

ОПЫТ РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ ВОДООТВЕДЕНИЯ ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА»: ЭТАПЫ ПЕРЕХОДА К НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

С.Н. Волков¹, О.Н. Рублевская¹, И.О. Тихонова²,
Т.В. Гусева³, М. Иикканен⁴

E-mail: hydrogo@yandex.ru

¹ ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», Москва, Россия

³ ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», г. Мытищи, Московская область, Россия

⁴ Pöyry Finland Oy, Вантаа, Финляндия

АННОТАЦИЯ: Опыт развития объектов водоотведения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» представлен как ситуационное исследование («зеленый кейс»). Ряд таких проектов реализуется в настоящее время в Российской Федерации. Подчеркнуто, что «зеленый кейс» ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» имеет как отраслевую, так и региональную значимость. Обсуждены подходы к разработке и поэтапной реализации программ реконструкции, модернизации действующих и создания новых очистных сооружений. Этапы выполненных мероприятий в сфере водоотведения рассмотрены с позиций совершенствования экологической и технологической политики предприятия. Представлены результаты внедрения современных технологий очистки коммунальных сточных вод, направления дальнейшего развития технологий вторичного использования осадка сточных вод.

Продемонстрирована необходимость детального анализа технологических и экономических рисков и возможностей, обусловленных переходом к технологическому нормированию в сфере охраны окружающей среды при стратегическом планировании схемы водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга. Подчеркнута роль наилучших доступных технологий в выполнении требований Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря (ХЕЛКОМ). На основании результатов ситуационного исследования сформулированы рекомендации по совершенствованию системы нормативных правовых актов в сфере наилучших доступных технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ситуационное исследование, ХЕЛКОМ, ресурсная эффективность, наилучшие доступные технологии, удаление азота и фосфора, сжигание осадков сточных вод.

© Волков С.Н., Рублевская О.Н., Тихонова И.О., Гусева Т.В., Иикканен М., 2020

Цель данной статьи – анализ направлений и результатов поэтапной модернизации объектов водоотведения Санкт-Петербурга с позиций повышения экологической и ресурсной эффективности. Работа выполнена как ситуационное исследование, представляющее метод, при использовании которого научные результаты получают путем всестороннего и углубленного изучения конкретной ситуации [1]. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» принимает активное участие в разработке документов национальной системы стандартизации в области наилучших доступных технологий (НДТ), реализации международных проектов и программ, направленных на сокращение негативного воздействия на окружающую среду. В 2019 г. предприятие присоединилось к программе подготовки «зеленых кейсов», демонстрирующих возможности решения отраслевых и региональных проблем методами внедрения НДТ, повышения ресурсоэффективности производства и вовлечения вторичных ресурсов в экономический оборот [2].

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Централизованные системы водоотведения города Санкт-Петербурга

В настоящее время в Санкт-Петербурге функционируют две исторически сложившиеся централизованные системы водоотведения (ЦСВ):

– комбинированная ЦСВ (общесплавная и раздельная хозяйственно-бытовая система водоотведения), в которую осуществляется прием сточных вод от более 5 млн абонентов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и поверхностных сточных вод города; система охватывает 70 % территории города и включает 14 канализационных очистных сооружений (КОС) производительностью от 10 до 1050 тыс. м³/сут. По итогам 2019 г. доля очищаемых предприятием сточных вод, канализуемых в эту систему, составила 99 %. Система также включает три завода сжигания осадков сточных вод (ОСВ) и два полигона хранения осадков;

– ливневая ЦСВ (раздельная дождевая система водоотведения), в которую осуществляется прием исключительно поверхностных сточных вод от абонентов и селитебной территории. Система охватывает 30 % территории города, включает 7 очистных сооружений поверхностного стока; по итогам 2019 г. доля канализуемых очищаемых сточных вод составила 4,2 %.

До 1978 г. в Ленинграде сточные воды не очищались: каждый день около 3,2 млн м³ стоков напрямую поступали в р. Неву и Финский залив. Начало последовательному снижению сброса загрязняющих веществ с неочищенными сточными водами было положено в 1978 г. вводом в эксплуатацию первой очереди Центральной станции аэрации (ЦСА), что обеспечило очистку 27 % сточных вод. Завершенное в 1985 г. строительство второй очереди позволило увеличить производительность ЦСА до 1500 тыс. м³/сут. (53 % сточных вод) и сформировать бассейн ЦСА.

Поэтапно с 1987 г. в городе шло развитие комбинированной ЦСВ, включая введение в эксплуатацию Северной станции аэрации (ССА). К 2000 г. очистку проходили уже 75 % городских сточных вод.

Модернизация систем водоотведения и очистки сточных вод

С начала XXI в. экологическая политика ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» базировалась на рекомендациях Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря (ХЕЛКОМ), к которой Россия присоединилась в 1998 г. [3] и взяла на себя обязательство принимать меры по предотвращению и ликвидации загрязнения Балтийского моря, в т. ч. посредством применения НДТ и природоохранных практик. ХЕЛКОМ – одна из первых международных конвенций, предписывающих сторонам-участницам использование НДТ [4].

