

Участие сообществ в развитии систем очистки сточных вод

Введение

Централизованные системы очистки сточных вод в крупных городах и других селитебных территориях исторически были доминирующим и чрезвычайно эффективным при выборе той или иной технологии обезвреживания и удаления загрязнений различных веществ в сточных водах [1]. В настоящее время сообщества сталкиваются с серьёзными проблемами, которые накладывают дополнительную нагрузку на инфраструктуру и бюджеты населённых пунктов, включая изменение плотности населения, коммерческий рост предприятий, увеличение трафика дорожного движения, развитие торговли и др.

Одной из самых основных обязанностей сообщества является общественное здравоохранение. Рассматривая коммунальную гигиену как одну из важнейших обязанностей Министерства здравоохранения Республики Беларусь (например, СанПиН «Требования к системам водоотведения населённых пунктов», утверждённые постановлением от 15 мая 2012 года №48), должностные лица должны учитывать перспективы, которые предполагает изменение плотности населения, коммерческое (промышленное) развитие района и возраст существующих очистных сооружений и инженерных систем, а также включать вероятность изменения будущих объёмов сточных вод и стратегии в выборе метода очистки в качестве части генерального плана. При этом государственный санитарный надзор за соблюдением требований санитарных норм и правил осуществляется в порядке, установленном законодательством. Если не просчитывать негативные варианты, то эвентуальность загрязнения сточными водами может привести к напряжению или нарушению местных водных ресурсов (водотоков или водоёмов), повреждению источника воды или колодца и негативным перспективам для показателей безопасности воды поверхностных водных объектов для рекреационного ис-

пользования. Это видение специалистов возможного негативного сценария воздействия несанкционированного сброса неочищенных сточных вод часто является катализатором разработки новых правил или проектирования новых очистных сооружений в том или ином районе [2]. В тоже время строительство канализационных систем требует больших капитальных и временных затрат, а по ряду причин использовать децентрализованный метод очистки в некоторых случаях нецелесообразно [3].

Должностные лица Минздрава должны учитывать перспективы, которые предполагает изменение плотности населения, коммерческое развитие района и возраст существующих очистных сооружений и инженерных систем, а также включать вероятность изменения будущих объёмов сточных вод и стратегии в выборе метода очистки в качестве части генплана

При решении проблем со сточными водами у сообществ есть несколько вариантов для рассмотрения, включая установку централизованной канализационной системы [4], расширение существующей централизованной системы очистки путём модернизации очистных сооружений для получения дополнительной мощности или ориентация на новые технологии и подходы, такие как децентрализованные системы очистки сточных вод (ДОСВ) [5].

Цель работы — сформулировать возможные вопросы сообщества в зависимости от экономических, технологических и социальных факторов по развитию децентрализованных систем очистки сточных вод в населённых пунктах или отдельных районах города.

Рецензия эксперта на статью получена 24.02.2023 [The expert review of the article was received on February 24, 2023]

УДК 628.3:711.52. Научная специальность: 2.1.4 (05.23.04).

Участие сообществ в развитии систем очистки сточных вод

А. Б. Невзорова, д.т.н., профессор, [Гомельский государственный технический университет \(ГГТУ\) имени П. О. Сухого](#) (г. Гомель, Республика Беларусь); В. В. Невзоров, магистр, старший преподаватель, [Белорусский государственный университет транспорта \(БелГУТ\)](#), г. Гомель, Республика Беларусь

Приведена оценка запросов сообществ и специалистов по стратегическому направлению развития в зависимости от экономических, технологических и социальных факторов децентрализованных систем очистки сточных вод в населённых пунктах или отдельных районах города. Практическая реализация по предлагаемым технологическим решениям позволит сообществам принимать наиболее оптимальный вариант в зависимости от запросов и возможностей территориальной единицы.

Ключевые слова: сообщество, децентрализация, очистка сточных вод.

УДК 628.3:711.52. Научная специальность: 2.1.4 (05.23.04).

