Анализ вариантов утилизации осадков сточных вод в соответствии с НДТ ЕС

NON-TECHNICAL SUMMARY

Реконструкция Минской очистной станции

05 июля 2021 года

Mott MacDonald
Mott MacDonald House
8-10 Sydenham Road
Croydon CR0 2EE
United Kingdom

T +44 (0)20 8774 2000
mottmac.com

УП «Минскводоканал»
ул. Пулихова, дом 15
220088 Минск
Республика Беларусь

Анализ вариантов утилизации осадков сточных вод в соответствии с НДТ ЕС

NON-TECHNICAL SUMMARY

Реконструкция Минской очистной станции

05 июля 2021 года

Mott MacDonald Limited. Registered in England and Wales no. 1243967.
Registered office: Mott MacDonald House, 8-10 Sydenham Road, Croydon CR0 2EE, United Kingdom

Список выпусков и редакций

Редакция	Дата	Подготовил	Проверил	Утвердил	Описание
A	31.08.2020	J Newton A Sesay	P Maksimenko	R Jankovic	Проект отчета на рассмотрение
B	25.12.2020	J Newton A Sesay S Zaletov	P Maksimenko J Newton	R Jankovic	Исправленный проект отчета на рассмотрение
C	04.03.2021	J Newton P Maksimenko A Sesay S Zaletov	P Maksimenko J Newton	A Musat	Исправленный проект отчета для рассмотрения
D	11.03.2021	J Newton P Maksimenko	P Maksimenko	A Musat	Исправленный проект отчета для рассмотрения
E	26.03.2021	J Newton	P Maksimenko	A Musat	Исправленный проект отчета для рассмотрения
F	29.04.2021	J Newton	P Maksimenko	A Musat	Исправленный проект отчета для рассмотрения
G	03.05.2021	J Newton	P Maksimenko	A Musat	Исправленный проект отчета для публичных консультаций

Document reference: 407724 | 07 | D

Information class: Standard

This document is issued for the party which commissioned it and for specific purposes connected with the above-captioned project only. It should not be relied upon by any other party or used for any other purpose.

We accept no responsibility for the consequences of this document being relied upon by any other party, or being used for any other purpose, or containing any error or omission which is due to an error or omission in data supplied to us by other parties.

This document contains confidential information and proprietary intellectual property. It should not be shown to other parties without consent from us and from the party which commissioned it.

Содержание

Резюме 1
S.1 Общая информация о Проекте и его задачах 1
S.2 Анализ возможных вариантов утилизации осадка сточных вод 2
S.3 Ранее проведенные подготовительные работы для Проекта 2
S.4 Подход к проведению исследования 3
S.5 Прогнозы образования осадка сточных вод 3
S.6 Качество осадка в настоящее время 4
S.7 Регулирование в сфере обработки и применения осадка сточных вод 4
S.8 Заключения в отношении существующего подхода к управлению осадком сточных вод 5
S.9 Возможные схемы безопасного использования или размещения осадка сточных вод 6
S.10 Варианты технологий обработки осадка сточных вод 7
S.11 Оценка возможных схем утилизации осадка сточных вод 7
S.11.1 Заключение по результатам технической оценки 8
S.11.2 Заключение по результатам оценки воздействия на окружающую среду 9
S.11.2 Заключение по результатам оценки затрат 9
S.12 Заключение по результатам выбора оптимальной схемы обращения с осадком сточных вод 1
S.13 Дальнейшие действия для окончательного выбора оптимальной схемы 11
S.14 Социальная среда и охрана здоровья человека 11
S.15 Предпочтительное решение УП «Минскводоканал» относительно выбора варианта утилизации 13

Список сокращений

Сокращение	Расшифровка
BYN	Белорусский рубль
Capex	Капитальные затраты
EUR	Евро
ЕБРР	Европейский банк реконструкции и развития
NOx	Оксиды азота
Opex	Эксплуатационные затраты
P	Фосфор
SOx	Оксиды серы
АС	Анаэробное сбраживание
БГА	Большегрузный автомобиль
БПК	Биологическое потребление кислорода за 5 суток
ВБ	Великобритания
ВТС	Высшая теплотворная способность
ГВВ	Гидравлическое время выдержки (обычно измеряется в днях)
ГЛС	Гравитационный ленточный сгуститель (уплотнитель)
град.С или ºС	Градус Цельсия
ГТК	Гидротермальная карбонизация
ГТО	Гидротермальное ожижение
ГТП	Гидротермальная переработка
ДПВ	Директива ЕС по промышленным выбросам
ЕИБ	Европейский инвестиционный банк (со-финансирующая организация)
ЕС	Европейский Союз
ЖМС	Жировые примеси (жиры, масла и смазочные материалы)
ЗУН	Зона уязвимости к азоту нитратов
ИТТ	Извлеченное твердое топливо
ИАИ	Избыточный активный ил
ИП	Иловые пруды
КГГ	Каталитическая гидротермальная газификация
КЖЗ	Цветовая оценочная шкала «красный-желтый-зеленый»
КЗА	Контроль загрязнения атмосферного воздуха (остаточными продуктами после очистки отходящих газов от процесса сжигания)
ЛЖК	Летучие жирные кислоты
ЛТВ	Летучие твердые вещества
МАС	Мезофильное анаэробное сбраживание
МВК	УП «Минскводоканал»
МВТэ	Мощность по выработке электроэнергии (параметр паровых турбин и энергоустановок ТЭГ)

Сокращение	Расшифровка
МОС	Минская очистная станция (включая МОС1 и МОС2)
МЭКИПиА	Механическое и электрооборудование, контрольно-измерительные приборы и автоматика
НТС	Низшая теплотворная способность
ОБВ	Обезвоживание
ОВВ	Общее содержание взвешенных веществ
ОВОС	Оценка воздействия на окружающую среду
ОвЭ	Отходы в энергию (энергетическая утилизация отходов)
ОДГ	Обессеривание дымовых газов
ООУ	Общий органический углерод
ОС	Очистные сооружения
ПАИ	Процесс с активным илом
ПГ	Парниковые газы
ПО	Первичный отстойник
ПС	Проектирование и строительство
ПС	Приведенная стоимость (текущая стоимость будущих дисконтированных денежных потоков)
ПСФЭ	Проектирование, строительство, финансирование и эксплуатация
ПСЭ	Проектирование, строительство и эксплуатация
ПТГ	Процесс термогидролиза (например, Cambi THP, Veolia Exelys и др.)
РЛТВ	Распавшиеся летучие твердые вещества
СВ	Сухое вещество
СДЗ	Средние дополнительные затраты
СЗЗ	Санитарно-защитная зона
СОСВ	Сжигание осадка сточных вод
СПС	Сжигание в псевдоожиженном слое
ТАС	Термофильное анаэробное сбраживание
ТБВ	Твердые биологические вещества (biosolids)- осадок после обработки (стабилизации)
ТЗ	Техническое задание
ТКО	Твердые коммунальные отходы
тСВ	Тонна сухого вещества
ТУК	Технологии углубленной конверсии
ТЭГ	Комбинированная генерация тепловой и электрической энергии
УАС	Углубленное анаэробное сбраживание (обычно с предварительной обработкой, например, термическим гидролизом осадка)
ХПК	Химическое потребление кислорода
ЦОО	Центр обработки осадка сточных вод
ЭиС	Экологические и социальные аспекты
ЭФ	Электрофильтр
ЭЧЖ	Эквивалентная численность жителей

Резюме

S.1 Общая информация о Проекте и его задачах

Республика Беларусь («РБ» или «Заемщик») и УП «Минскводоканал» («Проектное предприятие», «Предприятие» или «МВК») при поддержке Министерства финансов и Министерства жилищно-коммунального хозяйства Заемщика обратились в Европейский банк реконструкции и развития («ЕБРР» или «Банк») и Европейский инвестиционный банк (ЕИБ) с запросом о предоставлении кредитного финансирования для реконструкции Минской очистной станции («Проект»). Выделение кредитов было одобрено обоими Банками в 2018 году.

Для целей реализации Проекта подписаны следующие проектные соглашения:

● Проектное соглашение № 49483 от 26.08.2019 года между УП «Минскводоканал», городом Минск, в лице Минского горисполкома, и ЕБРР вступило в силу 31.01.2020 года.

● Соглашение о реализации проекта № 87.371 от 21.06.2019 года между ЕИБ и УП «Минскводоканал» вступило в силу 21.02.2020 года.

На основании Указа Президента Республики Беларусь от 20.11.2018 № 453 Министром жилищно-коммунального хозяйства Тереховым А.А. от имени Республики Беларусь 20.11.2018 заключены Кредитное соглашение с ЕБРР и Договор о финансировании с ЕИБ на финансирование Проекта.

Названные международные договоры (внешние займы) утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 19.12.2019 № 469 «Об утверждении международных договоров и их реализации» (далее – Указ), который вступил в силу 21.12.2019.

Компания Mott MacDonald Limited (Великобритания) привлечена в качестве Консультанта для оказания услуг по поддержке реализации Проекта («**Консультант ГРП**» или «**Консультант**»).