В 1992 г. в Программу совместных действий ХЕЛКОМ были включены «горячие точки», относящиеся к системе водоотведения и очистки сточных вод Санкт-Петербурга и охватывающие систему канализации, процессы очистки сточных вод. Отдельно была выделена задача удаления из сточных вод соединений фосфора.

Действовавшие в 1998 г. КОС проектировались еще в 1960–1970-е годы, когда технологии были направлены на очистку сточных вод от взвешенных и органических веществ (по биохимическому потреблению кислорода, БПК), но не предусматривали удаление соединений биогенных веществ (азота и фосфора), вызывающих эвтрофикацию водных объектов. Требования ХЕЛКОМ к содержанию общего фосфора для сточных вод, очищенных на очистных сооружениях, обслуживающих более 10 тыс. человек, были установлены на уровне $1,5 \text{ мг/дм}^3$ с достижением их к 1998 г., а к 2010 г. (для населенных пунктов более 200 тыс. чел.) – уже на уровне $0,5 \text{ мг/дм}^3$ [5].

Одним из первых мероприятий по достижению жестких требований стала модернизация сооружений биологической очистки на ЦСА и ССА. К 2004 г. на крупнейших станциях города была внедрена технология, разработанная компанией «Креал», которая позволила обеспечить биологическую очистку до уровня содержания фосфора $1,5 \text{ мг/дм}^3$, азота – 10 мг/дм^3 . К 2004 г. КОС г. Сестрорецка были модернизированы по технологии Кейптаунского университета (УСТ), позволяющей повысить эффективность биологического удаления фосфора. Перед сбросом в Финский залив очищенные сточные воды дополнительно обеззараживают ультрафиолетовым излучением (УФ).

Введение в эксплуатацию в 2005 г. Юго-Западных очистных сооружений (ЮЗОС), построенных с участием 14 европейских организаций на основе технологии, рассматриваемой в странах северной Европы как НДТ

для КОС мощностью более 330 тыс. м³/сут, позволило очищать уже 85 % городских сточных вод.

КОС г. Пушкина реконструированы в 2005 г. (также с внедрением технологии УСТ) в рамках российско-шведско-финского проекта «Наилучшие доступные технологии и система технологического нормирования в соответствии с рекомендациями ХЕЛКОМ как основа улучшения состояния окружающей среды». В ходе реализации проекта была апробирована система технологического нормирования сбросов для ряда пилотных объектов.

В 2005 г. стартовал новый проект «Чистая Балтика» (по инициативе Фонда Дж. Нурминена, Финляндия), направленный на осуществление конкретных мер по охране Балтийского моря – внедрение на КОС Санкт-Петербурга технологии химического удаления фосфора. Лабораторные, а затем и опытно-промышленные испытания были проведены водоканалом совместно с финскими компаниями «Планцентр» и «Кемира». С 2008 г. в штатном режиме внедрен химический метод удаления фосфора, повысивший эффективность очистки по общему фосфору до 89–90 % и снизивший его сброс в Финский залив в 3,7 раза.

Реализованные ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» мероприятия позволили в 2009–2012 гг. исключить из перечня ХЕЛКОМ почти все экологические «горячие точки», связанные с системой очистки сточных вод в Санкт-Петербурге (рисунок).

В целях сохранения экосистемы Балтийского моря в 2001 г. разработана и успешно реализуется «Программа прекращения сброса сточных вод без очистки в водные объекты г. Санкт-Петербурга», в рамках которой за период 2003–2019 гг. в систему коммунальной канализации переключено более 300 прямых выпусков неочищенных хозяйственно-бытовых, общесплавных и дождевых сточных вод расходом более 500 тыс. м³/сут. Ключевым проектом программы стало строительство продолжения главного канализационного коллектора северной части города, благодаря которому закрыты 76 прямых выпусков сточных вод и прекращен сброс в Неву неочищенных сточных вод в объеме 334 тыс. м³/сут; доля очищаемых сточных вод Санкт-Петербурга достигла 98,4 %.

В настоящее время основным проектом по переключению прямых выпусков является строительство Охтинского коллектора. Доля очищаемых сточных вод достигнет 99,5 %, снизится нагрузка на р. Охту, оказывающую существенное влияние на формирование качества поверхностных вод основного источника питьевой воды Санкт-Петербурга – р. Невы. Дальнейшие мероприятия по прекращению сброса сточных вод без очистки через оставшиеся 77 выпусков комбинированной ЦСВ с ориентировочным расходом 27,2 тыс. м³/сут предусмотрены в «Инвестиционной программе



ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на период 2021–2025 гг.», а также в «Схеме водоснабжения и водоотведения г. Санкт-Петербурга на период до 2025 г. с учетом перспективы до 2030 г.». После завершения в 2030 г. переключения всех прямых выпусков комбинированной ЦСВ очистке будут подвергаться 100 % хозяйственно-бытовых сточных вод города. После 2030 г. работы по развитию ливневой (дождевой) ЦСВ продолжатся, будут спроектированы и построены перехватывающие канализационные сети и очистные сооружения поверхностных сточных вод.