Community participation in the development of wastewater treatment systems

A. B. Nevzorova, Doctor of Technical Sciences, Professor, [Sukhoi State Technical University of Gomel \(GSTU\)](#), Gomel, Republic of Belarus; V. V. Nevzorov, Master, senior lecturer, [Belarusian State University of Transport \(BelGUT\)](#), Gomel, Republic of Belarus

An assessment of the needs of communities and specialists in the strategic direction of development, depending on the economic, technological and social factors of decentralized wastewater treatment systems in settlements or individual districts of the city, is given. The practical implementation of the proposed technological solutions will allow communities to adopt the most optimal option, depending on the requests and capabilities of the territorial unit.

Key words: community, decentralization, wastewater treatment.

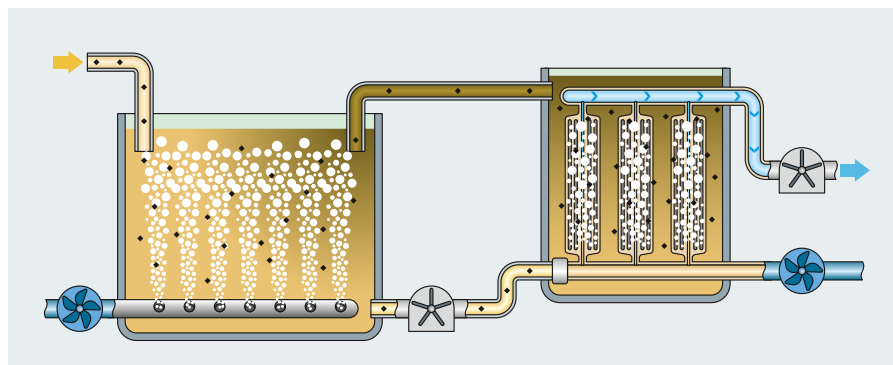
Решение для проектирования и строительства ДОСВ может стать оптимальным выбором для коммерческих/промышленных объектов, так и небольших сообществ; для малоэтажной застройки в сельской, пригородной и городской среде.

ДОСВ — это локальная территория, где подземные воды извлекаются для водоснабжения, потребляются населением, собираются, обрабатываются и возвращаются близко к месту их происхождения для пополнения местного водоносного горизонта. Сегодня децентрализованные системы могут обрабатывать сточные воды на том же уровне, что и централизованные системы. Используя модульные конструкции, можно их масштабировать с минимальными затратами на строительство. Такие проекты предусматривают выполнение экологических требований, оптимального энергопотребления и минимизации землеотведения.

Новые технологии ДОСВ, использующие естественные подходы, более рентабельные и обеспечивающие безопасную и эффективную очистку с уменьшением загрязнения и потенциальных рисков для здоровья, связанных со сточными водами [6]. В настоящее время ДОСВ подход инженеры и разработчики используют для решения по проектированию и строительству модульной системы, адаптированной к району строительства, например, для объектов со сложными почвами, пересечённой местностью или крупных рекреационных и коммерческих объектов в экологически чувствительных районах. С распространением наиболее доступных технологий в сфере водоотведения и повышением производительности системы ДОСВ становятся всё более популярными среди местных отделов общественного здоровья областных центров гигиены и эпидемиологии. При децентрализованном подходе одни и те же технологии очистки, используемые крупномасштабными установками по очистке сточных вод, доступны и для небольших потоков. Например, мембранные биореакторы (рис. 1), которые стали популярными в последнее десятилетие [7]. При их установке сообщество или владелец/застройщик может не зависеть от водоканала, требующего расширения канализации, и им не нужно годами ждать, пока станция очистки сточных вод будет модернизирована и иметь расширенную пропускную способность, чтобы район смог подключиться к канализационным сетям в соответствии с проектом.

Стандартная схема при централизованном подходе к очистке сточных вод включает сбор, очистку и сброс, как пра-

вило, из точечного источника. Однако система сбора может иметь приток и инфильтрацию от поверхностных или грунтовых вод, поступающих в систему. Это имеет место независимо от того, является ли система сбора старой или новой. Когда это случается, пропускная способность системы сбора может быть превышена, что приводит к переполнению комбинированной канализации и приводит к сбросу неочищенных вод непосредственно в принимающий орган.



:: Рис. 1. Протекание процесса в мембранном биореакторе

Проведём оценку запросов сообществ и специалистов по стратегическому направлению развития очистки сточных вод. Известно, что потребности и проблемы различных сообществ сильно различаются. Рассмотрим **восемь ключевых вопросов**, которые сообщества обязательно должны задать себе и принять взвешенные решения по развитию системы водоотведения и очистки сточных вод.