Минская очистная станция (МОС) - крупнейшее в республике сооружение для очистки сточных вод, на котором проходит очистку до 95% стоков от населения и предприятий, расположенных на территории города Минска и Минского района. Очистка осуществляется на двух группах сооружений:

- МОС1 (введена в эксплуатацию в 1963 году) - проектная мощность 670 000 м^3/сут, фактическая мощность 360 000-380 000 м^3/сут; и
- МОС2 (введена в эксплуатацию в 2006 году) - проектная мощность 200 000 м^3/сут, фактическая мощность 100 000-115 000 м^3/сут.

Основной целью Проекта является реконструкция и оптимизация очистных сооружений для повышения качества очистки сточных вод и эффективности работы сооружений в соответствии с актуальными требованиями, принятыми в странах ЕС, и стандартами Республики Беларусь.

УП «Белкоммунпроект» в 2015 году разработана и в 2018 году откорректирована предынвестиционная стадия Проекта, включающая технико-экономическое обоснование по требованиям к обработке и очистке сточных вод в городе Минске. Проведенное

исследование следует рассматривать как полное и всестороннее, которое, вместе с тем, имеет вопросы, требующее дополнительного рассмотрения в части улучшения экономической эффективности и вопросов охраны окружающей среды. В 2018 году УП «Белкоммунпроект» совместно с Предприятием выпустили уточненный отчет с

прогнозами объемов на перспективу до 2030 года.

В 2018 году компания Sweco Danmark A/S совместно с ЗАО «ДиАрКласс» по заказу ЕБРР подготовили анализ технико-экономического обоснования Проекта.

По результатам данного анализа был подготовлен План закупок, вошедший в Проектные соглашения и включающий два закупочных пакета: (1) Реконструкция МОС-1 и строительство сооружений по обращению и утилизации осадка сточных вод; (2) Закупка услуг по надзору за строительными работами.

Также в 2018 году независимые эксперты компании ООО «Рэмболл Си-Ай-Эс» по заказу ЕБРР подготовили отчет о дополнительной оценке воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС). Документы международного ОВОСС по проекту были опубликованы на вебсайтах УП «Минскводоканал», ЕБРР и ЕИБ. В 2018 году УП «Минскводоканал» при поддержке ООО «Рэмболл Си-Ай-Эс» проведены широкие общественные обсуждения Проекта по международным правилам ЕБРР.

В сфере управления осадком сточных вод, в рамках Проекта поставлены следующие задачи:

- Строительство на площадке МОС1 экономичных и эффективных передовых сооружений по глубокой обработке и утилизации осадка сточных вод, поступающих с площадок МОС1 и МОС2 в соответствии с наилучшими доступными технологиями (НДТ) ЕС;
- Сооружения по глубокой обработке и утилизации осадка сточных вод потенциально могут использовать технологии рекуперации энергии и тепла при сжигании биогаза, выделенного из осадка, и/или при непосредственном сжигании осадка, и их строительство должно исключить проблемы, связанные с нынешней неустойчивой схемой размещения значительных объемов осадка.

S.2 Анализ возможных вариантов утилизации осадка сточных вод

Важной задачей на раннем этапе Проекта является определение оптимальной схемы утилизации осадка сточных вод, внедрение которой позволит выполнить вышеуказанные требования. В рамках проводимого анализа необходимо определить и оценить варианты решений, отвечающие условиям экономической эффективности и ресурсосбережения, для безопасного использования или размещения осадка, которые образуются в процессе очистки сточных вод на МОС, а также технологические процессы для реализации этих вариантов.

В этом отчете («*Анализ вариантов утилизации осадка сточных вод в соответствии с НДТ ЕС*») представлена техническая и экономическая оценка возможных способов реализации компонента Проекта по управлению осадком сточных вод.

S.3 Ранее проведенные подготовительные работы для Проекта

Анализ выполнен с учетом материалов отчетов, которые были подготовлены для данного проекта ранее: Технико-экономическое обоснование, подготовленное УП «Белкоммунпроект» в 2015 году (обновлено в 2018 году);

Анализ компанией SWECO и ЗАО «ДиАрКласс» (2017/2018) технико-экономического обоснования, разработанного УП «Белкоммунпроект», включая подготовку Долгосрочной стратегии реализации (ДСР) и Программы приоритетных инвестиций (ППИ).

S.4 Подход к проведению исследования

Анализ выполнен в несколько этапов, которые перечислены ниже в логической последовательности:

- Изучение **исходной ситуации** - существующих процессов очистки сточных вод и обработки осадка, объемных и качественных показателей образующегося осадка и способов его утилизации;
- Оценка **будущих характеристик осадка** – объемов и качества образующегося осадка сточных вод, с учетом ожидаемых изменений в бассейне обслуживания систем водоотведения, а также предполагаемых изменений технологий очистки сточных вод и мощности очистных сооружений;
- Анализ **действующих норм в сфере обращения с осадком сточных вод и подходов, принятых в странах Евросоюза**.
- Оценка потенциальных **вариантов безопасного использования и утилизации** и возможных **продуктов, получаемых из осадка сточных вод** (количественные и качественные показатели) для каждого варианта с тем, чтобы определить оптимальные схемы для рассмотрения возможностей реализации в условиях МВК;
- Определение **технологий обработки** для получения требуемых продуктов из осадка сточных вод (например, осадок проходит анаэробное сбраживание или не подвергается обработке, обезвоживается или высушивается), чтобы обеспечить оптимальные условия для безопасного использования и размещения, а также оценить пригодности рассматриваемых технологий для внедрения в условиях МВК;
- Разработка **вариантов обращения с осадком сточных вод** в виде комбинации лучших схем использования/утилизации и технологий обработки;
- Оценка вариантов обращения с осадком сточных вод по техническим, экономическим и экологическим критериям, по результатам которой определяется оптимальная во всех отношениях схема для реализации на сооружениях МВК в рамках Проекта.

Подход к анализу вариантов обращения с осадком сточных вод

Ниже изложены основные выводы по результатам выполнения каждого из перечисленных этапов.

S.5 Прогнозы образования осадка сточных вод

В данном отчете рассматриваются варианты утилизации осадка сточных вод, которые разработаны на основе полученных от МВК данных о результатах анализа сточных вод, поступающих на очистку, и прогнозных показателях расходов сточных вод по состоянию на 2030 год.

В данных МВК указаны более высокие значения количества осадка, чем в прогнозе, подготовленном компанией SWECO в связи с проведением анализа ТЭО (по сведениям МВК, от 171 до 192 тСВ/сут, в зависимости от того, применяется ли реагентное удаление фосфора, тогда как в отчете SWECO принято значение 162 тСВ/сут). Помимо некоторых различий в допущениях о параметрах технологических процессов (таких как показатель выхода осадка), основное отличие состоит в том, что прогноз в данном отчете составлен с учетом осадка, образующегося в связи с реагентным удалением фосфора. Хотя в отчете SWECO дана рекомендация о внедрении резервной схемы для реагентного удаления фосфора, связанный с ней дополнительный объем химического осадка, не был учтен в соответствующих прогнозных расчетах. По опыту Консультанта ГРП, даже на сооружениях с биологическим процессом удаления биогенных элементов необходимо добавлять реагент для удаления фосфора, хотя бы периодически, как меру предосторожности.

Цифры на 2020 год, полученные для данного отчета (на основании максимальных средних месячных концентраций), выше результатов измерений, которые МВК проводил в период с 2017 по 2019 год. Однако, если принять для расчета средние значения концентраций за год (вместо максимальных среднемесячных значений), расчетные показатели на 2020 год приблизятся к данным, которые были получены МВК по результатам измерений в 2019 году (в 2019 году количество осадка было наименьшим за период 2017-2019 гг.). Эти результаты дополнительно подтверждают целесообразность использования максимальных среднемесячных значений концентрации в качестве исходных параметров для проектирования комплекса сооружений по обработке и утилизации осадка.

Представленный в настоящем отчете анализ вариантов обращения с осадками основан на прогнозных показателях на 2030 год, с учетом реагентного удаления фосфора в ПО.

S.6 Качество осадка в настоящее время

Согласно полученным от МВК данным мониторинга осадка сточных вод за последние три года, в настоящее время качество осадка на МОС отвечает требованиям для применения в сельском хозяйстве, которые установлены в Директиве ЕС по осадкам сточных вод, и приняты в странах ЕС, где практикуется внесение осадка сточных вод в почву на сельскохозяйственных угодьях. При этом качество осадка на МОС не вписывается в более жесткие лимиты, которые установлены в отдельных странах для внесения осадка в почву (их требования настолько высоки, что фактически равносильны запрету внесения осадка в почву).

Качество осадка на МОС улучшилось, в сравнении с 2010 годом, и, возможно, эта тенденция продолжится в будущем. Соответственно, в будущем можно рассматривать возможности применения осадка в сельском хозяйстве. Поэтому схема использования обработанного осадка в сельском хозяйстве может рассматриваться на долгосрочную перспективу (за временными рамками настоящего проекта).

S.7 Регулирование в сфере обработки и применения осадка сточных вод

В настоящее время в Республике Беларусь не регулируется применение осадка в качестве удобрения в сельском хозяйстве. То есть ни в одном государственном нормативном документе не установлен запрет или требования в отношении этого пути конечного размещения. Примеры практического использования осадка для целей рекультивации или в сельском хозяйстве также отсутствуют.