Для исключения сброса неочищенных сточных вод в водные объекты необходимо решить две задачи, характерные для крупных мегаполисов:

- прекратить складировать снег на территории города;
- обеспечить бесперебойную и надежную эксплуатацию системы канализации.

В Санкт-Петербурге с 2012 г. реализуется программа проектирования и строительства снегоплавильных пунктов (СПП), в настоящее время эксплуатируется 11 СПП, растопленный снег утилизируется на городских очистных сооружениях.

С 2003 г. также выполняется программа по повышению надежности системы тоннельной канализации, предусматривающая кольцевание коллекторов с установкой щитовых затворов и строительство коллекторов-дублеров, особенно на участках тоннелей в исторической части города. Это позволяет отключать тоннельные коллекторы выделенными участками и производить ремонтные работы без сброса в водные объекты.

Комплекс мероприятий по ликвидации выпусков неочищенных сточных вод, реконструкции КОС, строительству СПП, кольцеванию тоннельных коллекторов обеспечивает сокращение негативного воздействия на водные объекты города. В то же время, на ряде КОС наблюдается износ технологического оборудования и строительных конструкций сооружений, применяемые технологии не обеспечивают очистку сточных вод до уровня существующих требований к сбросу в водные объекты. Из общего объема очищенных сточных вод только 19 % перед сбросом подвергаются обеззараживанию УФ-излучением.

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД; ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

После внесения изменений в Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ [6] и в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ [7] для водоканалов открылись новые возможности модернизации КОС, нацеленные на внедрение НДТ с переходом на технологическое нормирование качества сбрасываемых сточных вод. Очистка сточных вод с использованием ЦСВ поселений, городских округов отнесена к области применения НДТ [8], что является особенностью российского законодательства, хотя, как уже отмечено, требования, близкие к НДТ для КОС, существуют в Финляндии.

Особенность концепции НДТ состоит в том, что устанавливаемые требования последовательно совершенствуются с учетом опыта работы и достижений отраслевых предприятий. Фактически, именно этот принцип лежит в основе проектов модернизации, которые реализует ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» в течение многих лет. Сегодня в России основное внимание уделяется вопросам технологического нормирования и получению комплексных экологических разрешений (КЭР), в то время как концепцию НДТ надо рассматривать более широко, учитывая повышение

ресурсоэффективности технологических процессов и возможности вовлечения вторичных ресурсов в экономический оборот.

Объекты I категории – ССА, ЦСА, ЮЗОС, входящие в перечень объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в России составляет не менее 60 % [9], обязаны обратиться с заявками на получение комплексных экологических разрешений (КЭР) до 31 декабря 2022 г. КОС городов Петродворец, Колпино, Пушкин, полигоны «Волхонка» и «Северный» должны подготовить заявки на КЭР до 1 января 2025 г. Постановление Правительства, утверждающее технологические показатели НДТ для водоканалов, опубликовано в сентябре 2020 г. [10], теперь ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» может завершить работы по обследованию, оценке экологической эффективности и расчету технологических нормативов. Отметим, что постановлением закреплены технологические показатели, разработанные при подготовке Информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015 [11]. Таким образом, для обсуждаемых КОС как объектов I категории требуется внедрение НДТ, обеспечивающих достаточно жесткие показатели очистки сточных вод при сбросе в водные объекты бассейна Балтийского моря с учетом требований ХЕЛКОМ (табл. 1).

Правилами разработки технологических нормативов [12] предусмотрено, что если существующие фактические характеристики сбросов загрязняющих веществ ниже значения технологического показателя НДТ, то нормативы разрабатываются с использованием максимального зафиксированного значения показателя в сбросах, т. е. технологические нормативы устанавливаются не на основе возможностей НДТ, а «от достигнутого». Между тем, существуют объективные процессы увеличения объемов и изменения состава поступающих на очистку сточных вод, что связано с ростом города, амортизацией оборудования, приводящими к отклонениям в достигнутых показателях без нарушения требований НДТ.

Установленный в настоящее время подход не вполне соответствует принципам технологического нормирования на основе НДТ. Предъявление к очистным сооружениям одного уровня производительности и сбрасывающим сточные воды в водные объекты одной категории не единых, основанных на технологических показателях НДТ, а различных экологических требований будет нарушать принцип создания равных конкурентных условий, препятствовать стандартизации схем очистки коммунальных сточных вод, приведет к возрастанию стоимости строительства и эксплуатации КОС.

