфере.

Свод правил СП 32 в высокой степени синхронизирован с ИТС 10-2019. При этом обе системы регулирования исходят из того, что запроектировать и реализовать можно только технически достижимые решения (НДТ либо в особых случаях — решения, отнесенные ИТС 10 к перспективным технологиям). В связи с этим в СП 32 в части набора технологических решений умышленно проигнорированы задачи достиже-

ния ПДК_{рыбхоз} по веществам, не относящимся к технологически нормируемым. Этот инженерный документ — не место для безграмотных административных фантазий, которые продолжают транслироваться на эти темы многими федеральными фигурами.

Расчетные алгоритмы. Важнейший вопрос любого проекта — алгоритмы, по которым рассчитываются сооружения. Советский СНиП в этом отношении был полноценен, содержал полные алгоритмы. В этом качестве его также дополнял Справочник проектировщика и (правда, далеко не по всем технологиям, на тот момент их развития, корректно с сегодняшних позиций) — методические рекомендации НИИ ВОДГЕО. Однако применительно к КОС речь шла о чрезвычайно узком наборе технологий. В результате у нас трудно встретить сооружения, не похожие на другие КОС того периода, а, например, в Европе — наоборот, трудно встретить похожие на другие.

По вышеописанным причинам из свода правил были исключены формулы расчета технологий. Имеется только минимальное требование, что используемые методики расчета сооружений биологической очистки должны быть опубликованы в России на русском языке после 2000 г. Разумеется, эта ситуация поставила задачу развития этой части регуляторной базы на новой основе. В 2020 г. автор совместно с А. Н. Эповым опубликовали детальную методику расчета КОС в части определения исходных данных, первичного осветления и биологической очистки городских сточных вод с удалением азота и фосфора с использованием аэротенков [8]. В части расчета нитрификации методика основана на определении минимального аэробного возраста ила, рассчитываемого через кинетические уравнения. В России также доступна методика расчета по прямым уравнениям ферментативной кинетики (через скорости процессов), известная как методика НИИ ВОДГЕО — Самарского государственного технического университета [13; 14], более универсальная по решаемым ею задачам по видам сточных вод, но менее полная с точки зрения нужд проектирования и требующая от проектировщика выбора констант кинетических ферментативных уравнений.

В течение последних лет восьмью тема расчетов сооружений биологической очистки с удалением азота была предметом напряженных дискуссий, показавших в итоге очень хорошую сходимость этих разных методических подходов [15; 16].

Важным аспектом эффективного проектирования является полнота описания и проработки

технологических решений в проекте. К сожалению, сейчас требования постановления Правительства РФ № 87 по составу проектно-сметной документации ориентированы на объекты промышленного либо гражданского назначения, для которых расчет технологического процесса или не особенно важен при проектировании сооружений (производственные объекты), или не применим (гражданские объекты). Это позволяет недобросовестным проектировщикам КОС весьма неполно и непрозрачно представлять расчеты сооружений в проектной документации. В свод правил введены требования к этому, но в полной мере они заработают при регламентировании на уровне приказа Минстроя России.

Данная проблема стала особенно очевидна в ходе решения проблем реализации Федерального проекта «Оздоровление Волги» в Правительстве РФ («Инцидент 55»). При этом стало очевидным отсутствие арбитражной методики расчета КОС. В настоящее время и Главгосэкспертиза, и Счетная палата РФ предлагают Минстрою России закрепить приказом такую методику. С учетом очевидности этой проблемы работа над проектом национального стандарта по методам расчета основных сооружений КОС (для городских сточных вод) была начата еще в 2025 г., ее завершение планируется в первом полугодии текущего года.

Также свой вклад в методики расчета сооружений биологической очистки внесет разработанный в 2025 г. по линии ТК 393 (ответственный исполнитель А. Н. Эпов) стандарт «Методы определения фракций химического потребления кислорода (ХПК) в сточных водах». Как известно, современная тенденция в расчетах сооружений биологической очистки — переход к использованию фракций ХПК как более точного инструмента для расчета. Однако стандартизация подходов к определению их значений до этого года у нас отсутствовала.