Вопросы применения осадка сточных вод в сельском хозяйстве в странах Европейского Союза регулируются **Директивой по осадкам сточных вод 86/278/EEC**[1], которая поощряет использование осадка в сельском хозяйстве и регулирует в целях предотвращения его негативного воздействия на почвы, растительность, животных и здоровье человека. В Директиве установлены предельно допустимые уровни содержания тяжелых металлов (только по шести металлам: Cd, Cu, Hg, Ni, Pb и Zn) в осадках, а также в почве, в которую они вносятся. Требования Директивы по осадкам сточных вод внедрены в законодательство всех стран ЕС, причем многие из них дополнительно установили собственные, более жесткие требования.

Несмотря на то, что утилизация осадка сточных вод путем внесения продукта в почву признана устойчивой и в целом поддерживается на уровне ЕС, на практике подход разнится от страны к стране, и, в то время как некоторые государства продолжают вносить осадок в почву, другие в большей степени ориентированы на их сжигание.

Системы сжигания осадка находятся в сфере регулирования Директивы ЕС по промышленным выбросам 2010/75/EU (ДПВ), в которой установлены фиксированные лимиты для выбросов установок по сжиганию отходов (в том числе осадка сточных вод).

На сегодняшний день сжигание осадка сточных вод - как отдельное, так и в смеси с другими отходами - на территории Республик Беларусь не осуществляется. Однако в нормативных документах закреплены требования, ограничивающие выбросы загрязняющих веществ при сжигании отходов (в том числе осадка).

S.8 Заключения в отношении существующего подхода к управлению осадком сточных вод

На МОС необходимо внедрить новую систему обращения с осадком сточных вод с использованием НДТ взамен действующей схемы, которая не является экологически устойчивой.

В рамках Проекта будут решены следующие ключевые проблемы:

- Система сбора и уплотнения осадка из первичных отстойников и ИАИ не соответствует передовой практике и негативно сказывается на результатах очистки сточных вод и уплотнения осадка;
- Концентрация сухого вещества после обезвоживания на площадке МОС (18-20%СВ) находится в нижней зоне типичного диапазона содержания СВ в кеке, получаемом при обезвоживании необработанного осадка на центрифугах;
- Вывоз необработанного осадка ежедневными рейсами в кузовах автотранспорта на большое расстояние является источником фактора беспокойства в виде неприятных запахов, а также воздействий, связанных с движением транспорта (пыль, шум, вибрация, аэрозольное загрязнение и выбросы ПГ);
- Нестабилизированный осадок без размещается в открытых прудах, которые являются источником фактора беспокойства в виде неприятных запахов, выбросов парниковых газов, а также повышенного риска загрязнения ближайших водотоков;
- Емкость иловых прудов будет в скором времени полностью исчерпана;
- Необходимо разработать долгосрочный план управления иловым хозяйством после вывода из эксплуатации прудов;

[1] Директива по охране окружающей среды, в том числе почв при использовании осадков сточных вод на сельскохозяйственных угодьях (86/278/EEC)

- Не используется энергетический потенциал осадка сточных вод, что приводит к необходимости закупки более дорогой электроэнергии из сети для работы очистных сооружений и к выбросам парниковых газов;
- Не используются полезные компоненты осадка сточных вод (питательные вещества, углерод и др.).

S.9 Возможные схемы безопасного использования или размещения осадка сточных вод

Выполнена оценка целесообразности различных вариантов использования и размещения осадка, с учетом возможностей и ограничений для обращения с осадком сточных вод в Минске и других регионах Республики Беларусь.

На основании анализа, результаты которого представлены в данном отчете, предлагается выполнить детальную оценку следующих схем использования и размещения осадка сточных вод:

Варианты, которые могут быть реализованы в краткосрочной перспективе (до 5 лет):

- **Моно-сжигание (в установках сжигания осадка сточных вод - СОСВ)** представляется лучшим решением для энергетической утилизации.
- **Утилизация в цементных печах** рассматривается как технически осуществимый вариант энергетической утилизации отходов, который имеет достаточную мощность. Этот вариант отличается высоким уровнем затрат (ввиду необходимости сушки осадка и его перевозки на большие расстояния), которые на много превосходят возможную плату за утилизацию высушенного осадка в качестве топлива. Также он сопряжен с большим риском, так как данный канал утилизации зависит от наличия действующих цементных заводов и их готовности принимать осадок на утилизацию на протяженном отрезке времени.
- **Размещение на полигоне и в иловых картах** – эти схемы технически осуществимы и рассматриваются для сравнения уровня затрат, связанных с реализацией этих и других возможных вариантов.

Варианты, которые могут быть реализованы в долгосрочной перспективе (5-10 лет):

- **Использование осадка в сельском хозяйстве** – для внедрения данного подхода нужно больше времени, и он не может быть реализован в пределах временных рамок данного проекта. Тем не менее, этот вариант включен в рассмотрение а данном отчете, чтобы показать связанные с ними затраты и преимущества. Реализация таких схем возможна в будущем, при условии приемлемого качества осадка и наличия спроса со стороны фермерских хозяйств.

Другие способы утилизации с внесением осадка в почву (лесное хозяйство и озеленение), схемы получения энергии из отходов (совместное сжигание с другими видами отходов, утилизация на электростанциях) и технологии термообработки осадка (например, пиролиз и газификация) признаны, по результатам проведенного анализа, неприемлемыми для условий данного проекта. Ввиду неопределенности спроса, использование осадка для рекультивации нарушенных земель также признано неприемлемым в качестве долгосрочного канала утилизации, но на краткосрочном отрезке времени ТБВ после обработки можно направить на рекультивацию иловых прудов «Волма», чтобы подготовить эту территорию для дальнейшего использования по другим направлениям (например, в лесном хозяйстве).

S.10 Варианты технологий обработки осадка сточных вод

В данном отчете рассмотрены технологии обработки осадка для осуществления различных схем применения/ утилизации (сжигание, использование в сельском хозяйстве и размещение на полигоне).

По результатам предварительного рассмотрения, отобраны следующие процессы для проведения детальной оценки целесообразности их внедрения на МОС:

- Анаэробное сбраживание (АС - мезофильное и термофильное);
- Углубленное АС (УАС, в первую очередь термогидролиз);
- Обезвоживание осадка - сырого или сброженного;
- Утилизация биогаза на установках для совместной генерации тепловой и электрической энергии (ТЭГ);
- Обособленная сушка осадка (требуется для утилизации в цементных печах).

Другие варианты углубленного АС (кроме ПТГ) также исключены из дальнейшего рассмотрения, из-за отсутствия весомых дополнительных преимуществ.

S.11 Оценка возможных схем утилизации осадка сточных вод

Детальная оценка технических, экологических и экономических аспектов проведена для перечисленных ниже комбинаций технологий обработки и способов утилизации осадка сточных вод.

Оценка сосредоточена на вариантах, которые могут быть реализованы в рамках данного проекта (т.е. в краткосрочной перспективе). Во избежание разночтений, анализ вариантов, внедрение которых возможно в долгосрочной перспективе (агроутилизация), вынесен в справочное Приложение D.

Таблица S.1 Комбинации способов применения/утилизации и обработки осадка, принятые для детальной оценки

Обозначение	Способ использования/ утилизации	Обработка перед использованием
Варианты, которые могут быть реализованы в краткосрочной перспективе (до 5 лет)		
СОСВ-ОБВ	Сжигание осадков сточных вод (СОСВ)	Обезвоживание осадков без АС
СОСВ-МАС		Мезофильное АС (МАС) с обезвоживанием
СОСВ-ТАС		Термофильное АС (ТАС) с обезвоживанием
СОСВ-УАС		УАС (термообработка только ИАИ) с обезвоживанием
ЦЕМ-СУШ	Утилизация на цементных заводах	Сушка осадков без АС
ЦЕМ-МАС		МАС и сушка
ПГН-МАС	Размещение на полигоне ТКО	МАС с обезвоживанием
ИП-МАС	Размещение в иловых прудах МВК	МАС с обезвоживанием
ИП-ОБВ	Размещение в иловых прудах МВК	Обезвоживание осадка без АС - та же схема управления осадками, что и в настоящее время. Выполнен расчет с использованием прогнозных данных на 2030 год, для сравнения с другими вариантами
Варианты, которые могут быть реализованы в долгосрочной перспективе (5-10 лет)		
СХ-МАС	Применение в сельском хозяйстве	МАС с обезвоживанием
СХ-ТАС		ТАС с обезвоживанием
СХ-УАС		УАС с обезвоживанием

Источник: Консультант

Результаты оценки перечисленных выше вариантов представлены в следующих разделах.

S.11.1 Заключение по результатам технической оценки

В рамках технической оценки предварительно определены характеристики основных сооружений для обработки осадка сточных вод для осуществления рассматриваемых вариантов, в том числе их массовые и энергетические балансы. Далее эта информация использовалась для оценки воздействия на окружающую среду и расчета затрат.

Ни один из рассматриваемых вариантов не был отклонен по результатам только технической оценки.

Варианты с использованием процесса термофильного анаэробного сбраживания (ТАС) обеспечивают хорошие показатели деструкции твердых веществ и выработки энергии из биогаза,. Стоит отметить, что в мировой практике относительно немного установок ТАС для обработки осадка сточных вод, и одна из немногих установок этого типа в Европе (в Германии) недавно реконструирована с переводом в режим УАС.