Таблица 1. Требования к качеству очищенных сточных вод Санкт-Петербурга

Table 1. Requirements to the quality of the treated waste waters of St. Petersburg

Значения концентраций загрязняющих веществ, не более, мг/дм³

Установленные российские технологические показатели НДТ 7д [10, 11]							Требования ХЕЛКОМ	
Взв. в-ва	ХПК	БПК ₅	Азот аммон.	Азот нитратов	Азот нитритов	Фосфор фосфатов	Фосфор общий	Азот общий
10–14	80	8	1,0	9	0,1	0,7	0,5	10

Удорожание технологии КОС может быть оправданным при сбросе в экологически чувствительные водные объекты категории А [13]. Примером внедрения такой дорогостоящей технологии является строительство КОС пос. Молодежное. Необходимость проектирования сложной многостадийной технологии (глубокое удаление азота и фосфора, мембранная ультрафильтрация, обеззараживание ультрафиолетом, обработка осадка и газоочистка) обусловлено тем, что сброс осуществляется в водный объект категории «А» в границах государственного природного заказника «Гладышевский».

Обезвреживание осадков сточных вод: выбор решений

Переход к технологическому нормированию задумывался в целях как эколого-технологической модернизации, так и рационального природопользования, повышения энергоэффективности, вовлечения вторичных ресурсов в хозяйственный оборот, что требует привлечения внимания к проблемам утилизации и обезвреживания ОСВ, включая рекультивацию объектов размещения осадков.

В Санкт-Петербурге созданы два крупных объекта размещения осадков – полигоны «Северный» и «Волхонка-2», на которые до 1997 г. вывозился весь объем ОСВ. Размещение в городской черте таких объектов создавало экологические проблемы. Для их решения был поставлен ряд взаимосвязанных задач:

- прекращение складирования ОСВ;
- снижение уровня выбросов в атмосферу от мест складирования ОСВ;
- сокращение выбросов выхлопных газов от автотранспорта, перевозящего кек (обезвоженные ОСВ);
- внедрение технологии выработки тепловой энергии с использованием вторичных энергетических ресурсов.

Ввод в эксплуатацию заводов по сжиганию осадка (ЗСО) позволил решить основные задачи по прекращению складирования ОСВ и снижению негативного воздействия на окружающую среду, а также предотвратил процесс отчуждения площадей под полигоны. За период эксплуатации ЗСО утилизировано свыше 5 млн м³ осадков – объем, равный двум полигонам «Волхонка-2».

Существующая схема утилизации осадка на очистных сооружениях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» предполагает его обезвоживание и сжигание в печах. Образующийся в процессе газоочистки пар утилизируется с выработкой электрической и тепловой энергии, которая используется на собственные нужды комплексов по обработке осадка [14]. В настоящее время на ЗСО в штатном режиме действует шесть линий сжигания осадка, сжигается весь образующийся ОСВ. Во время плановых и внеплановых остановов часть ОСВ может размещаться на полигоне «Волхонка-2».

Для обеспечения стабильного сжигания всего объема образующегося осадка принято решение о строительстве на ЦСА двух новых линий сжигания производительностью 80 т в сутки каждая. В этом проекте заложены современные проектные решения: сушка осадка перед сжиганием до влажности 30–35 %, что позволит снизить потребность в природном газе; усовершенствованная система мокрой газоочистки. Ориентировочные сроки реализации проекта – 2020–2024 гг. Невыполнение мероприятий по реализации проекта приведет к увеличению потребности в емкостях для нового полигона размещения ОСВ. При строительстве полигона потребуются затраты, отраженные в табл. 2. Таким образом, наличие объектов размещения ОСВ – это нерациональное использование площадей и создание дополнительных источников негативного воздействия на окружающую среду.

Таблица 2. Ориентировочная структура затрат при размещении осадков сточных вод на полигоне
Table 2. Tentative structure of expenditures in the process of placement of waste water sludge on the store ground

Статьи затрат	Сумма, млн руб.
Отчуждение территории	25,6
Устройство полигона (проектирование, устройство дренажной системы, устройство накопителей с герметизацией дна, строительство КНС, прокладка канализационной сети)	600
Ориентировочный размер платы за негативное воздействие на окружающую среду, включая плату за размещение отходов и плату за выбросы вредных веществ в атмосферный воздух	112 (ежегодно)
Автотранспорт для вывоза ОСВ на полигон	260,5 (ежегодно)

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» рассмотрены альтернативные технологии утилизации осадка, в частности, выполнено технико-экономическое сравнение технологии сжигания осадка с технологиями анаэробного сбраживания и пиролиза. Оценивался и вариант компостирования ОСВ.

