

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МАЛЫХ И НЕБОЛЬШИХ КОС

Пукемо М.М., Самбурский Г.А.

Аннотация: В статье представлена усовершенствованная методика оценки и выбора технологий для малых и небольших канализационных очистных сооружений. Разработанный подход обеспечивает объективный анализ технологий очистки сточных вод на основе комплексных критериев, таких как экологическая безопасность, экономическая эффективность, технологическая надёжность, уровень автоматизации и гибкость системы. Применение данной методики позволяет минимизировать эксплуатационные риски и снизить затраты при модернизации очистных сооружений.

Abstract: The article presents an improved methodology for evaluating and selecting technologies for small and compact wastewater treatment plants (WWTPs). This approach enables an objective analysis of wastewater treatment technologies based on comprehensive criteria such as environmental safety, economic feasibility, technological reliability, automation level, and system flexibility. The application of this methodology reduces operational risks and optimizes costs in the modernization of treatment facilities.

Ключевые слова: малые КОС, очистные сооружения канализации, оценка технологий, модернизация, выбор оборудования.

Key words: small WWTPs, treatment plants, technology evaluation, modernization, equipment selection.

Введение

Современное состояние малых и небольших очистных сооружений в России характеризуется высоким уровнем износа, достигающим 80–90%. Большинство этих объектов были построены в середине прошлого века и не соответствуют современным экологическим стандартам и эксплуатационным требованиям. Изношенность инфраструктуры приводит к снижению эффективности очистки сточных вод (СВ), повышая риск загрязнения водоёмов и создавая угрозу для экологической безопасности.

Традиционные технологии очистки, используемые на малых КОС, не позволяют достичь требуемых стандартов качества очистки сточных вод. Высокая степень износа оборудования, отсутствие автоматизации и адаптационных механизмов приводит к увеличению эксплуатационных расходов, снижению эффективности очистки и повышению вероятности нарушений экологического законодательства.

Для обеспечения стабильной работы систем водоотведения и минимизации негативного воздействия на окружающую среду необходимо внедрение научно-обоснованных методик оценки и выбора технологий. Современный подход должен учитывать не только технические параметры очистных сооружений, но и экономические аспекты их эксплуатации, а также возможности дальнейшей модернизации и цифровизации процессов управления.

На основе проведённых исследований разработана объективная методика оценки и выбора технологий для малых и небольших КОС. Она исключает влияние субъективных факторов, обеспечивая системный подход к анализу технических решений и их соответствие современным требованиям отрасли.

2. Проблемы существующих подходов к выбору технологий для КОС

Исторически выбор технологий очистки сточных вод осуществлялся на основе субъективных оценок, рекомендаций производителей оборудования и практического опыта отдельных специалистов. Такой подход не учитывает всех факторов, влияющих на долгосрочную эффективность очистных сооружений, что приводит к следующим проблемам:

1. Отсутствие унифицированных стандартов и критериев оценки, что затрудняет объективное сравнение различных решений.
2. Зависимость от субъективных факторов, что ведёт к принятию неоптимальных решений.
3. Высокие эксплуатационные расходы, вызванные некорректным подбором оборудования и технологий.
4. Несоответствие экологическим нормативам, что приводит к штрафам, дополнительным инвестициям в модернизацию и повышенному контролю со стороны надзорных органов.

Нарушение нормативов качества очистки сточных вод может повлечь за собой значительные финансовые потери и ухудшение репутации предприятия, а также привести к необходимости срочного внедрения дорогостоящих мероприятий по доведению очистных сооружений до стандартов.

Новая методика решает эти проблемы!

УЧЕТ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ЕМКостей

Материал емкостного оборудования определяет срок его службы и напрямую влияет на стоимость владения очистными сооружениями



ПРИМЕР ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА ЕМКостного Оборудования на Стоимость Владения

Нержавеющая сталь снижает затраты на замену оборудования, но требует высоких первоначальных вложений.

Металл дешевле при капитальных вложениях, но увеличивает частоту капитального ремонта

Разработанная методика направлена на создание прозрачной системы оценки и выбора технологий очистки сточных вод для малых и небольших КОС. Она основана на количественных показателях и использовании балльной системы сравнения, что позволяет устранить субъективные факторы.