В связи с этим, Консультант не рекомендует включать варианты с ТАС в дальнейшее рассмотрение, за исключением возможного использования процесса ТАС в комбинации с СОСВ, так как на установке сжигания вырабатывается избыточное количество тепла.

S.11.2 Заключение по результатам оценки воздействия на окружающую среду

Выполнена укрупненная оценка и сравнительный анализ воздействий и рисков для окружающей среды в связи с осуществлением каждого из рассматриваемых вариантов. Рассмотрение проведено в разрезе следующих воздействий:

- Выбросы загрязняющих (и дурнопахнущих) веществ в атмосферу;
- Воздействия при транспортировке;
- Воздействие в сфере землепользования (сельскохозяйственные угодья и иловое хозяйство);
- Визуальное воздействие;
- Выбросы парниковых газов;
- Вклад в развитие экономики замкнутого цикла.

По результатам оценке, лучшим вариантом, в контексте воздействия на окружающую среду, признана схема анаэробного сбраживания осадка с утилизацией в сельском хозяйстве. Второе место занимает вариант СОСВ-УАС. Однако, учитывая невозможность применения осадка в сельском хозяйстве в пределах временных рамок данного Проекта (а также ограничения, которые могут действовать и на более протяженном отрезке времени, например, из-за присутствия таких загрязняющих веществ как микропластик и компоненты лекарственных препаратов), на первое место по показателям экологической безопасности выйдут варианты СОСВ с АС (их оценка выше, чем у СОСВ-ОБВ, за счет больших объемов генерации возобновляемой энергии).

S.11.2 Заключение по результатам оценки затрат

В Таблице S.1 представлена сводная информация по затратам (капитальные и эксплуатационные затраты, чистая приведенная стоимость и средние дополнительные затраты), связанным с реализацией каждого из рассматриваемых вариантов для данного проекта. По результатам анализа затрат сделано следующее заключение:

Capex (капитальные затраты)

Расчетная капитальная стоимость всех вариантов, включающих одновременно АС и СОСВ (125-130 миллионов евро), превышает бюджет, выделенный для финансирования данного проекта (104 млн. евро). Выделенный бюджет достаточен для финансирования вариантов, которые предусматривают внедрение одного из процессов - СОСВ или АС. Важным фактором, который вызвал повышение прогнозных значений капитальных затрат, стало увеличение объемов образования осадка сверх указанного в отчете SWECO (2018). Активное строительство очистных сооружений в различных странах Европы также способствует росту цен на рынке систем очистки сточных вод.

Табл. S.2: Сводные результаты оценки затрат по рассматриваемым вариантам

Обозначение варианта		Базовый (ИП-ОБВ)	СОСВ-ОБВ	СОСВ-МАС	СОСВ-ТАС	СОСВ-УАС	ЦЕМ-СУШ	ЦЕМ-МАС	ПГН-МАС	ИП-МАС
Обработка осадка		Обезвоживание	Обезвоживание	МАС	ТАС	УАС (только ИАИ)	Только сушка	МАС+сушка	МАС	МАС
Утилизация осадка		Иловые пруды	Сжигание	Сжигание	Сжигание	Сжигание	Утилизация на цементных заводах	Утилизация на цементных заводах	Размещение на полигоне	Иловые пруды
Пропускная способность - обработка осадков	тСВ/год	73,360	73,360	73,360	73,360	73,360	73,360	73,360	73,360	73,360
Выход продукта для последующего сжигания или утилизации иным способом	тСВ/год	69,690	69,690	48,750	44,340	42,120	69,690	48,750	48,750	48,750
Capex										
Обработка осадков (обезвоживание, АС, сушка и пр.)	млн. евро	5.6	9.9	74.7	65.9	79.6	48.8	101.6	74.7	74.7
Установка сжигания	млн. евро	n/a	76.4	62.3	59.9	58.5	n/a	n/a	n/a	n/a
Расходы МВК на реализацию	млн. евро	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Всего капитальные затраты	**млн. евро**	**6.1**	**90.3**	**141.0**	**129.9**	**142.0**	**52.8**	**105.6**	**78.7**	**78.7**
Opex	млн. евро / год	2.3	3.0	2.8	3.1	1.6	8.2	5.0	10.3	1.22
ЧПС (20 лет, ставка 5%)	млн. евро	34.9	144.6	196.3	188.6	186.8	149.2	171.5	195.9	98.3
СДЗ (20 лет, ставка 5%)	евро/тСВ	41	169	229	220	218	189	218	249	125

Примечание: Все затраты указаны в евро, в ценах 2020 года. Расчет ЧПС и СДЗ выполнен на 20-летний период со ставкой дисконтирования 5%.

Орех (операционные затраты)

Наименьший уровень эксплуатационных затрат ожидается в случае реализации вариантов, включающих анаэробное сбраживание осадка с последующим размещением в существующих иловых прудах. Сжигание сырого или сброженного осадка требует значительно больших затрат (на эксплуатацию установок сжигания и размещение золы на полигоне). При сохранении нынешней схемы утилизации (размещение сырого осадка на иловых прудах), эксплуатационные затраты также высоки.

Самый высокий уровень эксплуатационных затрат определен для вариантов утилизации осадка на цементных заводах (высокие затраты на энергию и транспорт) и размещения на полигонах (высокий тариф за прием на полигоне).

Если золу, как неопасный отход, можно будет использовать в строительстве (такая схема получила широкое распространение в других регионах Европы), то затраты на эксплуатацию вариантов СОСВ значительно уменьшатся за счет минимизации платы за прием отходов на полигоне, но они все равно будут выше, чем для схем с утилизацией осадка в сельском хозяйстве или размещением на иловых прудах.

Чистая приведенная стоимость и средние дополнительные затраты

Для каждого варианта определены показатели чистой приведенной стоимости (ЧПС, млн. евро) и средних дополнительных затрат (СДЗ, евро/тСВ), которые использовались для сравнения вариантов с разным уровнем капитальных и эксплуатационных затрат, с учетом предполагаемой стоимости последующего обновления оборудования и расходов на эксплуатацию на более протяженном отрезке времени (в данном отчете расчет выполнен на 20-летнюю перспективу). Значение СДЗ показывает дополнительные затраты из расчета на тонну сухого вещества осадка, при его обработке и утилизации согласно каждому из рассматриваемых вариантов на протяжении 20 лет.

Наименьшие значения ЧПС и СДЗ соответствуют нынешней схеме (размещение сырого осадка на иловых прудах), так как расходы на эксплуатацию такой системы значительно ниже, чем для других вариантов.

Второе место по критерию минимальной ЧПС и СДЗ занимает вариант размещения на иловых прудах (**ИП-МАС**).

Для вариантов СОСВ-ОБВ, АС с СОСВ и утилизации в цементных печах, значения ЧПС и СДЗ выше и находятся приблизительно на одном уровне.

S.12 Заключение по результатам выбора оптимальной схемы обращения с осадком сточных вод

В отчете SWECO 2018-го года был предложен к реализации вариант, включающий анаэробное сбраживание и сжигание осадка, на основании которого определен бюджет проекта в размере 104 млн. евро.

При разработке плана по обращению с осадком сточных вод поставлена задача определить оптимальное решение, которое будет реализовано МВК. Первоначальная схема АС и СОСВ рассматривается наряду с другими возможными вариантами. Вариант АС и СОСВ соответствует намерению МВК отказаться от размещения осадка на иловых прудах и получать возобновляемую энергию из осадка.

Однако, анализ, представленный в настоящем отчете, показал, что при современном уровне цен и с учетом уточненных прогнозов образования осадка капитальная стоимость

варианта АС и СОСВ превысит сумму, которая была заложена в бюджет проекта на основании данных отчета, подготовленного компанией SWECO в 2018 году.

Без увеличения финансирования проекта могут быть реализованы варианты с меньшей капитальной стоимостью:

- **СОСВ-ОБВ (т.е. сжигание без анаэробного сбраживания)** - хотя по этому варианту прогнозируется более высокий уровень затрат на эксплуатацию;
- **ИП-МАС (МАС и размещение сброженного осадка в существующих иловых прудах)** - этот вариант дешевле в реализации и эксплуатации, и он заслуживает удовлетворительной оценки по показателям воздействия на окружающую среду, по крайней мере как решение на ближайшее будущее и среднесрочную перспективу. Однако, возможность реализации этого варианта зависит от наличия свободной емкости иловых прудов в краткосрочной и среднесрочной перспективе (пока не будут определены источники финансирования для внедрения долгосрочной схемы обработки и утилизации осадка сточных вод). Этот вариант можно также рассматривать в качестве временного канала утилизации обработанных ТБВ для рекультивации территории иловых прудов «Волма» перед ее передачей под другие виды землепользования.