Анаэробное сбраживание. Энергетический потенциал ОСВ возможно использовать, применяя технологию анаэробного сбраживания осадка с получением биогаза. Так, реализованная технология анаэробного сбраживания ОСВ и эксплуатации мини-ТЭС на биогазе на Курьяновских очистных сооружениях Москвы обеспечивает резервное энергопитание в условиях полного отсутствия напряжения во внешних электросетях, но не решает проблему утилизации ОСВ, поскольку необходима дальнейшая обработка и утилизация уже сброженных ОСВ, что требует значительно больших эксплуатационных затрат. Стоимость энергии, полученной с применением биогаза, примерно вдвое выше, чем цена электроэнергии из внешних источников. При этом установление «зеленых» тарифов на такую электроэнергию (подобно тому, как это сделано в Европейском Союзе) позволило бы окупить производство за 2–3 года.

Компостирование осадка. Осадок сточных вод содержит ряд полезных микроэлементов, которые могут быть использованы для обогащения почв и грунтов компостом, приготовленном на основе ОСВ. Компостирование ОСВ осуществляется с наполнителями (торф, опилки, листва и др.) на обвалованных бетонных площадках с использованием средств механизации. Продолжительность процесса компостирования составляет до 6 месяцев. С учетом объемов образования в Санкт-Петербурге до 15 тыс. м³/сут ОСВ, компостирование для таких объемов нецелесообразно. Лимитирующим фактором при использовании ОСВ в качестве удобрения является также содержание в них тяжелых металлов.

Термическая обработка – сжигание, пиролиз и плазменная газификация. Основным недостатком технологий пиролиза и плазменной газификации являются низкие, по сравнению с биогазом, показатели по возможным объемам генерации электрической энергии. Кроме того, в России и за рубежом отсутствует опыт реализации таких проектов с применением исключительно ОСВ.

Таким образом, по результатам проведенного анализа в настоящее время сжигание является наиболее целесообразным способом утилизации ОСВ в условиях российских мегаполисов.

Крупнейшие европейские города (Берлин, Мюнхен, Франкфурт-на-Майне, Штутгарт, Париж, Вена, Лондон, Манчестер и т. д.) обезвреживают ОСВ путем сжигания. В Германии сжигание рассматривается как устойчивый подход к обращению с отходами, в отношении которых прочие доступные

технологии не всегда бывают более надежны и безопасны. Основной целью утилизации ОСВ является рекуперация фосфора и возврат извлеченного фосфора или фосфорсодержащей золы от сжигания иловых осадков в хозяйственный оборот, т. е. включение осадков в правовое поле экономики замкнутого цикла – нет отходов, а есть вторичные ресурсы [15].

Несмотря на то что в результате ввода ЗСО объем получаемой золы составляет лишь 10 % от объема исходных ОСВ, все еще не решена проблема обезвреживания размещенных на полигонах ОСВ и рекультивации этих полигонов. С 2009 г. для подготовки полигонов к рекультивации ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализует метод статического обезвреживания складированного осадка в геотубах. Данная технология включает обработку осадка различными реагентами – флокулянт, стабилизатор, осадителем тяжелых металлов и дезинфектантом, а также подавителем запаха. Обработанный осадок представляет собой обеззараженный, стабилизированный, обезвоженный субстрат без запаха.

Для систематизации подходов к решению проблемы обезвреживания ОСВ целесообразно было бы разработать нормативы общего действия – документы, описывающие стандартные, типовые решения для источников воздействия на окружающую среду, основанные на передовых технических достижениях и содержащие требования к методам эксплуатации, контроля и отчетности. Такие документы применяются в европейских странах [16]. В настоящее время широко обсуждается проект Рекомендаций ХЕЛКОМ по обращению с ОСВ, направленных на полезное использование осадка, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт последовательной эколого-технологической модернизации ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» свидетельствует о том, что реализация принципов наилучших доступных технологий позволила предприятию достичь высокой экологической эффективности, сократить негативное воздействие на окружающую среду и добиться исключения из перечня ХЕЛКОМ почти всех экологических «горячих точек».

Формирование экономики замкнутого цикла, создание ответственных производств – сложный процесс, требующий как разработки технологических решений, так и подготовки и принятия комплекса законодательных и нормативных правовых актов. Ключевую роль в создании производства замкнутого цикла играет вовлечение вторичных ресурсов в экономический оборот – одна из основных позиций экологической промышленной политики Российской Федерации [17]. Любую технологию, предусматривающую замену природного ресурса вторичным, необходимо не только раз-

работать и апробировать, но и сформировать стимулы для промышленных предприятий внедрять ее в широких масштабах, а для потребителей – использовать «зеленую» продукцию. В контексте очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения государственное стимулирование способствовало бы развитию производства почвогрунтов, строительных смесей на основе ОСВ, а также выработке электроэнергии из биогаза, образующегося при сбраживании осадков.