1. Каково видение будущего нашего сообщества, населённого пункта, района?

Канализация неразрывно связано с уровнем благосостояния общества и открывает возможности для увеличения населения и роста бизнеса, например, для строительства высотных отелей и увеличения плотности застройки. Однако наряду с этим может возникнуть увеличение трафика, усложнение уличной сети, появление больших торговых центров, и как следствие, потеря аутентичного характера сообщества. Поэтому планирование сообщества лежит в основе в определении не только пяти-, десяти- и 20-летнего видения, но и в выборе наилучшего устойчивого плана очистки сточных вод [8].

2. Какими, по нашему мнению, должны быть наши будущие мощности по очистке сточных вод? С помощью ДОСВ сообщество может сосредоточиться только на благоустройстве тех районов города, которые испытывают наибольшую потребность, и постепенно проводить другие виды благоустройства с течением времени. Это позволяет снизить расчётные по-

токи, уменьшить площади рассеивания и, следовательно, снизить затраты. При таком подходе финансовое бремя ложится на те объекты недвижимости, где проблемы видны или ожидаются, а не на все остальные. Централизованные канализационные системы не всегда предлагают функциональные и избирательные возможности.

3. Какие в настоящее время существуют проблемы с очисткой сточных вод?

Должностные лица сообщества, связан-

ные с водоканалом и местной администрацией, должны точно оценить текущие проблемы с очисткой сточных вод в сообществе. Протекающие канализационные коллекторы, системы с недостаточной пропускной способностью, недостаточное финансирование, проблемы с водосбором, загрязнение грунтовых вод и несоблюдение нормативных требований — всё это должно быть задокументировано. Как только эта оценка будет проведена, жители должны быть проинформированы о проблемах сообщества и им должна быть предоставлена подробная информация для рассмотрения, включая предлагаемые решения, связанные с ними затраты, а также краткосрочные и долгосрочные воздействия. Тщательные оценки и надлежащее открытое просвещение сообщества станет залогом общественной поддержки для необходимых улучшений.

4. Решит ли предлагаемое решение существующие проблемы загрязнения?

В большинстве случаев, когда сообщество рассматривает возможность модернизации системы очистки сточных вод для устранения выявленной проблемы загрязнения, сообщество может получить ответ от государственного регулирующего органа об утверждённом плане решения этой проблемы. Канализация целого города для удовлетворения потребностей небольшой части жителей может не иметь экономической выгоды, но она будет удовлетворять социальные и экологические потребности.

При этом необходимо убедиться, что все альтернативные варианты рассмотрены специалистами и экспертами в области технологий очистки сточных вод, и что наиболее доступные варианты не игнорируются без надлежащей проверки и могут быть использованы для решения проблемы удаления загрязнений, в том числе и с использованием варианта ДОСВ.

5. Когда новая система должна быть введена в эксплуатацию? Известно, что поспешное строительство системы до тщательного анализа никогда не является решением проблемы. Запуск нового решения в эксплуатацию требует тщательного планирования и составления бюджета, будь то для отдельных систем ДОСВ или более крупные системы сообщества. Затраты могут сильно варьироваться в зависимости от нормативных требований и конкретной технологии. И, в зависимости от решаемой проблемы, соблюдение правил может быть сложной задачей и требовать экспертных знаний и опыта.

6. Какие варианты очистки сточных вод доступны? В настоящее время специалистам доступно множество специфических технологий, но основной выбор — между децентрализованным или централизованным решением для очистки сточных вод — или их сочетанием, которое завоевало популярность во многих сообществах мира. При оценке вариантов сообществу важно нанять эксперта по каждой модели; в противном случае выбранное решение может быть смещено только в сторону одного из вариантов.

7. Каковы краткосрочные и долгосрочные затраты? Краткосрочные затраты, которые следует учитывать при любом новом подходе к системе очистки, включают: отвод площади земельного участка, проектирование системы, прокладку подводящих и отводящих трубопроводов, согласование величины откосов и ширины дороги для проезда автотранспорта, размеры санитарно-защитных зон вблизи сооружений канализации, выдачу разрешений, юридическое согласование с заинтересованными сторонами и строительство.