Капитальные затраты для внедрения вариантов утилизации в цементных печах (ЦЕМ-СУШ и ЦЕМ-МАС) также вписываются в бюджет проекта, но, по мнению Консультанта ГРП, у этих вариантов есть существенные недостатки, которые делают их неприемлемыми для МВК и данного проекта. Эти варианты не рекомендуются к внедрению. Основные недостатки:

- Большие затраты на эксплуатацию из-за высокого уровня расходов на энергию для сушки и перевозку осадка. На водоочистных сооружениях Европы закрываются установки для сушки осадка, так как предприятия (и потребители их услуг) не способны нести затраты на их эксплуатацию. Например, за последние 7 лет были выведены из эксплуатации все установки для сушки осадка сточных вод в Англии и Уэльсе.
- Возможность осуществления этих вариантов зависит от постоянного спроса со стороны цементных заводов в долгосрочной перспективе. Цементные заводы могут закрыться из-за изменений на рынке цемента, или они могут перейти на использование других видов топлива из отходов, которые по тем или иным причинам окажутся для них более привлекательными, чем высушенный осадок сточных вод. В таком случае МВК придется в сжатые сроки найти альтернативный канал утилизации или размещения осадка. Таким образом, варианты утилизации на цементных заводах связаны со значительными рисками для МВК и его абонентов.
- При осуществлении вариантов, ориентированных на утилизацию осадка на цементных заводах, выбросы ПГ будут значительно больше, чем для других рассматриваемых схем, в связи с высокими энергозатратами на сушку и перевозку осадка (что не соответствует целевым показателям сокращения выбросов ПГ, принятым Республикой Беларусь). Кроме того, необходимо учитывать негативное воздействие на окружающую среду при автотранспортных перевозках на большие расстояния.

В Таблице S.2 представлены основные показатели и сравнительный анализ рассматриваемых вариантов по ключевым критериям, от которых зависит успешная реализация плана по обращению с осадками сточных вод в Минске, а именно:

- **Техническая пригодность** – наличие на территории ЕС технически-подтвержденных примеров реализации, которые соответствуют НДТ ЕС.

- **Возможность финансирования капитальных затрат в рамках выделенного бюджета** – Достаточность средств, заложенных в бюджете проекта на внедрение схемы обработки и утилизации осадка (104 млн. евро), для реализации конкретного варианта
- **Уровень эксплуатационных затрат** – сопоставимость уровня эксплуатационных затрат при осуществлении конкретного варианта с текущим эксплуатационными затратам МВК на обработку осадка. Чем выше эксплуатационные затраты, тем сложнее будет МВК нести их в долгосрочной перспективе и тем выше будет нагрузка на счета, выставляемые потребителям услуг по водоотведению и очистке сточных вод.
- **Выбросы ПГ** – Низкий уровень выбросов ПГ способствует достижению целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов, принятых Республикой Беларусь
- **Воздействие на окружающую среду (кроме выбросов ПГ)** - В первую очередь, риск снижения качества воздуха (в т.ч. выбросы дурнопахнущих веществ), воздействия транспортных перевозок и возможности извлечения ценных питательных веществ. Все оборудование для обработки осадка (анаэробное сбраживание, сжигание и сушка) оснащается устройствами для сбора и очистки газовоздушной смеси. Для установок сжигания предусмотрены современные системы очистки дымовых газов в соответствии с нормативными требованиями ЕС и Республики Беларусь.
- Риск прекращения возможность использования выбранного канала утилизации, зависящего от деятельности третьих лиц – Это ключевой аспект, так как для МВК требуется долгосрочное и безопасное решение по утилизации осадка на длительную перспективу
- **Гибкость для возможной адаптации к будущим изменениям -** Сравнение рассматриваемых вариантов с точки зрения возможности их перспективной адаптации в случае изменений в предъявляемых требованиях
- **Воздействие на здоровье людей и социально-экономические условия** - Вызовет ли внедрение рассматриваемого варианта значительное воздействие на здоровье людей и социально-экономические условия, которое нельзя будет уменьшить?

Относительные баллы были назначены каждому варианту для каждого показателя (3 = лучший, 2 = средний, 1 = худший). Общее количество баллов для каждого из рассмотренных вариантов выводится как сумма показателей.

Табл. S.3: Сравнение вариантов по ключевым критериям

Варианты	**СОСВ-ОБВ**	**СОСВ-МАС СОСВ-ТАС СОСВ-УАС**	**ИП-МАС**	**ПГН-МАС**	**ЦЕМ-СУШ**	**ЦЕМ-МАС**
Способ использования/ утилизации	Сжигание	Сжигание	Иловые пруды - хранение и рекультивация	Размещение на полигоне ТКО	Утилизация на цементных заводах	Утилизация на цементных заводах
Требуемый продукт	Осадок после обезвоживания	Осадок после обезвоживания	Обезвоженный стабилизированный осадок	Обезвоженный стабилизированный осадок	Сухой осадок	Сухой осадок
Технология обработки	Сжигание обезвоженного осадка (без сбраживания)	Сжигание осадка после анаэробного сбраживания и обезвоживания	Анаэробное сбраживание с обезвоживанием	Анаэробное сбраживание с обезвоживанием	Термическая сушка обезвоженного осадка	Термическая сушка осадка после анаэробного сбраживания и обезвоживания
Техническая осуществимость Прошел ли метод техническую апробацию? Используется ли он на других объектах в Европе? Можно ли его внедрить в соответствии с принятыми в ЕС принципами НДТ?	Технологии сжигания, анаэробного сбраживания и термической сушки осадка успешно внедрены и используются (обособленно или в различных комбинациях) на многих объектах в различных странах. В Европе термическая сушка применяется все реже, из-за высокого энергопотребления этой технологии (и, соответственно, повышенного уровня расходов на эксплуатацию и выбросов углерода). Из технологий анаэробного сбраживания, в Европе наибольшее распространение получили УАС и МАС (установок, основанных на процессе ТАС, относительно мало). При размещении больших объемов обезвоженного осадка на полигоне могут возникнуть проблемы, связанные с необходимостью сбора и утилизации образующейся сточной жидкости.					
	3	**3**	**3**	**2**	**3**	**3**
Капитальная стоимость Капитальная стоимость внедрения варианта	Сумма капитальных затрат при реализации вариантов, основанных на комбинации двух технологий обработки осадка (анаэробное сбраживание с последующим сжиганием или термической сушкой), не вписывается в бюджет Проекта. Капитальная стоимость внедрения одной ступени обработки осадка ниже и может быть оплачена из средств, заложенных в бюджете Проекта.					

в сравнении с бюджетом Проекта						
	3	1	3	3	3	1
Эксплуатационные затраты Затраты на эксплуатацию в случае осуществления варианта, в сравнении с текущим уровнем эксплуатационных затрат МВК (такие же / ниже / выше / намного выше). Рост затрат на эксплуатацию может сказаться на уровне тарифов для потребителей.	Самый низкий уровень затрат по эксплуатации у вариантов, которые предусматривают только анаэробное сбраживание, главным образом, благодаря выработке энергии из возобновляемых источников. Эксплуатация систем СОСВ обойдется дороже, из-за высокой стоимости технического обслуживания и реагентов, которая лишь частично компенсируется выгодой от собственной генерации энергии. Варианты с использованием технологии сушки очень дороги в эксплуатации, в связи с большим потреблением энергии на выпаривание воды из осадка и перевозку продукта на цементные заводы. В комбинации с анаэробным сбраживанием, сушка осадка потребует меньших затрат, чем вариант ЦЕМ-СУШ, в основном, за счет уменьшения количества осадка, который нужно высушить, но общая сумма эксплуатационных затрат в этом случае все равно будет выше, чем у большинства других вариантов. В случае реализации вариантов с размещением на полигоне, эксплуатационные затраты будут самыми высокими, из-за необходимости оплаты высокого тарифа за прием осадка на размещение.					
	2	2	3	1	1	1
Выбросы ПГ Может ли внедрение варианта привести к значительным выбросам углерода, которые невозможно полностью компенсировать (например, за счет выработки	Варианты, ограниченные анаэробным сбраживанием, характеризуются наименьшим уровнем выбросов углерода при эксплуатации, в основном, за счет выработки возобновляемой энергии и пониженных выбросов при утилизации сброженного осадка. Выбросы углерода при эксплуатации систем с использованием СОСВ выше, чем в случае только АС, так как при сжигании образуются дополнительные выбросы парниковых газов, и увеличение их объема лишь частично компенсируется за счет генерации энергии. Варианты с использованием технологии сушки характеризуются очень высоким уровнем выбросов углерода, в связи с большим потреблением энергии и транспортированием осадка на цементные заводы. Хотя утилизация осадка позволяет снизить выбросы углерода на цементном заводе, сжигание других видов отходов в процессе производства цемента обеспечивает более низкий уровень выбросов углерода. Размещение осадка на полигоне приводит к очень большим выбросам углерода, из-за процессов дальнейшего разложения осадка в процессе хранения.					