Фактически необходимо разработать российскую стратегию обращения с осадками сточных вод, дифференцированно учитывающую методы их утилизации, рецикла, использования энергии в зависимости от качественного состава осадка, условий рекультивации полигонов размещения ОСВ и т. д. Основные положения такой стратегии необходимо закрепить на законодательном уровне и отразить в информационно-технических справочниках по НДТ и нормативах общего действия. Стратегия должна учитывать, в первую очередь, расширенные меры государственной поддержки предприятий, утилизирующих отходы в качестве вторичного ресурса. Это могут быть не только налоговые льготы, но и субсидии, беспроцентные кредиты, гранты, национальные и региональные целевые программы, создание государственного банка данных по переработке отходов, «зеленые» тарифы и другие эффективные меры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Zaidah Z.* Case study as a research method // *Jurnal Kemanusiaan.* 2007. Bil. 9. Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/41822817> (дата обращения 16.09.2020).
2. *Скобелев Д.О.* Ресурсная эффективность экономики: аспекты стратегического планирования // *Менеджмент в России и за рубежом.* 2020. № 4. С. 3–13.
3. Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря. Режим доступа: <http://www.helcom.ru/> (дата обращения 16.09.2020).
4. *Hjort M., Skobelev D., Almgren R., Guseva T., Koh T.* Best Available Techniques and Sustainable Development Goals // *International Multidisciplinary Scientific on Earth and Geosciences. SGEM Green.* 2019. Vol. 19. Is. 4.2. P. 185–192.
5. Review of the Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation for the 2013 HELCOM Ministerial Meeting. Helsinki, 2013. Режим доступа: <https://helcom.fi/media/publications/BSEP141.pdf> (дата обращения 16.09.2020).
6. Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении». Собрание законодательства Российской Федерации, 2011 (ред. от 01.04.2020 г.). Режим доступа: <http://base.garant.ru/70103066/> (дата обращения 16.09.2020).
7. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Собрание законодательства Российской Федерации, 2002 (ред. от 27.12.2019 г.). Режим доступа: <http://base.garant.ru/12125350/> (дата обращения 16.09.2020).

8. Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий: распоряжение Правительства РФ от 24 декабря 2014 г. № 2674-р. (ред. от 24.05.2018). Режим доступа: <http://government.ru/docs/16328/> (дата обращения 16.09.2020).
9. Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов: приказ Минприроды России от 18 апреля 2018 г. № 154. Зарег. в Минюсте России 29 июня 2018 г. № 51494.
10. Об утверждении технологических показателей наилучших доступных технологий в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов: постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1430. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009210022> (дата обращения 21.09.2020)
11. ИТС 10-2015. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.
12. Об утверждении Правил разработки технологических нормативов: приказ Минприроды России от 14 февраля 2019 г. № 89. Зарег. в Минюсте России 4 апреля 2019 г. № 54273.
13. 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 РФ от 26.10.2019 г. № 1379. Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/124400/> (дата обращения 16.09.2020).
14. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
15. Тихонова И.О. Утилизация иловых осадков в экономике замкнутого цикла: опыт Германии // Экология производства. 2020. № 6. С. 74–77.
16. Гусева Т.В., Бегак М.В., Молчанова Я.П. Принципы создания и перспективы применения информационно-технических справочников НДТ // Компетентность. 2015. № 5 (126). С. 8–18.
17. Скобелев Д.О. Возвращение вторичных ресурсов в хозяйственный оборот: экономика, технология, право // Компетентность. 2020. № 4. С. 8–15.

Для цитирования: Волков С.Н., Рублевская О.Н., Тихонова И.О., Гусева Т.В., Иикканен М. Опыт развития объектов водоотведения ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»: этапы перехода к наилучшим доступным технологиям // Водное хозяйство России. 2020. № 6. С. 104–120.

Сведения об авторах:

Волков Сергей Николаевич, заместитель генерального директора – директор по производству, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 42; e-mail: hydrogo@yandex.ru

Рублевская Ольга Николаевна, директор департамента анализа и технологического развития систем водоснабжения и водоотведения, ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», 191015, Россия, Санкт-Петербург, Кавалергардская ул., 42; e-mail: Rublevskaya_ON@vodokanal.spb.ru

Тихонова Ирина Олеговна, канд. техн. наук, доцент кафедры промышленной экологии, ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева» (РХТУ им. Д. И. Менделеева), 125047, Россия, Москва, Миусская площадь, 9; e-mail: iritimay@gmail.com

Гусева Татьяна Валериановна, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора, ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»), 141006, Россия, Московская область, г. Мытищи, Олимпийский пр-кт, 42; e-mail: tatiana.v.guseva@gmail.com

Иикканен Матти, вице-президент, Пеуру Финланд Оу, Яконкату 3, 01620, г. Вантаа, Финляндия; e-mail: matti.iikkanen@gmail.com

«ST. PETERSBURG VODOKANAL» EXPERIENCE IN DEVELOPING WASTEWATER
DISPOSAL FACILITIES AS THE STEPS TOWARDS TRANSITION TO THE BEST
AVAILABLE TECHNIQUES