Долгосрочные затраты включают текущее техническое обслуживание, эксплуатацию и управление очистными сооружениями, которые часто упускаются из виду как фактор при рассмотрении вариантов. Кроме того, необходимо учитывать затраты на лабораторный отбор проб, действительную мощность, структуру выставления счетов, районные транспортные расходы, такие как специализированные грузовики для вывоза на полигоны осадка сточных вод, влияние изменения климата на сферу обращения с активным илом



•• Рис. 2. Пример установки септика

сточных вод [10], и специализированное оборудование и т.п. — всё это необходимо учитывать при расчёте стоимости на длительный срок.

Децентрализованная очистка может предложить множество преимуществ с точки зрения затрат, в том числе меньшие проектные потоки сточных вод, меньшие площади очистки и удаления отходов, меньшее потребление энергии, сокращение текущего технического обслуживания и меньшее регулирование, связанное с загрязнением почвы, по сравнению с жёстко регулируемым одноточечным сбросом в водоём от городских очистных сооружений.

Долгосрочные затраты включают текущее техобслуживание, эксплуатацию и управление очистными сооружениями. Кроме того, необходимо учитывать затраты на лабораторный отбор проб, действительную мощность, структуру выставления счетов, районные транспортные расходы и другое

8. Потребуется ли рассматриваемая система профессионального управления?

Об этом упоминалось ранее, но это фактор, который следует полностью изучить и оценить как часть многих новых подходов к очистке сточных вод, масштаб которых позволяет обрабатывать ожидаемые потоки сточных вод для поддержания роста сообщества селитебной территории. В принципе любая децентрализованная система очистки сточных вод должна быть под профессиональным управлением регулирующих органов, поскольку это повысит эффективность системы в долгосрочной перспективе и обеспечить более тщательный текущий мониторинг.

Общественные и коммерческие системы или кластерные системы являются устойчивым вариантом, который может эффективно контролироваться и управляться независимыми подрядчиками, разработчиками или существующими коммунальными службами. Они экономичны и могут быть легко спрятаны и благоустроены для интеграции в смотровые площадки открытого пространства. Достижения в области технологий и дизайна систем ДОСВ обеспечивают улучшенную децентрализованную обработку в коммерческих и общественных системах, включая оптимизированный сбор и увеличенную ёмкость хранилища для удовлетворения пиковых потоков.

Пути решения по развитию систем ДОСВ

Стандарты, кодексы и предписания по ремонту и замене различаются в зависимости от региона. Обновления и замены могут принимать различные формы, и существует множество доступных решений и типов систем очистки, технологические решения которых варьируются в зависимости от нормативных требований. Для небольших, труднодоступных участков, возможно, лучше установить системы откачки сточных вод из септиков (СОВС) для транспортировки сточных вод на участок с доступной площадью и хорошими почвенными условиями, расположенный вдали от чувствительного водоёма (рис. 2). Дело в том, что варианты разнообразны, и понимание местности и отдельных объектов в ней — единственный способ дать наилучшую рекомендацию.

На площадках с достаточным пространством применение инженерных водно-болотных угодьев могут привести к существенной экономии затрат на эксплуатацию, особенно для систем, которые должны работать длительные периоды времени. Спроектированные водно-болотные



●● Рис. 3. Общественная дренажная система для обслуживания жилого посёлка

угодья (биоплато) отличаются от других процессов обработки тем, что они используют растительность как часть процесса обработки и требуют очень небольшого расхода энергии.

Внедрение легко адаптируемых пластиковых камер расширило возможности для проектирования специализированных систем и удовлетворения потребностей в обработке (рис. 3). Высокоадаптируемые и эффективные камеры могут быть ключевым элементом в септических системах, эвапотранспирационных слоях, общественных (кластерных) системах, сооружённых водно-болотных угодьях и крупномасштабных установках по очистке сточных вод.

Индивидуальные системы — септические системы на месте установки бывают различных размеров и конструктивные конфигурации, включая конструкции траншей и ложа, песчаные фильтры и системы насыпей. На рис. 4 приведён пример высокопроизводительного песчаного фильтра с небольшими габаритами, который обеспечивает очень высокую степень очистки при поверхностном сбросе. Эта система полностью пассивна и требует минимального обслуживания [11].