возобновляемой энергии)?						
	2	2	3	1	1	1
Воздействие на окружающую среду (кроме выбросов углерода) Может ли внедрение варианта вызвать значительное воздействие на окружающую среду, которое нельзя будет уменьшить?	При реализации вариантов СОСВ, возможно негативное воздействие на качество атмосферного воздуха, в случае, если не будет обеспечена надлежащая очистка дымовых газов. Однако, разработка проектных решений и эксплуатация предлагаемого завода сжигания будет осуществляться в соответствии с жесткими нормативами ЕС по контролю выбросов, с использованием наилучших доступных технологий (НДТ), а также с соблюдением требований законодательства Республики Беларусь. СОСВ затрудняет утилизацию содержащихся в осадке питательных веществ, но в настоящее время уже разрабатываются технологии извлечения фосфора из золы. Сжигание осадка в печах на цементных заводах или его размещение на полигоне исключают возможность утилизации питательных веществ. В случае анаэробного сбраживания, имеется возможность утилизации питательных веществ, заключенных в осадке, который вносится в землю или, потенциально, из сбросной жидкости, выделенной из осадка в процессе обезвоживания. Выбросы дурнопахнущих веществ возможны при любых вариантах обработки осадка, но в проектные решения будут заложены системы управления и контроля выбросами дурнопахнущих веществ в соответствии с НДТ ЕС и нормативными требованиями РБ. Дополнительно МВК будет осуществляться регулярный мониторинг качества воздуха, чтобы убедиться, что соответствующие заданные спецификации для установки по утилизации осадка гарантируют соблюдение соответствующих норм ПДК в качестве дополнительной меры для полной уверенности.					
	2	2	2	2	2	2

Риск, связанный с каналами конечной утилизации, которые зависят от деятельности третьих лиц Может ли вариант создать дополнительный риск для устойчивой работы МВК, в связи с зависимостью от третьих лиц?	МВК будет собственником и оператором всех сооружений для обработки осадка. Однако, конечная утилизация будет зависеть от третьих лиц и сопряжена с тем или иным уровнем риска. Зола, получаемая при сжигании (все варианты СОСВ), может использоваться в качестве строительного материала в Минске, а в отсутствие такой возможности, золу, образующуюся в небольших объемах, сможет принимать на размещение Минский полигон ТКО. Соответственно, риск **оценивается как «низкий»**. В то же время, размещение обезвоженного стабилизированного осадка на полигоне (ПГН-МАС) **сопряжено с «высоким» риском**, из-за того, что объем этого продукта будет больше, поблизости от Минска не предусмотрены полигоны достаточной емкости, и в перспективе может быть отказано в его приеме. Для варианта МАС-ИП, МВК необходимо в среднесрочной перспективе приобрести дополнительные земельные участки, чтобы продолжить размещение осадка на иловых прудах, для чего потребуется поддержка местных жителей. Принимая во внимание, что местные жители ранее выражали заинтересованность в том, чтобы МВК прекратил размещение осадка в иловых прудах и принял альтернативную схему утилизации продуктов очистки сточных вод, уровень риска для данного варианта оценивается в целом как «высокий». Самый высокий уровень риска связан с вариантами утилизации на цементных заводах (ЦЕМ-СУШ и ЦЕМ-МАС), так как этот канал утилизации зависит от спроса на продукт переработки осадка на цементных заводах. Спрос на осадок может резко снизиться, в зависимости от колебаний объемов производства цемента или при появлении других, более экономически выгодных видов топлива из отходов. Если спрос со стороны цементных заводов опустится ниже 100% объема осадка, получаемого на сооружениях МВК, Предприятию придется оперативно перейти на другой вариант утилизации осадка, что может оказаться невозможным или экономически невыгодным. Возможно, в такой ситуации МВК придется реализовать другой вариант, например, СОСВ. **В связи с этим, риск, связанный с утилизацией осадка на цементных заводах, оценивается как «высокий».**					
	3	**3**	**2**	**1**	**1**	**1**
Гибкость для возможной адаптации к будущим изменениям Сравнение рассматриваемых вариантов с точки зрения возможности их перспективной адаптации в случае изменений в предъявляемых требованиях	Варианты, предполагающие сжигание осадка сточных вод (СОСВ-ОБВ или АС+СОСВ), имеют относительно хорошие перспективы применения в будущем, так как в настоящее время данные технологии используются при строительстве новых сооружений в разных странах Европы и совершенствуются, что позволяет рассчитывать на дальнейшую оптимизацию технических решений. Также существует несколько способов переработки и размещения золы, ведутся разработки технологий для извлечения полезных материалов из этого продукта (в частности, в будущем из золы можно будет извлекать фосфор). Соответственно, схемы с использованием СОСВ сопряжены с пониженным риском применения в перспективе, благодаря их гибкости и устойчивости к будущим изменениям. В противоположность этому, опасения в отношении загрязняющих веществ, которые содержатся в осадке сточных вод (даже после стабилизации), могут стать препятствием для размещения этого продукта в почве (будь то на иловых прудах, на сельскохозяйственных угодьях, или в работах по рекультивации). Возможность размещения осадка на полигоне также зависит от изменений в политике (в части допустимости вывоза обезвоженного осадка на полигон) или ограничений емкости полигонов. При таких изменениях потребуется строительство дополнительных сооружений (реализация СОСВ или с других технологий, которые в настоящее время находятся в стадии разработки для применения в промышленных масштабах, например, пиролиз). В свете вышеизложенного эти варианты признаны менее гибкими и устойчивыми для адаптации к будущим изменениям. Варианты утилизации в производстве цемента (ЦЕМ-СУШ и ЦЕМ-МАС) не обладают гибкостью, так как при снижении спроса на продукт переработки осадка на цементных заводах, МВК нужно будет найти альтернативное применение высушенному осадку,					

	либо прекратить использование дорогих в эксплуатации сушильных установок и найти новый способ утилизации кека сброженного осадка (ЦЕМ-МАС) или нестабилизированного обезвоженного осадка (ЦЕМ-СУШ). Ограничение возможностей внесения обезвоженного осадка в почву или его размещения на полигонах, по указанным выше причинам, может вызвать необходимость строительства дополнительных мощностей для переработки осадка, например, систем сжигания.					
	3	3	1	1	1	1
Воздействие на здоровье людей и социально-экономические условия (1) Вызовет ли внедрение рассматриваемого варианта значительное воздействие на здоровье людей и социально-экономические условия, которое нельзя будет уменьшить?	В 2018 году для Проекта выполнена Оценка воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС) в соответствии с международными требованиями, в которой представлена всесторонняя и полная оценка потенциального воздействия Проекта, а также предложены соответствующие меры по предотвращению, уменьшению и компенсации возможных воздействий на окружающую среду и социально-экономические условия. Данный Проект направлен на общее улучшение состояния окружающей среды и социально-экономических условий для жителей Минска и, в первую очередь, для населения, проживающего в непосредственной близости от объектов МВК. Балльная оценка экологического и социального воздействия рассматриваемых вариантов выполнена на основании материалов ОВОСС. В рамках ОВОСС выполнена оценка предлагаемых схем управления осадком сточных вод с точки зрения их воздействия на здоровье людей и социальные условия. При этом основное внимание было направлено на следующие аспекты: возможное влияние объектов МВК на качество атмосферного воздуха и другие факторы, влияющие на здоровье людей, безопасность на площадках МВК (МОС и иловое хозяйство) и возможности трудоустройства местного населения. Краткая оценка вариантов: **Все варианты - качество атмосферного воздуха.** Работающие установки для сжигания осадка сточных вод, энергоустановки ТЭГ (варианты с АС) и котельные установки (варианты с АС и сушкой) станут источником дополнительных выбросов загрязняющих веществ, что приведет к повышению концентраций обычных продуктов сгорания органики (оксид углерода, оксиды азота и серы) в атмосферном воздухе. Однако, результаты расчетов и моделирования рассеивания показали, что концентрации загрязняющих веществ в воздухе в границах существующей санитарно-защитной зоны (СЗЗ), а также на расстоянии 500 м от границы площадки МОС (предлагаемая граница СЗЗ в будущем), не превысят допустимый уровень согласно нормативам ЕС и РБ. Кроме того, усовершенствования в системе обработки осадка предполагают уменьшение перемещений нестабилизированного осадка и внедрение современного оборудования для контроля выбросов дурнопахнущих веществ, что позволит снизить риск распространения дурнопахнущих веществ от сооружений МОС. Таким образом, по результатам ОВОСС сделано заключение, что внедрение рассматриваемых вариантов не вызовет негативного воздействия на жителей ближайших поселений. Дополнительно МВК будет осуществляться регулярный мониторинг качества воздуха, чтобы убедиться, что соответствующие заданные спецификации для установки по утилизации осадка гарантируют соблюдение соответствующих норм ПДК в качестве дополнительной меры для полной уверенности. **Все варианты - условия труда и занятость.** Также в рамках ОВОСС выполнена оценка улучшения условий труда для работников МВК и создания новых рабочих мест для трудоустройства местных жителей. Несмотря на то, что потребность в					