**Sergey N. Volkov¹, Olga N. Rublevskaya¹, Irina O. Tikhonova², Tatiana V. Guseva³,
Matti Iikkanen⁴**

¹ State Unitary Enterprise 'Vodokanal of St. Petersburg', St. Petersburg, Russia

² D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

³ Research Institute 'Environmental Industrial Policy Centre', Mytishchi, Moscow region, Russia

⁴ Pöyry Finland Oy, Vantaa, Finland

Abstract: The article presents the case study of wastewater disposal facilities development performed by the State Unitary Enterprise 'Vodokanal of St. Petersburg' which is regarded as one of the 'green cases' being implemented in the Russian Federation. It was emphasized that the Vodokanal of St. Petersburg 'green case' holds both sectoral and regional significance. Authors discuss approaches towards development and stage-by-stage implementation of reconstruction and modernization programs as to existing treatment facilities and for designing new ones. The implementation stages are considered from the standpoint of improving the environmental and technological policy of the enterprise. The implementation results for modern wastewater treatment techniques (mainly concerning nitrogen and phosphorus removal) are presented. The company's experience on operating wastewater sludge incineration installations is described. The article demonstrates an urgent need for a detailed analysis of technological and economic risks and opportunities during strategic planning and designing St. Petersburg Water Supply and Disposal Scheme due to the transition to new BAT-based technological regulation in the field of environmental protection. The role of the best available techniques in fulfilling the requirements of the Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Region (HELCOM) is emphasized. Authors describe technical solutions implemented by the State

Unitary Enterprise 'Vodokanal of St. Petersburg' which allowed to remove the enterprise from HELCOM environmental «hot spots» list. Approaches towards further activities on sewage sludge and ash recycling are presented. The article formulates recommendations on improving BAT-related regulatory legal acts based on the results of the case study and notes the expediency for developing a national strategy in the field of using sewage sludge as a secondary resource.

Key words: case study, sewage treatment plant, HELCOM, resource efficiency, best available techniques, nitrogen and phosphorus removal, wastewater sludge incineration.

About the authors:

Sergey N. Volkov, Deputy General Director – Operations Director, State Unitary Enterprise 'Vodokanal of St. Petersburg', Kavalergardskaya ul., 42, St. Petersburg, 191015, Russia; e-mail: hydrogo@yandex.ru

Olga N. Rublevskaya, Director of Department for Analysis and Technological Development of Water Supply and Wastewater Systems, State Unitary Enterprise 'Vodokanal of St. Petersburg', Kavalergardskaya ul., 42, St. Petersburg, 191015, Russia; e-mail: Rublevskaya_ON@vodokanal.spb.ru

Irina O. Tikhonova, Ph. D. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Professorial Chair for Industrial Ecology, D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Miusskaya pl., 9, Moscow, 125047, Russia; e-mail: iritimay@gmail.com

Tatiana V. Guseva, Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director, Research Institute 'Environmental Industrial Policy Centre', Olimpijskij prospect, 42, Moscow region, Mytishchi, 141006, Russia; e-mail: tatiana.v.guseva@gmail.com

Matti Iikkanen, Vice President, Pöyry Finland Oy. Jaakonkatu 3, 01620 Vantaa, Finland; e-mail: matti.iikkanen@gmail.com

For citation: Volkov S.N., Rublevskaya O.N., Tikhonova I.O., Guseva T.V., Iikkanen M. «St. Petersburg Vodokanal» Experience in Developing Water Disposal Facilities as the Steps towards Transition to the Best Available Techniques // *Water Sector of Russia*. 2020. No. 6. P. 104–120.

REFERENCES

1. Zaidah Z. Case study as a research method // *Jurnal Kemanusiaan*. 2007. Bil. 9. Rezhim dostupa: <https://www.researchgate.net/publication/41822817> (data obrashheniya 16.09.2020).
2. Skobelev D.O. Resursnaya e`ffektivnost` e`konomiki: aspekty` strategicheskogo planirovaniya [Resources effectiveness of the economy: aspects of strategic planning] // *Menedzhment v Rossii i za rubezhom*. 2020. No. 4. P. 3–13.
3. Konvenciya po zashhite morskoy sredey` rajona Baltijskogo morya. [Convention on protection of the marine environment in the Baltic Sea region] Rezhim dostupa: <http://www.helcom.ru/> (data obrashheniya 16.09.2020).
4. Hjort M., Skobelev D., Almgren R., Guseva T., Koh T. Best Available Techniques and Sustainable Development Goals // *International Multidisciplinary Scientific on Earth and Geosciences. SGEM Green*. 2019. Vol. 19. Is. 4.2. P. 185–192.
5. Review of the Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation for the 2013 HELCOM Ministerial Meeting. Helsinki, 2013. Rezhim dostupa: <https://helcom.fi/media/publications/BSEP141.pdf> (data obrashheniya 16.09.2020).