Пусконаладка и последующая эксплуатация. Даже самый качественный проект не даст должного результата без надлежащей пусконаладки и последующей квалифицированной эксплуатации. До настоящего времени требования к ним либо отсутствовали, либо были недостаточно корректными и современными. Первым шагом по совершенствованию регулирования стала разработка Изменения № 1 к СП 517.1325800.2022 «Эксплуатация централизованных систем, сооружений водоснабжения и водоотведения» (принято 30 июля 2025 г.). Этот документ был дополнен большим объемом общих требований к эксплуатации и предшест-

вующей ей пусконаладке, вводящих базовые понятия в данной области.

В 2024–2025 годах были разработаны, утверждены и с 2026 г. вступили в действие два важнейших для регулирования этой сферы национальных стандарта:

ГОСТ Р 72113-2025 «Канализационные очистные сооружения. Организация и проведение пусконаладочных работ»;

ГОСТ Р 72005-2025 «Канализационные очистные сооружения. Эксплуатация. Технологический регламент эксплуатации. Требования к содержанию, оформлению, разработке и утверждению».

Основные положения ГОСТ Р 72113-2025 (детальный анализ документа приведен в [17]):

1. Учет различных возможных алгоритмов организации пусконаладочных работ (ПНР) в зависимости от договорной схемы создания объекта, но с упором на то, что у ПНР «вхолостую» и ПНР «под нагрузкой» в большинстве ситуаций будут различные заказчики. Для этого должны разрабатываться отдельные программы производства ПНР.

2. Программы производства ПНР должны разрабатываться проектировщиком при разработке проектно-сметной документации (ПСД).

3. Учитывая, что программа производства ПНР разрабатывается за достаточно большой период до фактического их начала, проведение наладки оборудования (включая КИП и АСДКУ) предусматривается на основании рабочих программ.

4. Использованы понятия пробной и временной эксплуатации (одновременно введены в СП 517.1325800.2022):

ПНР «вхолостую» осуществляются в период окончания СМР;

ПНР «под нагрузкой» осуществляются в период пробной эксплуатации;

период временной эксплуатации предусмотрен для отработки процессов на КОС в течение года (во все сезоны);

в период временной эксплуатации предусмотрено (опционально) технологическое сопровождение как форма ПНР.

5. Предусмотрены двухэтапные испытания оборудования:

поузловые испытания как первый этап в ходе ПНР «вхолостую» на чистой воде, с имитацией необходимых сигналов. Этот этап – предварительный, но необходимый для передачи в эксплуатацию;

комплексное опробование оборудования на технологических средах и в проектных режимах (по терминологии СП 68.13330.2017).

6. Предусмотрены комплексные эксплуатационные испытания (КЭИ), на основании которых завершаются ПНР «под нагрузкой». Этот период составляет один месяц, в течение которого КОС должны продемонстрировать соблюдение проектных параметров (или иное).

7. Важный принцип: если к моменту начала КЭИ получено КЭР, то следует ориентироваться на технологические показатели, установленные в нем.

8. Разработан порядок действий участников процесса в случаях недостижения проектных показателей, а также в сопоставлении с технологическими показателями НДТ, на получение которых данные КОС могут рассчитывать.

9. В объем ПНР «под нагрузкой» входит разработка временного технологического регламента эксплуатации.

ГОСТ Р 72005-2025, посвященный технологическим регламентам (ТР) эксплуатации, разработан с позиции следующих задач, которые стоят перед ними:

повышение уровня технологической дисциплины;

повышение информированности персонала о сооружениях и процессах;

повышение уровня квалификации персонала; наличие детального документа для муниципальных структур, тарифных и проверяющих органов, в том числе четко определяющего технологические условия и возможности работы КОС;

источник информации о КОС для проектных организаций и компаний, предлагающих новые технологии, оборудование и услуги.