	обслуживающем персонале для эксплуатации систем сжигания и сушки обычно несколько больше, чем для сооружений АС без дальнейшей обработки, эта разница не столь велика, чтобы повлиять на итоговую балльную оценку рассматриваемых вариантов. Внедрение вариантов с утилизацией осадка путем **сжигания (СОСВ), на цементных заводах (ЦЕМ) и размещения на полигоне (ПГН)** позволит отказаться от использования иловых прудов и прекратить перевозки больших объемов нестабилизированного осадка к месту размещения. При этом улучшится качество воздуха в населенных пунктах в окрестностях иловых прудов, а также уменьшится транспортное воздействие (выбросы выхлопных газов, пыление и вибрации) на жителей поселений, через которые проходят транспортные маршруты между МОС и иловыми прудами. Независимо от того, какой вариант будет выбран, будет разработан план безопасного вывода из эксплуатации иловых прудов, включающий их обслуживание, экологический мониторинг, контроль доступа и поверхностных вод. Хотя вариант **ИП-МАС** позволяет продлить сроки использования иловых прудов, он предполагает размещение только сброженного осадка (уменьшение объемов осадка и значительное снижение риска выбросов дурнопахнущих веществ и прочих воздействий), и со временем иловые пруды все же нужно будет вывести из эксплуатации и рекультивировать. На основании материалов ОВОСС сделано заключение, что итоговый баланс воздействий будет одинаковым для всех рассматриваемых вариантов, что не позволяет выделить вариант, реализация которого вызвала бы заметно более значительные последствий для здоровья людей и социально-экономических условий. В связи с этим, по этому критерию всем вариантам начислено по 2 балла (средний уровень).					
	2	**2**	**1**	**2**	**2**	**2**
Заключение	Возможный вариант для МВК	Возможный вариант для МВК, при наличии достаточного финансирования	Возможный вариант для МВК, при условии, что будет обеспечена достаточная емкость иловых прудов	Вариант исключен из рассмотрения из-за высоких капитальных затрат, выбросов углерода и риска, связанного со спросом	Вариант исключен из рассмотрения из-за высоких капитальных затрат, выбросов углерода и риска, связанного со спросом	Вариант исключен из рассмотрения из-за высоких капитальных затрат, выбросов углерода и риска, связанного со спросом
Итоговая оценка	**20**	**18**	**17**	**13**	**14**	**12**

Примечание 1: Оценка воздействия на здоровье людей и социально-экономические условия основана исключительно на информации, представленной в следующих документах:

- Минская очистная станция, Дополнительная оценка воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС), 2018, Ramboll Environ;
- Минская очистная станция, ОВОСС, Краткое содержание отчета, 2018, Ramboll Environ

По итогам приведенного выше сравнительного анализа, лучшими вариантами признаны следующие:

- **СОСВ-ОБВ** – этот вариант может быть реализован в рамках выделенного бюджета; низкий риск с точки зрения надежности канала утилизации
- **СОСВ-МАС,ТАС, УАС-** – эти варианты получили высокую оценку по большинству критериев, но для их реализации требуются дополнительные средства (например, за счет экономии средств, выделенных в рамках проекта для реконструкции ОСК)
- **ИП-МАС** – как указано в Разделе 6.4, этот вариант имеет две версии: в краткосрочной перспективе - рекультивация существующих иловых прудов для использования земельных участков для других целей; в долгосрочной перспективе, помимо рекультивации существующих иловых прудов, предусмотрено строительство дополнительных иловых прудов для дальнейшего использования.

Остальные варианты (ИП-ОБВ, ЦЕМ-СУШ, ЦЕМ-МАС и ПГН-МАС) имеют существенные недостатки и не рекомендуются к внедрению в рамках проекта.

Порядок последовательного принятия решений представлен на Рисунке S.1.

Вариант ИП-МАС отражен на схеме в связи с тем, что капитальные и эксплуатационные затраты по этому варианту ниже, чем для схем, предполагающих использование технологий АС и СОСВ. Если иловые пруды можно использовать для размещения осадка после анаэробного сбраживания в краткосрочной и среднесрочной перспективе (например, 5 лет), то схема ИП-МАС может быть внедрена как временное решение, пока будет определяться источник финансирования для строительства установки сжигания осадка после АС (т.е. внедрение СОСВ в дополнение к АС), либо в период подготовки альтернативной схемы утилизации ТБВ (например, в сельском хозяйстве).

При осуществлении варианта ИП-МАС, ТБВ будут стабилизированы (т.е. из них будет выделяться меньше дурнопахнущих веществ) и меньше по объему, чем сырой обезвоженный осадок (сокращение объема кека, получаемого из осадка после сбраживания, как минимум, на 40%, в сравнении с кеком из несброженного осадка), и их можно будет использовать в качестве укрывного материала на заполненных иловых прудах, чтобы уменьшить выбросы дурнопахнущих веществ от ранее размещенного (несброженного) осадка. ТБВ после сбраживания также можно использовать в смеси с растительными отходами для получения компоста (на открытой площадке для простого компостирования в буртах), с последующей утилизацией в качестве укрывного материала на иловых прудах. Необходимо уточнить потребность в ТБВ или компосте для рекультивации иловых прудов, чтобы определить возможные сроки использования данной схемы. В рамках данного исследования принята ориентировочная оценка потребного объема для рекультивации иловых прудов, эквивалентная объему получения сброженного осадка за 5-летний период.

Однако, при невозможности дальнейшего размещения осадка на иловых прудах или его использования в качестве укрывного материала, будет необходимо в безотлагательном порядке внедрить систему АС и СОСВ либо СОСВ-ОБВ.

Хотя варианты ЦЕМ-СУШ и ЦЕМ-МАС не рекомендованы к внедрению, они отражены на Рисунке 7.1 в качестве иллюстрации последовательности принятия решений, которая привела бы к выбору этих схем, а также их возможной будущей адаптации, в случае падения спроса на осадок сточных вод на цементных заводах.

S.13 Дальнейшие действия для окончательного выбора оптимальной схемы

Для выполнения шагов, которые показаны на схеме S.1, и принятия окончательного решение о выборе варианта обращения с осадками сточных вод на МОС, нужно провести следующую работу:

- Нужно, чтобы МВК рассмотрел представленный в отчете анализ затрат и подтвердил, какой уровень капитальных и эксплуатационных затрат будет приемлем для МВК.
- Нужно, чтобы МВК подтвердил возможность или невозможность дальнейшего использования иловых прудов для размещения кека **сброженных** ТБВ в краткосрочной или долгосрочной перспективе, включая возможность рекультивации существующих иловых прудов с использованием ТБВ после обработки, чтобы подготовить эту территорию для дальнейшего использования по другим направлениям (например, в лесном хозяйстве). Возможность рекультивации территории иловых прудов при внедрении схемы ИП-МАС требует дополнительного изучения, чтобы подтвердить техническую осуществимость и необходимое количество ТБВ.
- Нужно, чтобы МВК оценил возможность утилизации неопасной золы от сжигания осадков сточных вод в строительной отрасли Минска и наличие достаточного спроса для утилизации всего объема золы. Это позволило бы значительно сократить затраты по эксплуатации систем СОСВ, что повысить привлекательность этих вариантов.

Также следует учитывать следующие обстоятельства:

- Оценка воздействия на окружающую и социальную среду (ОВОСС / ESIA), которая была ранее проведена для этого проекта (Ramboll, 2018), включала оценку варианта СОСВ+ОБВ, а также вариантов, сочетающих АС с СОСВ (с использованием МАС, УАС или ТАС). В оценке также обсуждалась возможность дальнейшего использования нынешнего подхода (например, размещение стабилизированного обезвоженного осадка на иловых прудах). Однако вариант ИП+МАС не был охвачен ОВОСС явным образом, и по этой причине стоит принять во внимание, что если вариант ИП-МАС будет одобрен, то потребуется обновление ОВОСС.
- Ранее ЕБРР одобрил схему, которая включает комбинацию АС и СОСВ (по процессу МАС, УАС или ТАС), в качестве предпочтительного варианта для внедрения в рамках Проекта. Выбор другой схемы будет рассматриваться ЕБРР как существенное изменение и потребует особого согласования с Банком.

S.14 Социальная среда и охрана здоровья человека[2]

В дополнение к предлагаемым проектным решениям, направленным на снижение воздействий МОС на окружающую природную и социальную среду, включая здоровье местного населения, предусмотрены **специальные меры по обеспечению соответствия** проекта требованиям ЕБРР, ЕИБ и законодательства Европейского Союза. Эти меры прописаны как в Дополнительной ОВОСС для проекта, так и в Плане экологических и социальных мероприятий (ПЭСМ), который является неотъемлемой частью кредитного соглашения между Минским Водоканалом и международными финансовыми институтами.

[2] Минская очистная станция, Дополнительная оценка воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС), 2018, Ramboll Environ;

Своевременное выполнение Минским Водоканалом Плана экологических и социальных мероприятий и прочих взятых на себя обязательств, включая соответствие требованиям национального законодательства и Евросоюза в части воздействий на окружающую среду и местное население, будет также **контролироваться в ходе строительства и эксплуатации проекта на двух уровнях: со стороны ЕБРР/ЕИБ и специально привлеченного независимого международного консультанта.**

В качестве одной из мер, включенных в ПЭСМ для проекта, предусмотрено, что Минский Водоканал также сформирует расширенную программу экологического и социального мониторинга для проекта с учетом его зоны влияния для отслеживания изменения соответствующих воздействий. В частности, это должно будет включать мониторинг качества воды до и после точки сброса в реку Свислочь по основным параметрам (включая БПК, ХПК, взвешенные вещества, общий азот и фосфор), подтверждающим эффективность очистки стоков, а также мониторинг состояния почвы и **воздуха по таким параметрам как, например, сероводород, оксиды азота и серы, диоксины и др**. Мониторинг будет необходимо производить до начала модернизации, в процессе ее и после модернизации для демонстрации соответствующих улучшений для окружающей среды и **местного населения.**

Следует также отметить, что экологическое нормирование в Республике Беларусь изначально ориентировано на охрану здоровья человека: предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ, используемые для сравнения в качестве максимально возможных уровней воздействия, разрабатывались как пределы, при которых **для человеческого организма не наступает отрицательных реакций и последствий**. **Стандарты Европейского Союза также ориентированы на охрану здоровья человека** и поддержание благоприятного состояния экосистем. Такие стандарты и использованы для оценки приемлемости и значимости воздействий проекта.