6. Federal'ny'j zakon ot 7 dekabrya 2011 g. No 416-FZ «O vodosnabzheniyi i vodootvedeniyi». [Federal law of December 7, 2011 No. 416-FZ "About water supply and water disposal"] Sobranie zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsiyi, 2011 (red. ot 01.04.2020 g.). Rezhim dostupa: <http://base.garant.ru/70103066/> (data obrashheniya 16.09.2020).
7. Federal'ny'j zakon ot 10 yanvarya 2002 g. No. 7-FZ «Ob oxrane okruzhayushhej sredy». [Federal law of January 10, 2002 No. 7-FZ "About protection of environment"] Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii, 2002 (red. ot 27.12.2019 g.). Rezhim dostupa: <http://base.garant.ru/12125350/> (data obrashheniya 16.09.2020).
8. Ob utverzhdenii Perechnya oblastej primeneniya nailuchshikh dostupny'x texnologij: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 24 dekabrya 2014 g. No. 2674-r. [About approval of the List of the spheres of application of best available techniques: order of the Government of the Russian Federation of December 24, 2014 No. 2674-R] Rezhim dostupa: <http://government.ru/docs/16328/> (data obrashheniya 16.09.2020).
9. Ob utverzhdenii perechnya obyektov, okazy'vayushchikh negativnoe vozdejstvie na okruzhayushhuyu sredyu, odnosyashchikhsya k I kategorii, vklad kotory'x v summarny'e vy'brosy', sbrosy' zagryaznyayushhikh veshhestv v Rossijskoj Federacii sostavlyayet ne menee chem 60 procentov: prikaz Minprirody` Rossii ot 18 aprelya 2018 g. No. 154. [About approval of the list of the objects negatively affecting environment and related to the 1st category, whose contribution to the total pollutants discharges in the Russian Federation is at least 60 per cent] Zareg. v Minyuste Rossyii 29 iyunya 2018 g. No. 51494.
10. Ob utverzhdenii tekhnologicheskikh pokazateley nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy v sfere ochistki stochnykh vod s ispol'zovaniem tsentralizovannykh sistem vodootvedeniya poseleniy ili gorodskix okrugov: [About approval of technological indicators of the best available techniques in the sphere of the waste waters treatment with the use of the centralized water disposal systems of inhabited locations and urban districts] postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15 sentyabrya 2020. No. 1430. Rezhim dostupa: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009210022> (data obrashheniya 21.09.2020).
11. ITS 10-2015. Informatsionno-tekhnicheskij spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam Ochistka stochnykh vod s ispol'zovaniem tsentralizovannykh sistem vodootvedeniya poseleniy, gorodskix okrugov [Information/engineering reference book on the best available techniques "Waste water treatment with the use of centralized water disposal systems of inhabited locations and urban districts"].
12. Ob utverzhdeniyi Pravil razrabotki tekhnologicheskikh normativov [About approval of the regulations for development of technological norms]: prikaz Minprirody` Rossii ot 14 fevralya 2019. No. 89. Zareg. v Minyuste Rossii 4 aprelya 2019. No. 54273.
13. Ob utverzhdenii Pravil otneseniya vodny'x ob'ektov k kategoriyam vodny'x ob'ektov dlya tselej ustanovleniya tekhnologicheskikh pokazateley nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy v sfere ochistki stochnykh vod s ispol'zovaniem tsentralizovannykh sistem vodootvedeniya poseleniy ili gorodskix okrugov: [About approval of the Regulations of classifying of water bodies as water bodies for purposes of setting technological indicators of the best available techniques in the sphere of waste waters treatment with the use of centralized systems of inhabited locations or urban districts] postanovlenie Pravitel'stva RF ot 26.10.2019. No. 1379. Rezhim dostupa: <http://government.ru/docs/all/124400/> (data obrashheniya 16.09.2020 g.).
14. GOST R 53692-2009 Resursosberezhenie. Obrashhenie s otxodami. Etapy` tekhnologicheskogo tsikla otkhodov [Resources saving. Handling of waste. Stages of the waste technological cycle].

15. *Tikhonova I.O.* Utilizatsiya ilovykh osadkov v ekonomike zamknutogo tsikla: opy't Germanii [Utilization of the sludge sediments in the closed cycle economy: German experience] // *E`kologiya proizvodstva*. 2020. No. 6. P. 74-77.
16. *Guseva T.V., Begak M.V., Molchanova Ya.P.* Principy` sozdaniya i perspektivy` primeniya informacionno-texnicheskix spravochnikov NDT [Principles of creation and prospective application of reference books on BAT]// *Kompetentnost`*. 2015. No. 5 (126). P. 8–18.
17. *Skobelev D.O.* Vozvrashchenie vtorichnykh resursov v khoziaistvennyi oborot: ekonomika, tekhnologiya, pravo [Recovering secondary resources for economic turnover: Economy, Technology, Law] // *Kompetentnost`*. 2020. No. 4. P. 8–15.