Стандарт требует наличия в ТР следующих разделов и устанавливает детальные требования к их содержанию:

1) Общие сведения;

2) Характеристика поступающих сточных вод, применяемых и образующихся веществ, материалов и энергоресурсов;

3) Описание технологической схемы, основных сооружений и оборудования (с подразделами: описание технологической схемы, материальный и энергетический баланс, описание основных сооружений и оборудования, технологический расчет сооружений и оборудования);

4) Производственный и экологический контроль технологического процесса;

5) Нормативные и регламентные требования к работе;

6) Управление технологическим процессом;

7) Контроль и управление с помощью АСУ ТП;

8) Технологический анализ работы;

9) Порядок обслуживания сооружений и оборудования;

10) Эксплуатация сооружений в нештатных и аварийных ситуациях;

11) Обязательные инструкции и нормативно-техническая документация.

Поскольку в России (после того, как не прошел регистрацию в Министерстве юстиции РФ Приказ Госстроя России от 30 декабря 1999 г. № 168 «Об утверждении «Правил технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации») отсутствуют юридически обязательные требования к эксплуатации сооружений водоснабжения и водоотведения, в настоящее время, до принятия аналогичного приказа Минстроем России, разработка и применение ТР будут являться добровольными. Таким образом, как и многие другие сферы деятельности в отрасли, эта пущена «на самотек» и зависит от отношения к работе в водоканалах и администрациях.

Упорядочение отраслевой терминологии. С 1982 г. действовал практически забытый к настоящему времени стандарт по терминам и определениям в канализации — ГОСТ 25150. В 2024–2025 годах был проведен пересмотр этого ГОСТа (ответственный исполнитель — Е. С. Гогина, кандидат технических наук). При работе над данным стандартом был задействован накопленный за десятилетия отраслевой опыт. В результате объем определений в документе увеличен с 78 до 370 — без малого в 5 раз. И это при том, что большая часть определений была вынесена в уточняющие примечания (например, виды аэрационных систем, сушилок, печей для сжигания и др.). Стандарт разделен на разделы: общие понятия, отведение сточных вод, очистка сточных вод, поверхностные сточные воды, механическая очистка сточных вод, биологическая очистка, мембранная очистка, обработка осадков сточных вод.

Несмотря на статус стандарта, авторы пересмотра документа при работе над ним исходили из расширенного понимания его задач, по возможности придавая ему за счет примечаний некоторый образовательный характер.

Автор рекомендует всем, кто по своей работе сталкивается с вопросами водоотведения, но не является профессионалом, изучить этот стандарт. Можно гарантировать, что это даст хорошее представление о данной сфере, ее сложности и многогранности.

Нерешенные проблемы регулирования КОС. Как показано выше, за последние 15 лет была создана современная система сводов правил и стандартов для инженерного регулирования КОС, а

также совершенно новая система экологического (технологического) регулирования, что дает прочную основу для работ по созданию и эксплуатации КОС.

Однако остается нерешенной масса проблем отрасли, связанных с самой организацией инвестиционного процесса по КОС. В их числе автор обращает внимание на следующее:

1. Недостаточна роль ОТР. Необходимо осуществлять обязательную экспертизу ОТР, так как при рассмотрении готового проекта уже поздно оценивать технологические решения на обоснованность и оптимальность.

2. Отсутствуют четкие нормы, предписывающие обязательное соблюдение требований СП 32.13330-2018 для КОС. Необходимо требовать его для всех проектов с участием бюджетного финансирования.

3. Недостаточные требования к составу и объему проектной документации по КОС, что снижает ее качество. Необходимо дополнение постановления Правительства РФ № 87 специальным приложением по дополнительным требованиям при проектировании КОС.

4. Отсутствие жестких требований к процедуре замены оборудования после утверждения проекта.

5. Необходимо закрепить обязательность выполнения шефналадки силами проектной организации.

6. Необходимо разработать и принять на основе положений ГОСТ Р 72113-2025 обязательный порядок оценки соответствия работы КОС проектным показателям и действий сторон при их недостижении.