В настоящее время воздействия от реализации проекта на окружающую природную и социальную среду, **включая здоровье и благосостояние местного населения, оцениваются в целом как благоприятные, значительно улучающие текущую ситуацию.** Если на более поздних стадиях детального проектирования будет выявлен риск ухудшения текущей ситуации из-за реализации проекта (например, риск превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест), **состав проекта будет гарантированно пересмотрен для соблюдения законодательных требований в области охраны окружающей среды, здоровья и безопасности местного населения.**

Более детально аспекты воздействия деятельности по обращению с отходами на окружающую среду, социально-экономические условия и здоровье людей подробно рассматривались в рамках Дополнительной оценки воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС, 2018)3, результаты которой были раскрыты (опубликованы)ЕБРР и МВК. Соответственно, в настоящем отчете воздействие рассматриваемых вариантов на окружающую среду отражено лишь в общем виде, чтобы проиллюстрировать существенные различия между схемами обработки и утилизации осадка сточных вод.

[3] Минская очистная станция, Дополнительная оценка воздействия на окружающую среду и социальную сферу (ОВОСС), 2018, Ramboll Environ;

S.15 Предпочтительное решение УП «Минскводоканал» относительно выбора варианта утилизации

Первоочередной задачей внедрения комплекса по утилизации осадков сточных вод на Минской очистной станции является уход от существующей практики размещения осадков сточных вод в иловых прудах, поскольку такая практика не отвечает современным критериям устойчивого развития. Хранящийся на иловом хозяйстве осадок доставляет дискомфорт местным жителям неприятным запахом. Перспективное развитие илового хозяйства становится невозможным по причине отсутствия свободных земель для устройства дополнительных объектов для размещения обезвоженных осадков.

Использование обработанных осадков сточных Минской очистной станции в краткосрочной перспективе в качестве в качестве удобрений, при рекультивации нарушенных земель ИП-МАС (в т.ч. илового хозяйства) и др. видится невозможным. В Республике Беларусь в настоящее время не приняты государственные стандарты, устанавливающие единые требования к таким осадкам. В данном случае, безопасное и законное использование осадков путем их размещения на земле возможно после прохождения государственной экологической экспертизы Технических условий на соответствующее сырье, разработки регламента безопасного внесения полученного продукта в землю, системы контроля и безопасности использование обработанного осадка сточных вод.

Утилизация осадка сточных вод методом сушки и производства топливных гранул ЦЕМ-СУШ с последующей их реализации на цементных заводах технически осуществима, однако неоднозначные перспективы стабильного спроса и стоимости продукции, сложность логистики доставки топливных гранул до конечного потребителя и высокие эксплуатационные затраты метода не позволяют считать такой метод приемлемым для достижения поставленной цели.

Таким образом, единственным приемлемым вариантом утилизации, реализация которого возможно в краткосрочной перспективе является моносжигание осадка сточных вод. В Отчете представлены соответствующие варианты утилизации осадка, которые рекомендуются Консультантом к внедрению на очистных сооружениях г.Минска. В качестве оптимальных вариантов приводятся:

- сжигание без анаэробного сбраживания СОСВ (в случае, если уровень оцененных капитальных затрат для вариантов со сбраживанием является неприемлемым для предприятия);

- сжигание с предварительным анаэробным сбраживанием СОСВ-МАС/ТАС/УАС.

Несмотря на то, что сжигание с анаэробным сбраживанием имеет большие капитальные и затраты, этот способ имеет ряд существенных преимуществ:

-обеспечение значительно большей (на 80%) выработки электрической энергии на собственные нужды;

- сокращение на 40% количества осадков сточных вод перед сжиганием, что позволит уменьшить размер печей, а также сократить количество осадков в период проведения ежегодных профилактических работ на заводе по сжиганию;

- стабилизированный осадок обладает лучшими органолептическими свойствами при его размещении;

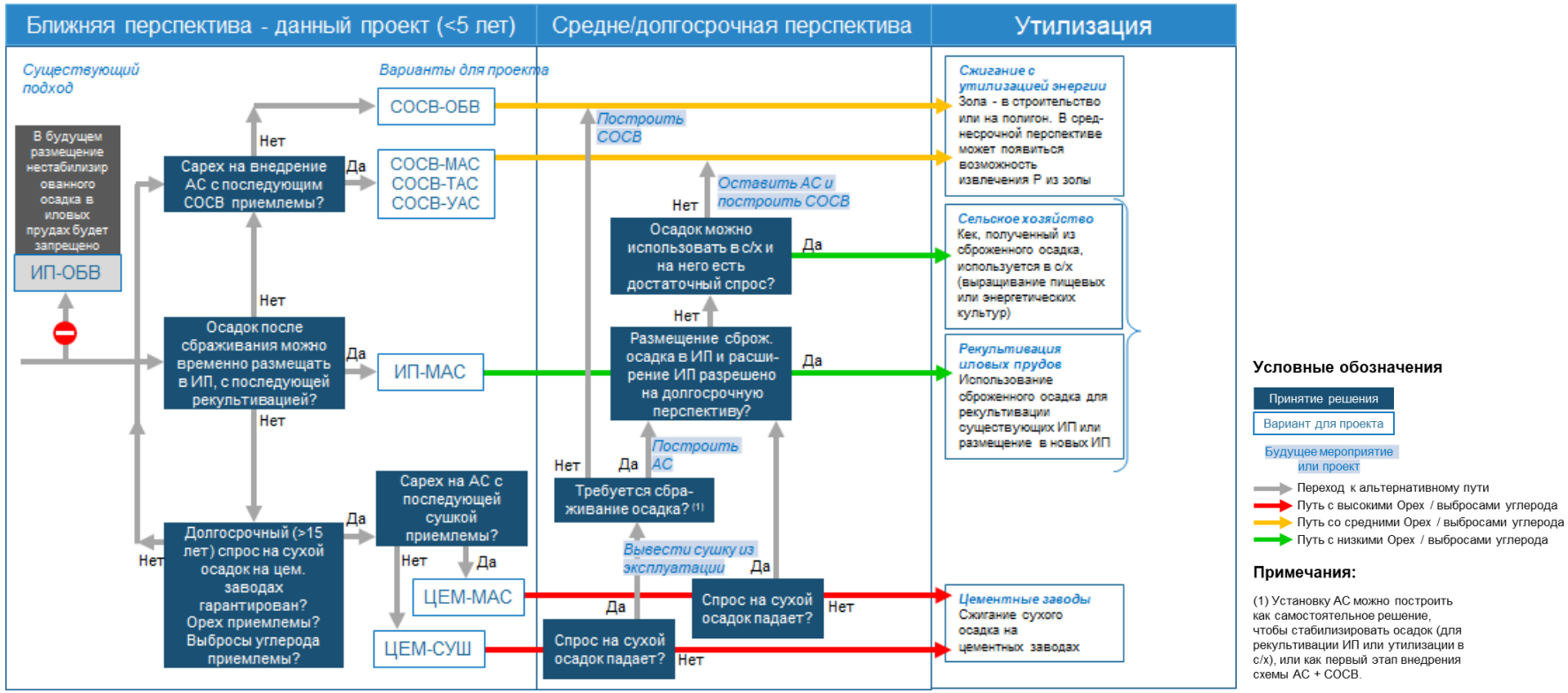
- стабилизация осадка сточных вод перед его сжиганием позволит в среднесрочной перспективе проработать вопрос применения такого осадка либо в сельском хозяйстве, либо в качестве материала для рекультивации нарушенных земель, что приведет к снижению эксплуатационных затрат.

Из возможных вариантов анаэробного сбраживания со сжиганием наименее затратным является СОСВ-ТАС. Техническая возможность реализации ТАС подтверждена в рамках опытно промышленных испытаний, проведенных на Минской очистной станции в период 2019-2020гг.

Необходимо отметить, что в 2018 году в рамках предпроектной стадия объекта «Реконструкция Минской очистной станции» по ул. Инженерная, 1. Внесение изменений» соответствующая схема утилизации признана УП «Белкоммунпроект» оптимальной. Разработанная предпроектная документация прошла государственную экологическую экспертизу в Минском городском комитете природных ресурсов и охраны окружающей среды, одобрена Республиканским проблемным инженерным центром водоснабжения и водоотведения при Министерстве жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь.

Учитывая указанные выше факторы, УП «Минскводоканал» принято решение об отсутствии достаточных оснований в пересмотре ранее выбранного варианта утилизации осадков сточных вод- сжигание осадка сточных вод и утверждении к дальнейшему конкурсу варианта СОСВ-ТАС.

Рис. S.1: Предлагаемая последовательность принятия решений - ранжирование решений с низким уровнем эксплуатационных затрат, которые могут быть реализованы в пределах временных рамок проекта



Источник: Мотт МакДоналд

mottmac.com