Модернизация городских очистных сооружений обеспечивает экономически эффективную и экологически безопасную очистку сточных вод, когда очистные сооружения работают на полную мощность.



●● Рис. 4. Высокопроизводительный песчаный фильтр

Продление срока службы городских очистных сооружений возможно также и путём постройки вспомогательного очистного поля или другого расширения установки для обеспечения эффективной очистки сточных вод всей селитебной территории сообщества. В этом случае используется вариант комбинирования децентрализованного и централизованного решения для очистки сточных вод.

Разнообразие систем очистки в зависимости от местных условий — это пример того, как централизованные и естественные системы очистки могут работать согласованно, с соблюдением всех экологических и нормативных требований.

Заключение

Развитие компаний по проектированию и строительству децентрализованных систем очистки сточных вод имеет исторически долгий путь и обладает большими перспективами для расширения сферы внедрения своих технологических решений. Различные технологии обработки, некогда доступные только для крупномасштабных городских очистных сооружений, теперь эффективно используются для небольших систем, а человеческий и интеллектуальный потенциал в виде проектировщиков и монтажников стал более образованным и креативным.

Правила и предписания улучшились, и на сегодняшний момент все важные проблемы заполняются и дополняются квалифицированными специалистами.

Проектные решения в конечном счёте являются ответственностью сообщества, и соответствующее принятое к реализации решение может включать в себя целую комбинацию современных технологий. Цель состоит в том, чтобы создать оптимальную систему очистки сточных вод, которая будет хорошо адаптироваться под запросы сообщества, соответствовать нормативным уровням обращения и защищать здоровье населения и окружающую среду. ●

1. Невзорова А.Б., Новикова О.К., Белоусова Г.Н. Водоснабжение и водоотведение селитебных территорий: монография. — Гомель: БелГУТ, 2015. 265 с.
2. Морчиладзе Д.Э., Кудряшова Г.Н., Джангидзе З.У. Децентрализованный метод очистки сточных вод // Вестник МГСУ, 2009. №3. С. 110–113.
3. Щербаков Ю.А., Кадревич А.А. Децентрализованное водоотведение и повторное использование очищенных «серых» сточных вод // Сантехника, 2022. №3. С. 30–33.
4. Невзорова А.Б., Хименкова Ю.В. Организация центральной канализации в коттеджном посёлке / Водоснабжение, химия и прикладная экология: Мат. Межд. науч.-практ. конф. (22.03.2021, г. Гомель, Республика Беларусь). — Гомель: БелГУТ, 2021. С. 95–96.

5. Евдокимов А.А., Самойленко Н.И. Альтернативные подходы в системах водоотведения // Радиоэлектроника и информатика, 2000. №1. С. 118–121.
6. Ким А.Н., Михайлов А.В. Очистка поверхностного стока с урбанизированных территорий на локальных пассивных системах // Вода и экология: проблемы и решения, 2017. №4. С. 40–52.
7. Андриянов А.П. Особенности и перспективы применения мембранных биореакторов для очистки сточных вод // Вода Magazin, 2012. №6. С. 22–30.
8. Новикова О.К., Невзорова А.Б. Системы канализации малых населённых пунктов: текущая ситуация и проблемные аспекты // Труды БГТУ. Серия: Химические технологии, биотехнология, геоэкология, 2020. №2. С. 183–188.

9. Децентрализованная очистка сточных вод — пример использования биоорганического флокулянта GWT Zeoturb [Электр. текст]. Genesis Water Technologies от 01.11.2022. Режим доступа: ru.genesiswatertech.com. Дата обрац.: 01.10.2022.
10. Невзорова А.Б. Влияние изменения климата на сферу обращения с активным илом сточных вод: монография. — Гомель: ГГТУ (Республика Беларусь), 2022. 109 с.
11. Hallahan D. When decentralized wastewater is the wise choice. Water innovation. 2022. No. 11. Pp. 15–18.

References — see page 78.

Community participation in the development of wastewater treatment systems. Pp. 30–33.