7. Необходимо разработать нормативную базу для возможности создания КОС двумя последовательно работающими генподрядчиками (с разработкой непосредственно ими рабочей документации): 1 — строительные работы; 2 — комплектация, монтаж оборудования, ПНР «вхолостую», ПНР «под нагрузкой», ввод в эксплуатацию после достижения проектных показателей.

Наряду с проблемами инвестиционного процесса имеются серьезные проблемы в части экологического нормирования КОС. К ним относятся:

1. Сложное и дорогостоящее (на уровне годовых затрат на всю эксплуатацию КОС) получение КЭР для КОС — природопользователей второй категории. Необходимо дать им возможность напрямую использовать технологические показатели НДТ по постановлению № 1430.

2. Тенденция требовать от водоканалов, получивших КЭР, выполнения НДС по веществам, не

относящимся к технологически нормируемым и для которых отсутствуют мероприятия в ППЭЭ, что является нарушением части 10 статьи 22 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

3. Пренебрежение при выдаче КЭР того, что технологические показатели НДТ установлены федеральным правительством как среднегодовые, что требует учета допустимой неравномерности значений в разовых пробах. Повышающие коэффициенты для расчета максимальных концентраций в очищенной воде и для целей контроля имеются в ИТС 10-2019 и в СП 32.

Здесь приведены лишь самые очевидные проблемы практики экологического регулирования КОС. Большой критический обзор всех проблем нормирования сбросов сточных вод и охраны водных объектов в стране опубликован автором в [18]. В настоящее время на основании этого анализа отраслевым сообществом подготовлен большой пакет предложений от Минстроя России в Минприроды РФ по совершенствованию экологического нормирования КОС на основе НДТ. К моменту выхода номера журнала ожидаем начало его межведомственного обсуждения.

По всем инженерно-инвестиционным и экологическим проблемам автором статьи, совместно с коллегами по ИТС Минстроя России, подготовлены и переданы в Минстрой России конкретные предложения как в сфере компетенции министерства, так и для совместной работы с Минприроды России. При одобрении этих предложений в профильном «секторе» Мин-

строя России, к сожалению, фактическая динамика продвижения к их реализации недопустимо медленная. Автор призывает читателей данной статьи, сталкивающихся с этими (и другими, близкими к ним) проблемами, направлять соответствующие обращения о необходимости их решения в Минстрой России.

Выводы

Пятнадцатилетние усилия по трансформации инженерного и экологического нормирования канализационных очистных сооружений позволили создать внутренне синхронизированную «экосистему» отрасли, включающую своды правил, информационно-технический справочник и ряд национальных стандартов. Совокупность этих требований позволяет специалистам должной квалификации значительно повысить эффективность и надежность их работы и оказывает незаменимую помощь начинающим специалистам. Однако эти результаты — лишь часть необходимых для отрасли изменений. Следует в экологической сфере окончательно избавиться от недостижимых требований по нормированию, а в инженерной практике — нормативно закрепить требования сводов правил и стандартов, пересмотреть в сторону детализации систему требований к процессу проектирования КОС и заново разработать всю систему осмечивания проектных, предпроектных и пусконаладочных работ, а также систему укрупненной оценки стоимости жизненного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Данилович Д. А., Козлов М. Н. 25 лет промышленного внедрения технологий удаления азота и фосфора на московских очистных сооружениях: 20 апробированных технологических решений // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2019. № 1. С. 42–55.
Danilovich D. A., Kozlov M. N. [25 years of industrial introduction of nitrogen and phosphorus removal technologies at the Moscow wastewater treatment facilities: 20 proven process solutions]. *Naилuchshie Dostupnye Tekhnologii Vodосnabzheniia i Vodootvedeniia*, 2019, no. 1, pp. 42–55. (In Russian).
2. Данилович Д. А. Основные изменения, предлагаемые для внесения в раздел «Очистные сооружения» актуализированной версии СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения» // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 3. С. 63–72.
Danilovich D. A. [Basic changes offered for the inclusion in the Section «Water treatment facilities» of the actualized version of SNiP 2.04.03-85 «Sewerage. Outer networks and facilities»]. *Vodосnabzhenie i Sanitarnaia Tekhnika*, 2011, no. 3, pp. 63–72. (In Russian).
3. Данилович Д. А. Разработка Справочника по наилучшим доступным технологиям по очистке сточных вод поселений // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 9. С. 4–6.
Danilovich D. A. [Drafting a Reference Book on the best available technologies in community wastewater treatment]. *Vodосnabzhenie i Sanitarnaia Tekhnika*, 2015, no. 9, pp. 4–6. (In Russian).
4. Данилович Д. А., Скобелев Д. О., Щелчков К. А. Определение технологических показателей качества очистки городских сточных вод, соответствующих применению наилучших доступных технологий // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 3. С. 18–23.
Danilovich D. A., Skobelev D. O., Shchelchikov K. A. [Determination of technological indicators of municipal wastewater treatment quality corresponding to the use of the best available techniques]. *Vodосnabzhenie i Sanitarnaia Tekhnika*, 2017, no. 3, pp. 18–23. (In Russian).
5. Данилович Д. А., Будницкий Д. М., Новиков А. В. Переход на технологическое нормирование сбросов городских очистных сооружений: итоги десяти лет работы и рекомендации после принятия полного пакета нормативных правовых актов // Водоснабжение и санитарная техника. 2020. № 11. С. 4–15.