Методика включает следующие ключевые критерии оценки:

- Экологическая безопасность и соответствие нормативным требованиям.
- Экономическая эффективность, включая капитальные и эксплуатационные затраты.
- Технологическая надёжность – срок службы оборудования, устойчивость к изменяющимся нагрузкам.
- Автоматизация и цифровизация – уровень технологического контроля и удалённого мониторинга.
- Гибкость системы – возможность масштабирования и модернизации без значительных дополнительных вложений.

Критерии оценки технологий

Таблица 1. Критерии оценки технологий малых КОС

№	Критерий	Описание
1	Тип технологии очистки	Биологическая, мембранная, сорбционная и др.

2	Эффективность очистки	Достижимая степень удаления загрязняющих веществ.
3	Долговечность оборудования	Материалы, срок службы, необходимость замены элементов.
4	Экономическая целесообразность	Сравнение капитальных и эксплуатационных затрат.
5	Автоматизация и цифровизация	Возможность удалённого мониторинга и предиктивной диагностики.
6	Гибкость системы	Возможность адаптации технологии к изменяющимся условиям.

Методика оценки и шкала приоритетности

Оценка технологических решений проводится по балльной системе:

0–4999 – проект не может быть рекомендован.

5000–7000 – проект требует доработки и дополнительных данных.

7001–8000 – проект соответствует требованиям, но не является приоритетным.

8001–8800 – проект рекомендуется к реализации.

Методика также предусматривает возможность применения повышающих коэффициентов (до 1,2 кратности), которые определяются экспертами в зависимости от критичности отдельных параметров для обеспечения стабильности и качества очистки воды в долгосрочной перспективе.

Практическое применение методики предусматривает проведение комплексного анализа проектов малых и небольших КОС на основе расчетов стоимости жизненного цикла (ГОСТ Р 58785-2019). Это включает расчёты первоначальных инвестиций, эксплуатационных расходов, а также долгосрочных затрат, связанных с капитальным ремонтом, модернизацией и эксплуатацией оборудования. Использование такого подхода обеспечивает не только первоначальную экономию, но и позволяет выбрать наиболее выгодное в долгосрочной перспективе решение.

Разработанная методика выбора технологий для малых и небольших КОС позволяет повысить прозрачность принятия решений, снизить эксплуатационные риски и

гарантировать соответствие очистных сооружений нормативным требованиям. Её применение обеспечивает:

- Оптимизацию затрат на строительство и эксплуатацию.
- Снижение вероятности штрафов за несоответствие стандартам очистки.
- Повышение надёжности работы оборудования.
- Гибкость в модернизации очистных сооружений.

Использование методики способствует внедрению наилучших доступных технологий и повышению эффективности водоотведения и очистки сточных вод.

Список информационных источников

1. Износ очистных сооружений в РФ — анализ состояния и перспектив модернизации. [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/> (дата обращения: 10.01.2025).
2. Минстрой России. Отчеты о состоянии коммунальной инфраструктуры. [Официальный сайт Минстроя России]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/> (дата обращения: 10.01.2025).
3. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Статистические данные о состоянии водоотводящих систем. Официальный сайт Росстата. URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Данилович, Д. А. Проектирование очистных сооружений канализации: как избежать негативного опыта / Д. А. Данилович // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2018. – № 1. – С. 36-45.
5. Данилович, Д. А. Кризис компетенции в проектировании очистных сооружений канализации: формы, последствия, пути преодоления / Д. А. Данилович // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2018. – № 4. – С. 5-13.
6. ИТС 10-2019 “Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов”. [Электронный ресурс]. URL: http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=504&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 07.11.2024).

7. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03–85* : СП 32.13330.2018 : утв. и введ. в действие приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 декабря 2018 г. № 860/пр : введ. в действие с 26.06.2019. – Москва : Минстрой России, 2018. – 109 с. – Текст : непосредственный

8. ГОСТ 33570-2015. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методология идентификации. Зарубежный опыт (переиздание). Введ. 2016-08-01. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с.

9. ГОСТ Р 57075-2016 «Методология и критерии идентификации наилучших доступных технологий водохозяйственной деятельности»: утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2016 г. № 1156-ст.

10. ГОСТ Р 58785-2019. «Качество воды. Оценка стоимости жизненного цикла для эффективной работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2019 г. N 1489-ст).