Alla B. Nevzorova, Doctor of Technical Sciences, Professor, [Sukhoi State Technical University of Gomel \(GSTU\)](#), Gomel, Republic of Belarus); **Vladislav V. Nevzorov**, Master, Senior Lecturer, [Belarusian State University of Transport \(BelGUT\)](#), Gomel, Republic of Belarus)

1. A.B. Nevzorova, O.K. Novikova, G.N. Belousova. *Vodosnabzhenie i vodoootvedenie selitebnykh territorij: monografiya* [Water supply and sanitation of residential areas: monograph]. Gomel. *BelGUT* [Belarusian State University of Transport (BelGUT)]. 2015. 265 p. [In Russian]
2. D.Je. Morchiladze, G.N. Kudrjashova, Z.U. Dzhangidze. *Detsentralizovannyj metod ochistki stochnykh vod* [Decentralized wastewater treatment method]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering]. 2009. No. 3. Pp. 110–113. [In Russian]
3. Ju.A. Shherbakov, A.A. Kadrevich. *Detsentralizovannoe vodoootvedenie i povtornoje ispol'zovanie ochishhennykh "serykh" stochnykh vod* [Decentralized wastewater disposal and reuse of treated "gray" wastewater]. *Santekhnika* ["Sanitary Engineering" Magazine]. 2022. No. 3. Pp. 30–33. [In Russian]
4. A.B. Nevzorova, Ju.V. Himenkova. *Organizatsiya tsentral'noj kanalizatsii v kottedzhnom poselke* [Organization of a central sewerage system in a cottage settlement]. *Vodosnabzhenie, khimija i prikladnaja jekologija: Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. (22.03.2021, g. Gomel', Respublika Belarus)* [Water supply, chemistry and applied ecology: Proc. of the International Scientific and Practical Conference. Mart 22, 2021. Gomel, Republic of Belarus]. Gomel. *BelGUT* [Belarusian State University of Transport (BelGUT)]. 2021. Pp. 95–96. [In Russian]
5. A.A. Evdokimov, N.I. Samojlenko. *Alternativnye podhody v sistemakh vodoootvedenija* [Alternative approaches in wastewater systems]. *Radioelektronika i informatika* ["Radioelectronics and Informatics" Magazine]. 2000. No. 1. Pp. 118–121. [In Russian]
6. A.N. Kim, A.V. Mikhajlov. *Ochistka poverhnostnogo stoka s urbanizirovannykh territorij na lokal'nykh passivnykh sistemakh* [Purification of surface runoff from urban areas using local passive systems]. *Voda i jekologija: problemy i reshenija* ["Water and Ecology: Problems and Solutions" Magazine]. 2017. No. 4. Pp. 40–52. [In Russian]
7. A.P. Andrijanov. *Osobennosti i perspektivy primeneniya membrannykh bioreaktorov dlja ochistki stochnykh vod* [Features and prospects for the use of membrane bioreactors for wastewater treatment]. *Voda Magazin* [Water Magazine]. 2012. No. 6. Pp. 22–30. [In Russian]
8. O.K. Novikova, A.B. Nevzorova. *Sistemy kanalizatsii malykh naselennykh punktov: tekushhaja situatsija i problemnye aspekty* [Sewerage systems of small settlements: current situation and problematic aspects]. *Trudy BGTU. Serija: Himicheskie tekhnologii, biotekhnologija, geojekologija* [Proc. of Belarusian State Technological University (BSTU). Series: Chemical technologies, biotechnology, geoecology]. 2020. No. 2. Pp. 183–188. [In Russian]
9. *Detsentralizovannaja ochistka stochnykh vod — primer ispol'zovanija bioorganicheskogo flokuljanta GWT Zeoturb* [Decentralized wastewater treatment — an example of the use of GWT Zeoturb bioorganic flocculant]. *Genesis Water Technologies* of November 1, 2022. Web-source: ru.genesiswatertech.com. Access date: October 1, 2022. [In Russian]
10. A.B. Nevzorova. *Vlijanie izmenenija klimata na sferu obrashhenija s aktivnym ilom stochnykh vod: monografiya* [Influence of climate change on the sphere of treatment with activated wastewater sludge: A monograph]. Gomel. *GGTU (Respublika Belarus)* [Sukhoi State Technical University of Gomel (GSTU, Republic of Belarus)]. 2022. 109 p. [In Russian]
11. D. Hallahan. When decentralized wastewater is the wise choice. *Water innovation*. 2022. No. 11. Pp. 15–18.