- Danilovich D. A., Budnitskii D. M., Novikov A. V. [Switch over to the technologic regulation of effluent discharges from municipal wastewater treatment facilities: ten years track record and recommendations after the adoption of the complete package of regulatory legal acts]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2020, no. 11, pp. 4–15. (In Russian).
6. Данилович Д. А. ГОСТ 70953-2023 по основным техническим решениям — новый инструмент повышения качества проектов канализационных очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 12. С. 4–11. DOI: 10.35776/VST.2023.12.01.
Danilovich D. A. [By the basic technical solutions GOST 70953-2023 is a new tool for improving the quality of wastewater treatment facilities projects]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2023, no. 12, pp. 4–11. DOI: 10.35776/VST.2023.12.01. (In Russian).
7. Данилович Д. А. Новый ГОСТ Р 70953-2023 и его применение: комментарий разработчика // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2024. № 1. С. 18–27.
Danilovich D. A. [New GOST R 70953-2023 and its application: comments by the developer]. *Nailuchshie Dostupnye Tekhnologii Vodosnabzheniia i Vodootvedeniia*, 2024, no. 1, pp. 18–27. (In Russian).
8. Данилович Д. А., Эпов А. Н. Расчет и технологическое проектирование процессов и сооружений удаления азота и фосфора из городских сточных вод. — М., 2020. 225 с.
Danilovich D. A., Epov A. N. *Raschet i tekhnologicheskoe proektirovanie protsessov i sooruzhenii udaleniia azota i fosfora iz gorodskikh stochnykh vod* [Calculating and designing processes and facilities for nitrogen and phosphorus removal from municipal wastewater. Moscow, 2020, 225 p.].
9. Данилович Д. А. Получение исходных данных для расчета очистных сооружений городских сточных вод поселений в соответствии с Изменением № 2 СП 32.13330.2018 // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 3. С. 29–37. DOI: 10.35776/VST.2023.03.04.
Danilovich D. A. Obtaining design data for the calculation of wastewater treatment facilities for communities in accordance with Amendment No. 2 of CP 32.13330.2018. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2023, no. 3, pp. 29–37. DOI: 10.35776/VST.2023.03.04. (In Russian).
10. Верещагина Л. М., Данилович Д. А., Фрог Д. Б. Обзор основных изменений в Свод правил СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» в части проектирования систем отведения и очистки поверхностных сточных вод, внесенных в 2021 году // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 5. С. 4–13. DOI: 10.35776/VST.2022.05.01.
Vereshchagina L. M., Danilovich D. A., Frog D. B. [Overview of the main amendments to the Code of Practice CP 32.13330.2018 «Sewerage. Pipelines and wastewater treatment plants» in terms of designing the systems for the disposal and treatment of surface runoff introduced in 2021]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2022, no. 5, pp. 4–13. DOI: 10.35776/VST.2022.05.01. (In Russian).
11. Данилович Д. А., Фрог Д. Б. Основные новации, внесенные Изменением № 2 в Свод правил СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 2. С. 12–23. DOI: 10.35776/VST.2023.02.02.
Danilovich D. A., Frog D. B. [The main innovations introduced by Amendment No. 2 to the Code of Practice CP 32.13330.2018 «Sewerage. Pipelines and wastewater treatment plants»]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2023, no. 2, pp. 12–23. DOI: 10.35776/VST.2023.02.02. (In Russian).
12. Данилович Д. А., Фрог Д. Б., Верещагина Л. М. Основные новации, внесенные Изменением № 3 в СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» // Водоснабжение и санитарная техника. 2024. № 2. С. 19–31. DOI: 10.35776/VST.2024.02.03.
Danilovich D. A., Frog D. B., Vereshchagina L. M. [The main revisions introduced by Amendment No. 3 to CP 32.13330.2018 «Sewerage. Pipelines and wastewater treatment plants»]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2024, no. 2, pp. 19–31. DOI: 10.35776/VST.2024.02.03. (In Russian).
13. Швецов В. Н., Морозова К. М., Степанов С. В. Расчет сооружений биологической очистки городских и производственных сточных вод в аэротенках с удалением биогенных элементов // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 9. С. 26–39.
Shvetsov V. N., Morozova K. M., Stepanov S. V. [Designing facilities for municipal and industrial wastewater biological treatment in aeration tanks with nutrients removal]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2018, no. 9, pp. 26–39. (In Russian).
14. Степанов С. В. Технологический расчет аэротенков и мембранных биореакторов: учебное пособие. — М.: Издательство АСВ, 2020. 224 с.
Stepanov S. V. *Tekhnologicheskii raschet aerotenkov i membrannykh bioreaktorov* [Process calculation of aeration tanks and membrane bioreactors. Study guide. Moscow, ASV Publ., 2020, 224 p.].
15. Эпов А. Н., Данилович Д. А. К дискуссии о сравнении методик расчета аэротенков с удалением азота и фосфора (в порядке обсуждения) // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. № 8. С. 20–31. DOI: 10.35776/VST.2022.08.05.
Epov A. N., Danilovich D. A. [On the discussion on the comparison of methods for calculating aeration tanks with the removal of nitrogen and phosphorus (for the discussion)]. *Vodosnabzhenie i Sanitarnaya Tekhnika*, 2022, no. 8, pp. 20–31. DOI: 10.35776/VST.2022.08.05. (In Russian).
16. Данилович Д. А., Эпов А. Н. Методики расчета аэротенков: научная дискуссия не получилась. А стоило ли ее начинать? И что теперь надо делать? // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2023. № 4. С. 42–55.
Danilovich D. A., Epov A. N. [Methods of aeration tank calculations: the scholarly dispute didn't work out. Was it even worth starting? And what should we do now?]. *Nailuchshie Dostupnye Tekhnologii Vodosnabzheniia i Vodootvedeniia*, 2023, no. 4, pp. 42–55. (In Russian).
17. Данилович Д. А. Новый ГОСТ Р 72113-2025 «Канализационные очистные сооружения. Организация и проведение пусконаладочных работ» // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2026. № 1. С. 6–14.
Danilovich D. A. [New GOST R 72113-2025 «Wastewater treatment plants. Organization of commissioning, start-up and achievement of design indicators»]. *Nailuchshie Dostupnye Tekhnologii Vodosnabzheniia i Vodootvedeniia*, 2026, no. 1, pp. 6–14. (In Russian).
18. Данилович Д. А. Нормирование сточных вод и охрана водных объектов: взгляд эксперта // Экология производства. 2025. № 6. С. 24–37. № 7. С. 2–13. № 8. С. 2–13.
Danilovich D. A. [Wastewater regulation and protection of water bodies: expert view]. *Ekologiya Proizvodstva*, 2025, no. 6, pp. 24–37, no. 7, pp. 2–13, no. 8, pp. 2–13. (In Russian).